

DIRECTORIO

LIC. LUEGE TAMARGO JOSE LUIS

Director General

DR. ARREGUIN CORTEZ FELIPE IGNACIO

Subdirector General Técnico

LIC. ANAYA MORENO ROBERTO

Subdirector General de Administración del Agua

ING. RODRIGUEZ TIRADO JOSE ANTONIO

Subdirector General de Programación

ING. NAVARRO GARZA RAUL ALBERTO

Subdirector General de Administración

ING. ARDAVIN SITUARTE JOSE RAMON

Subdirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

ING. SOTO PRIANTE SERGIO

Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola

La Comisión Nacional del Agua contrató la elaboración de esta publicación con:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERIA

Según convenio No. SGT-OCPBC-BC-07-GAS-001

De Octubre de 2007

La coordinación estuvo a cargo de la Subdirección General Técnica a través de la Gerencia de Aguas Subterráneas.

NOMBRE(S) DEL(OS) SUPERVISOR(ES)

ORLANDO GARCÍA

DIRECTORIO DE CNA DE BAJA CALIFORNIA

LIC. ISMAEL GRIJALVA PALOMINO

Director General del Organismo de Cuenca Península de Baja California

ING. JOSÉ FRANCISCO TELLES GAMEZ

Director Técnico

CONTENIDO GENERAL

Resumen Ejecutivo

TOMO I

Capítulo I. Generalidades

Capítulo II. Situación Actual

Capítulo III. Caracterización y proyección de la demanda

Capítulo IV. Caracterización y proyección de la disponibilidad

Capítulo V. Balance integral del agua

Capítulo VI. Escenarios Paramétricos

Capítulo VII. Costos económico-ambientales por la sobreexplotación

Capítulo VIII. Planeación Participativa, ZOOP

Capítulo IX. Escenarios Concertados con Usuarios

Capítulo X. Opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad

Capítulo XI. Alternativa de Manejo Integrado

Capítulo XII. Conclusiones y Recomendaciones

TOMO II

Anexo 1. Censo de Aprovechamientos

Anexo 2. Planeación Participativa

Anexo 3. Mapas

RESUMEN EJECUTIVO: COL. VICENTE GUERRERO

I. GENERALIDADES

El área de estudio de la Colonia Vicente Guerrero 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.

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. Entre la meseta de san jacinto y el arrollo de Santo Domingo se localiza el Valle de Camalú, al sur del arroyo Santo Domingo en una longitud de 5 Km., se forma el Valle de la Colonia Vicente Guerrero separado del Valle de San Quintín por una pequeña serranía. Al sur de esta barrera natural entre los dos valles agrícolas se puede observar el grupo volcánico de San Quintín, alojado en el área de la bahía frente de la costa del Océano Pacífico (Figura 1).

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera.

En esta región, el clima es de tipo semiárido, con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm., y su media anual es de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originando lluvias en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual fluctúa entre los 12°C a 22 °C y la media anual es de 17 °C.

En el año de 1970 la población de Baja California era de 870, 421 personas y en 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.

En el acuífero del Arroyo de Santo Domingo, se distribuyen las localidades de la Col. Vicente Guerrero, Playas de San Ramón, Triquis (Lomas San Ramón) y Santa Fe, estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 16,247 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 4 %. Este crecimiento se debe a la importancia

RESUMEN EJECUTIVO

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 de 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 de La Col. Vicente Guerrero 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 Vicente Guerrero cuenta con 10,632 habitantes. Proyecciones de la tasa de crecimiento aunadas a una inmigración temporal y flotante arrojan un estimado de 11,472 habitantes para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b). La actividad económica más importante en la zona de Vicente Guerrero es la agricultura, desarrollándose en menor escala, la pesca, la ganadería el comercio 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. Durante el 2006 dicha población ascendió a 4364 jornaleros tan solo en el valle de Vicente Guerrero (PRONjAG, 2006).

Diversos programas en los ámbitos federales, estatales y municipales se han enfocado en al manejo del agua de esta región con objetivos tanto hidroagrícolas como de agua

RESUMEN EJECUTIVO

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 (Gob. 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 Vicente Guerrero hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial.

La zona de Colonia Vicente Guerrero en general presenta diversos climas sujetos al relieve topográfico y éstos van de semiseco a muy seco o desértico hasta templado. En la región la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm siendo diciembre y enero los meses más lluviosos con 24.2 y 23.9 mm, respectivamente, mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual en el área acuífera es de 217 mm (CNA, 2002). La temperatura media anual registrada desde 1958 hasta 2005 en la estación Santa María del Mar es de 16.4° C, con una mínima de 9.6° C y máximas de aproximadamente 28° C y la evaporación media anual es de 1548 mm.

La zona de Vicente Guerrero está conformada por rocas metamórficas, como esquistos y gneis, por rocas ígneas intrusivas ácidas en las partes más altas y por extrusivas ácidas en los lomeríos cercanos al valle. Existen áreas pequeñas de rocas sedimentarias (conglomerados). El acuífero de la Colonia Vicente Guerrero está constituido por depósitos fluviales y aluviales. Los depósitos fluviales son cantos rodados, gravas y arenas de alta permeabilidad. Los aluviales están constituidos por limos, arenas y material arcilloso. En ellos se encuentra la principal fuente de agua subterránea (SEDESOL, 2006). La superficie acuífera está compuesta por (CNA, 2002):

- Unidad permeable. Constituida por depósitos aluviales y fluviales representados por cantos rodados, gravas, arenas, limos y arcillas de diferente granulometría, que cubren la mayor parte del Valle.
- Unidad semipermeable. Integrada por areniscas y conglomerados con escasos horizontes de yeso, que afloran en la porción norte y sur del valle, su característica se debe a su granulometría y consolidación. Estos depósitos son de bajo rendimiento hidráulico, existiendo aprovechamientos de baja productividad.
- Basamento acuífero. Presenta discontinuidades y alcanza profundidades que van de 27.0 m a 43.0 m como máximo, relacionadas con paleocauces.

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con

RESUMEN EJECUTIVO

una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera. El coeficiente de almacenamiento reportado por CNA (2002) es de 18%.

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero incluye 303 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 (2002) ha reportado una extracción total promedio de 15.23 Mm³/año, de los cuales el 94% se destina al riego agrícola y el resto se distribuye entre usos público urbano, doméstico y pecuario,

El análisis de la evolución de los niveles estáticos en el período de 1988-1994, muestra un abatimiento que va de 0.25 m a 10.0 m, en un área de 17.0 Km². A la vez, se registró una evolución positiva en un área de 8.0 Km² con valores que van de 0.5 m a 4.5 m. El abatimiento cubrió el 69 % de la superficie del valle hasta llegar a línea de costa. Haciendo un análisis comparativo, resulta un abatimiento medio anual de -0.36 m, equivalente a una sobreexplotación anual del acuífero del orden de los 2.92 Mm³ (CNA, 2002). Por otro lado, de acuerdo a análisis efectuados en 1978, la calidad del agua producida en este acuífero fue buena, con valores en sólidos totales disueltos en un rango de 531 a 800 mg/L. Las menores concentraciones se detectaron en el cauce del Arroyo Santo Domingo mientras que las máximas se presentaron en la margen izquierda del cauce, sobre la terraza aluvial. En 1994 se observó un decremento general en la calidad del agua, con respecto a 1978, encontrando valores de entre 700 y 6,500 mg/L. Un área de 3.7 Km², equivalente al 14 % de la superficie acuífera y localizada en los flancos noroeste y suroeste del valle, contiene agua de mala calidad con valores de STD que van de las 1,800 a 6,500 mg/L. Muy probablemente este incremento en la salinidad está relacionado con la intrusión salina producida como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero (CNA, 2002). En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 19.5 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (DOF, 2003), 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 Santo Domingo abarca 1227 Km². Se trata de una corriente de régimen torrencial, por lo que permanece seca durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo 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. En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

En el valle de la Colonia Vicente Guerrero no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación del valle 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. En la actualidad el acuífero no se puede considerar como contaminado por organismos patógenos o sustancias químicas, pero existe un gran peligro de contaminación por causas derivadas de la actividad humana, tales como el uso de

RESUMEN EJECUTIVO

fosas sépticas y letrinas y el aporte de nutrientes y pesticidas en cantidades no reguladas sobre suelo agrícola.

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 1994 para el acuífero de Vicente Guerrero resultó como sigue:

Entradas (Mm ³ /año)		Salidas (Mm ³ /año)			Cambio de Almacenamiento (Mm ³ /año)
Entradas Horizontales	Recarga Vertical	Salidas Horizontales	Bombeo	Evapotranspiración	
14.77	4.75	6.19	15.23	0.0	-1.9

La información más reciente en relación con los ingresos, egresos y cambios de volumen en el acuífero de Colonia Vicente Guerrero arroja el mismo balance hidrológico que ha sido presentado y publicado (CNA, 2002), 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 Vicente Guerrero, las extracciones totales por bombeo no deberán exceder los 14 Mm³/año.

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:

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

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

RESUMEN EJECUTIVO

-19.38 = 19.5 - 0.0 - 38.88

indicando que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero del valle de Colonia Vicente Guerrero.

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.

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 público-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. Construcción de desaladoras de CESPE. Se busca contribuir en la solución del problema de abasto de agua en la Col. Vicente Guerrero y poblados aledaños con la construcción y operación de plantas desaladoras, con lo cual se disminuiría la sobreexplotación del acuífero.

Proyecto 2. 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 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. Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero. Objetivo. Contar con un modelo geohidrológico dinámico y flexible que permita: (1) definir el funcionamiento del acuífero; (2) determinar la relación del mismo con los fenómenos superficiales que originan la recarga; (3) predecir el efecto de un posible cambio en el régimen de descargas; (4) conocer la interacción con el sistema marino adyacente; (5) establecer el flujo y transporte de los componentes químicos del agua subterránea; (6) disponer de información de referencia que apoye la planeación y el manejo del acuífero; y (7) mantener una constante actualización en la cuantificación de los recursos hidráulicos.

Proyecto 5. 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 6. 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.

Proyecto 7. Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso publico urbano. Este programa consiste en mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano mediante la reducción del consumo per cápita. Con el ahorro y uso eficiente del agua se reducirá la dotación de 250 litros por habitante por día (LHD) a 200 LHD lo que representa un ahorro de 5.5 a 9 Mm³/año en el horizonte de proyección rescatando globalmente al 2030 del orden de 189 Mm³.

Proyectos de Conservación

Proyecto 1. Presa Invertida. Con esta obra se establecerá una barrera impermeable que impida la infiltración del agua del mar y el incremento del agua al acuífero. Con el objetivo de incrementar la disponibilidad del agua en el acuífero e impedir la infiltración del agua del mar evitando la salinización del acuífero.

Proyecto 2. Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero. 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.

Proyecto 3. 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

Proyecto 4. 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 5. 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 6. Laguna Zarahembla. Aumentar la disponibilidad de agua en el acuífero mediante el almacenamiento superficial temporal en la Laguna Sarahembla. Almacenar un volumen adicional (8 Mm³) de forma temporal cuando se lleven a cabo escurrimientos extraordinarios para utilizarse en la agricultura permitirá disminuir la presión de extracción que existe actualmente sobre el acuífero. El costo estimado de la obra requerida es de \$500,000.00 lo cual lo hace muy factible.

Proyecto 7. 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 14,779 habitantes de la población de la Col. Vicente Guerrero, más de 200 ha las tierras de cultivo colindantes y en riesgo de inundación, la estructura agrícola, 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 capacidad operativa y la obtención de una posición de liderazgo del COTAS de Col. Vicente Guerrero, 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 Vicente Guerrero integra 21 acciones para las cuales se estimó el rescate de 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030 a un costo medio de 0.43 \$/m³ de agua liberado para un total de 714 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

RESUMEN EJECUTIVO

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 10,142 millones de pesos al asignarle un valor al metro cúbico de agua rescatado de 11.84 \$/m³ (costo promedio de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva) obteniéndose una relación beneficio costo de 14.21. A partir del 2010 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2012 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

En el 2005 cultivando poco más de 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/ha se estimó una relación Beneficio Costo de 1.01 y la productividad del agua de 19.49 \$/m³, con este valor en la evaluación económica del plan de manejo, dicha relación es igual a 44.7. Para obtener una relación de Beneficio Costo igual a la unidad el valor del metro cúbico de agua rescatado mínimo es de 0.85 \$/m³.

Lo anterior se compara favorablemente con los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación que totalizan 943 millones de pesos de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo.

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 y profundización de los pozos, el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero. La sobreexplotación, en el Escenario Repda Restringido, reduce la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³.

La información de los costos para la extracción del agua indica valores del orden de 1.69 \$/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

RESUMEN EJECUTIVO

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 19.49 \$/m³, como se señaló anteriormente.

En el plan de manejo, las acciones de Estabilización representan el 30% del costo total y el 20% del volumen liberado con un costo promedio de 0.64 \$/m³. Entre ellas, el Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola representa el 13% del costo total y libera el 0.4 % del volumen de agua, con un costo de 12.89 \$/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 4% 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 subsidio, cuidando que este último se oriente a los sectores de la población más necesitados.

La acción de Gestión de Derechos de Agua a Favor del Acuífero representa el 8.5% del costo total y libera el 19 % del volumen total a un costo de 0.19 \$/m³, confiriéndole un carácter prioritario

La acción del Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Publico Urbano libera menos del 0.1% del volumen total y representa el 0.7% del costo total a un costo de 3.69 \$/m³. Hay que considerar que el sistema actual es incipiente pero debe nacer y crecer con una cultura de ahorro y uso eficiente

Las acciones de Conservación representan un costo de 487 millones de pesos (66% del costo total) y liberan el 80% del volumen total a un costo medio de 0.35 \$/m³. En estas acciones el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 19% del volumen, afectando el costo total en 4.8% con un costo de 0.11 \$/m³ de agua liberada, la Presa Invertida libera el 15% del agua total y representa el 30% del costo total a un costo de de 0.88 \$/m³ y la Laguna Zarahembla participa con el 5% del volumen total liberado y el 0.11% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³.

Las acciones de apoyo no contribuyen directamente a rescatar volúmenes del acuífero, por lo que su costo de 35 millones de pesos se prorroga como un costo indirecto sobre el volumen total liberado lo cual arroja un costo de 0.02 \$/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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 aún aumentando la extracción 22% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 17% de la recarga a un superávit de 27%.

En el Capítulo VII: Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación, el Escenario Inercial Repda Restringido durante el período 2007-2030 las extracciones superan el total de la recarga produciendo un déficit de 61 millones de metros cúbicos. En este escenario la extracción agrícola presenta una tendencia decreciente hasta los 7 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 20 millones de metros cúbicos.

La principal contribución para corregir el déficit del escenario anterior e incluso generar un superávit es la Disminución de la Extracción y el Incremento en la Recarga, mientras que las nuevas fuentes de suministro tiene un efecto marginal

Las 21 acciones del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero 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, Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano.

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

RESUMEN EJECUTIVO

Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas y bajas de la cuenca, la Construcción de Bordos de Recarga, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla.

No se considera la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura 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 una diferencia de 97% por los efectos de la presa invertida y la Laguna Zarahembla.

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 10% en todo el período y la disponibilidad de agua para uso urbano en 4% para el mismo período producto del uso eficiente del recurso.

La extracción agrícola en el Repda Restringido se incrementa en 24% 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

RESUMEN EJECUTIVO

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 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 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.
- 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

RESUMEN EJECUTIVO

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 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

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

RESUMEN EJECUTIVO

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 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 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 la Col. Vicente Guerrero 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 la Col. Vicente Guerrero se encuentra bajo un régimen de sobreexplotación por lo que las acciones planteadas en el PIMSA deben ser aplicadas de forma urgente.

RESUMEN EJECUTIVO

3. Se logra el uso sustentable del acuífero con la implementación del PIMSA al rescatar 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 714 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/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 la Col. Vicente Guerrero.

4. La evaluación actual cultivando poco más de 2,230 ha con un consumo de agua de 7,762 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. En el Escenario REPDA Restringido los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$943 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida del área de cultivo. Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 10,143 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 14.21 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 2012 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 20 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 61 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 la Col. Vicente Guerrero que tiene concesionado el 96.7% 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 710 mil metros cúbicos anuales con una inversión de 91 millones de pesos a un costo promedio de 12.82 \$/m³.
12. La construcción de una presa invertida en la zona costera del acuífero para evitar la intrusión salina, rescatará 13 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.88 \$/m³ y constituye una inversión de 217 millones de pesos.
13. La desviación de flujos superficiales de agua hacia la Laguna Sarahembla rescatará 8 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.01 \$/m³ y constituye una inversión de 780 mil pesos.
14. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 140,000 metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 28 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 15 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.
15. La construcción de bordos de protección con un costo de 12 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.
16. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 8 millones de pesos evitará la contaminación de 33 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.

XIV. REFERENCIAS

CNA, 1998a Actualización piezométrica del Valle de Guadalupe, Acuífero BC-07 Guadalupe, Municipio de Ensenada, B.C. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

CNA, 1998b Valle de Guadalupe, Baja California, Acuífero BC-07. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

CNA 1999. Documento de Respaldo para la Publicación de la Disponibilidad. Acuífero BC-07 Guadalupe. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

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. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.25.

Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa hidráulico regional 2002-2006: Región I – Península de Baja California. Subdirección General de Programación, Gerencia

RESUMEN EJECUTIVO

de Planeación Hidráulica, Gerencia Regional I Península de Baja California. Octubre de 2003, 215 pp.

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, 2006. Proyección de la Población en México.

Diario Oficial de la Federación, 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.

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.

Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas [PRONJAG], 2006. Diagnóstico 2006. San Quintín, B. C., Secretaría de Desarrollo Social.

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.

Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S.A., 1978. Geohidrológica del valle de Vicente Guerrero, B.C.N. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Promoción y Programas. Diciembre de 1978. 143pp.

TOMO I

Capítulo I. Generalidades.....	3
I.1. Antecedentes.....	4
I.2. Problemática.....	4
I.3. Justificación (legal, técnica y socioeconómica).....	5
Legal.....	5
Técnica.....	5
Socioeconómica.....	5
I.4. Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos específicos.....	6
I.5. Estudios previos.....	6
Generales, para todos los acuíferos:.....	6
I.6. Política nacional sobre el manejo del agua.....	7
I.7. Metodología y Técnicas de trabajo.....	8
Análisis e integración de la información existente.....	8
Participación de los involucrados.....	9
Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable.....	9
Uso agrícola.....	9
Uso pecuario.....	9
Uso potable.....	10
Uso industrial.....	10
Otros usos.....	10
Proyección de la demanda.....	10
Proyección del volumen de agua utilizable (oferta).....	10
Costos económico-ambientales por la sobreexplotación.....	11
Balances hidráulicos.....	11
Balance hídrico/agronómico.....	11
Balance de aguas subterráneas.....	11
Definición y simulación de escenarios paramétricos.....	11
Análisis de opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad.....	12
Manejo de la demanda.....	12
Manejo de la disponibilidad.....	12
Definición y análisis de escenarios concertados con usuarios.....	12
Definición de la Alternativa de Manejo.....	13
Estimación del costo-beneficio de la Alternativa de Manejo.....	13
Monitoreo, evaluación y seguimiento.....	13
Indicadores de evaluación:.....	13
Indicadores de seguimiento:.....	14
Elaboración del Plan de Manejo Integrado y sostenible del agua.....	14
Integración del informe final.....	14
I.8. Área de estudio.....	15
I.8.1. Localización.....	15
I.8.2. Extensión.....	15
I.8.3. Vías de comunicación.....	15

CAPITULO I. GENERALIDADES

El área de estudio de la Colonia Vicente Guerrero 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° 45 30" a 30° 42' 00" del latitud norte y los meridianos 116° 02 00" a 115° 57' 00" de longitud oeste.

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. Entre la meseta de san jacinto y el arrollo de Santo Domingo se localiza el Valle de Camalú, al sur del arroyo Santo Domingo en una longitud de 5 Km., se forma el Valle de la Colonia Vicente Guerrero separado del Valle de San Quintín por una pequeña serranía. Al sur de esta barrera natural entre los dos valles agrícolas se puede observar el grupo volcánico de San Quintín, alojado en el área de la bahía frente de la costa del Océano Pacífico.

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera.

En esta región, el clima es de tipo semiárido, con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm., y su media anual es de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originando lluvias en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual fluctúa entre los 12°C a 22 °C y la media anual es de 17 °C.

En el año de 1970 la población de Baja California era de 870, 421 personas y en 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.

En el acuífero del Arroyo de Santo Domingo, se distribuyen las localidades de la Col. Vicente Guerrero, Playas de San Ramón, Triquis (Lomas San Ramón) y Santa Fe, estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 16,247 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 4 %. 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 de 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.

1.1. Antecedentes

La principal actividad económica desarrollada en esta región es la agricultura, asimismo, en menor orden de importancia se tiene turismo y pesca.

El manejo de los recursos hídricos del acuífero de la Colonia Vicente Guerrero, 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 doméstica.

Actualmente se tiene desarrollado el Plan de Manejo del Acuífero de la Colonia Vicente Guerrero, el cual será considerado para desarrollar un Plan de Manejo Maestro Integrado y Sostenible que proponga programas y acciones concretas para la estabilización de los acuíferos y que se puedan implementar a corto, mediano y largo plazo.

1.2. 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 la Colonia Vicente Guerrero, 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.

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 urbano de la ciudad de Ensenada, 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. Objetivos

Objetivo General

Formular un plan Maestro de manejo integral del agua para la Colonia Vicente Guerrero, es con la finalidad de determinar el potencial de cada acuífero, actualice su disponibilidad. la demanda de agua interna y externa, proponiendo planes de manejo acorde a cada acuífero estableciendo límites a la extracción o políticas de operación para rescatar su condición de sobreexplotación y operarlo bajo un desarrollo sustentable. Determinar las fuentes alterna

de suministro como son el aprovechamiento de las aguas residuales urbanas, la construcción de un acueducto para obtener agua del Río Colorado y la explotación de agua salobre y salada, además de definir proyectos y obras para incrementar la disponibilidad mediante recarga inducida, definiendo el posible impacto económico y ambiental de cada acción propuesta.

Objetivos específicos

Integrar la cartera de estudios y proyectos existentes de cada acuífero, definiendo sus características básicas de disponibilidad, uso y aprovechamiento del agua.

Estimar la demanda actual y futura, para cada uno de los usos en cada acuífero, considerando los cambios en la vocación del uso del suelo, los planes de desarrollo municipal y la proyección de los servicios para uso público urbano de acuerdo al Organismo Operador.

Estimar la situación actual de la relación costo-beneficio de la sobreexplotación.

Determinar la disponibilidad del agua subterránea para cada acuífero.

Con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro, a nivel de cada acuífero y de la región (zona de estudio).

Evaluar en términos técnicos, económicos y sociales las diversas opciones de manejo del agua, a nivel de cada acuífero y de la región (zona de estudio).

1.5. Estudios previos

En general el carácter de los trabajos recabados es diverso, destacando obviamente los estudios geohidrológicos; sin embargo, existen muy pocos completos. La gran mayoría son actualizaciones de estudios precedentes que sólo realizaron nuevas evaluaciones en cuanto los temas del censo de aprovechamientos, piezometría y calidad del agua; difícilmente plantean otras características físicas del acuífero o por lo menos realizan pruebas adicionales para corroborar los parámetros o estructuras adoptadas.

Este no es el caso de todos los acuíferos, el acuífero de la Misión cuenta con una amplia gama de estudios hidrológicos, geohidrológicos, geofísicos que se llevaron a cabo con el propósito de elaborar el proyecto ejecutivo de la presa invertida en este valle. Se cuenta también con un modelo hidrogeológico numérico desarrollado en MODFLOW y que es utilizado para obtener la dinámica del acuífero bajo los escenarios de explotación. El modelo referido es producto del “Estudio de simulación hidrodinámica de los acuíferos de Tijuana y La Misión B.C. (1999)” en este estudio se encuentra la recopilación bibliográfica y de estudios previos más completa de este acuífero y es tomada en este trabajo como el

Generales, para todos los acuíferos:

Los estudios para el sector agrícola, han sido importantes para analizar los volúmenes de demanda y su efecto en la sobreexplotación. En este aspecto se obtuvo la información de SAGARPA a través de la Coordinación de Información y Estadística del Distrito de Desarrollo Rural 001, Ensenada con referencia los padrones de cultivo y láminas de riego para cada Centros de Apoyo de Desarrollo Rural (CADER), los cuales fueron disgregados por acuíferos para los ciclos de los años 2000 al 2006. Los valores de láminas de riego por

cultivo fueron tomados del “Paquetes tecnológicos para el área de influencia del campo experimental. Costa de Ensenada” elaborado por el (INIFAP) para esta región específica en septiembre del 1998. Algunos de los valores reportados para estos cultivos fueron actualizados por el personal del INIFAP en Ensenada.

En el Apéndice 2 presenta fichas de resumen de las publicaciones, estudios, investigaciones y Tesis, recabadas durante la recopilación de información para fines de este estudio.

I.6. Política nacional sobre el manejo del agua

El medio ambiente sigue siendo una prioridad para el País, como fue manifestado en el Plan Nacional de Desarrollo (PND¹), que aún sigue vigente y se le está dando continuidad, toda vez que el desarrollo de la nación no sería sustentable si no se protegen los recursos naturales con que cuenta. En este se presentan los principios, objetivos y estrategias que orientarán las acciones en los próximos años. Es el instrumento rector de toda la acción de la administración pública federal. El Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 Península de Baja California considera la misma estructura que el PND pero con una visión que ahora se extiende hasta el año 2030. Es conveniente enfatizar los conceptos sobre el desarrollo sustentable y el desarrollo económico regional equilibrado. Ambos, están íntimamente ligados a la idea de crear condiciones de desarrollo que sean socialmente incluyentes, ambientalmente sustentables y financieramente viables.

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

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

Por su parte el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMA) representa el marco que establece los principios bajo los cuales se han diseñado las estregáis correspondientes al sector hidráulico:

Lograr sectores productivos competitivos y ambientalmente sustentables.

- Garantizar la conservación de la biodiversidad del país.
- Detener y revertir la contaminación del agua, aire y suelo.
- Detener y revertir la deforestación y la erosión del suelo.

Con la finalidad de instrumentar los principios antes mencionados se establecen en el PNAM los siguientes objetivos estratégicos:

¹ Constituye el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal con un horizonte de seis años (2001 - 2006). representa los principios de este gobierno, sus objetivos y estrategias.

Incorporar la protección al medio ambiente en todas las actividades de la vida nacional (gobierno, sector privado, academia y sociedad en general).

Para lograrlo, se impulsarán y consolidarán las formas de participación social que alienten al ciudadano, de manera individual y en grupos organizados, a intervenir en la formulación y ejecución de la política ambiental y a mantener una actitud vigilante sobre los recursos y el medio ambiente.

Asegurar la participación pública, la transparencia, la equidad, la inclusión de los diferentes actores sociales en la construcción y conducción de la política ambiental

Para ello, se impulsará una política de pleno acceso a la información ambiental, dando respuesta a las demandas sociales y facilitando la transparencia en los procesos de administración ambiental y gestión de los recursos naturales.

Realizar una gestión ambiental integral y descentralizada. La administración federal del medio ambiente se fundamentará en una planeación estratégica del sector, con un enfoque de cuencas, que integre factores hidrológicos, atmosféricos, bióticos, humanos y trascienda el ámbito local.

Los objetivos, metas y estrategias del PNMA, gobiernan las del sector hidráulico, en especial lo que se refiere al manejo integral de cuencas (MIC) y los programas estratégicos para la nueva gestión ambiental. En este sentido se reconoce a la cuenca como unidad básica de desarrollo, considerando la presencia y relación de todos los elementos que existen e interactúan dentro de ella, incluyendo los recursos hidráulicos. Dentro de los programas para la nueva gestión ambiental, se considera el de detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida, además de la Cruzada por los Bosques y el Agua.

I.7. Metodología y Técnicas de trabajo

Como metas para establecer las bases del Plan de Manejo Integrado de las Aguas Subterráneas se propuso la integración de las siguientes actividades:

Análisis e integración de la información existente.

Realizar una síntesis de los talleres de planeación participativa realizados en la zona de estudio.

Consultar e integrar una síntesis de las propuestas, trabajos y acciones implementadas por organismos federales, estatales o municipales, dando el crédito correspondiente y considerando las acciones que por su importancia deban ser consideradas o realizadas para enriquecer los resultados del Plan Maestro de Manejo.

Analizar y sintetizar el desarrollo socioeconómico de la región; las características básicas de disponibilidad, uso y aprovechamiento del agua subterránea, del agua superficial y del agua residual tratada y sin tratar. A partir del análisis de la información existente, se definen las fuentes existentes y potenciales de contaminación. Llevar a cabo una breve descripción del balance de aguas subterráneas existente. Definir los factores técnicos, económicos y políticos que afectan la demanda de agua en el sector riego, urbano e industrial; en el ámbito del estudio, evaluar las consecuencias o efectos de la aplicación de recursos económicos en los programas relativos al manejo del agua (Programas de uso

eficiente del agua y la energía. PROCAMPO. Programa de ferti-irrigación, etc.), y valorar los volúmenes recuperados de agua subterránea (sí los hubo).

Participación de los involucrados.

Mediante la realización de series de reuniones con los involucrados (incluyendo representantes de las instituciones de los tres niveles de gobierno y los COTAS), en las que se presentaron el análisis de las acciones propuestas en las reuniones previas, estableciendo los beneficios o inconveniencias de las propuestas, y a partir de estas reuniones se definieron en forma consensuada las acciones a realizar y su secuencia para alcanzar los objetivos propuestos respecto a la estabilización de los acuíferos.

Dichas series de reuniones con los usuarios fueron convocadas por la CONAGUA y dirigidas por el grupo técnico de la UABC acorde a los temas de la reunión, con el objeto de recopilar de manera detallada todas las opiniones de los usuarios, a fin de analizarlas e integrarlas durante el proceso de planeación. Las series de reuniones se desarrollaron en las instalaciones de la UABC campus San Quintín, ya que las actividades programadas requerían que así fuera, ya por la necesidad de hacer un recorrido de campo en los acuíferos en cuestión como por aumentar la audiencia y oír de viva voz la problemática del acuífero de todos los usuarios.

Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable.

Se hizo una clasificación de usuarios del agua de acuerdo a sus características de consumo, producción, población, según sea el caso, se cuantificaron la demanda de agua en todos los usos. Además del uso de agua subterránea se incluyó el uso actual de agua superficial y agua residual.

Uso agrícola.

En las áreas con agricultura de riego fue necesario, para cuantificar la demanda de agua actual e histórica, determinar: el patrón de cultivos actual e histórico, la superficie regada por ciclo y su tendencia; el requerimiento de riego por cada cultivo, la lámina bruta empleada, los métodos de riego utilizados y la eficiencia de riego dividida en eficiencia de conducción y eficiencia de aplicación; todo lo anterior tanto para la superficie regada con agua subterránea como para aquella regada con agua superficial o residual. Para lo cual se recurrió a la información recopilada por la SAGARPA en cada CADER y a los requerimientos de cultivo locales estimados por el INIFAB.

A través de los reportes de la SAGARPA se analizó efecto que ha tenido el sistema de incentivos (precios de garantía, control del estado en la comercialización de los productos, controles de mercado y subsidios a la energía eléctrica, agroquímicos, etc.) en la evolución del patrón de cultivos y por consiguiente, en la demanda de agua.

Además se evaluó el impacto económico por sector productivo, como son riegos rodados, medianamente tecnificados y altamente tecnificados, asociándolos con los precios del mercado local nacional e internacional en los casos de los productos de exportación.

Uso pecuario

Se identificó y caracterizó el ganado que se abastece de agua subterránea e identificó sus requerimientos en cuanto a cantidad y calidad del agua necesaria, en función del tipo de procesos en que se utiliza (abrevadero, limpieza de instalaciones, producción, etc.).

Encontrándose que la demanda por este uso es muy baja y en general no está reportada ya que los hatos ganaderos son muy pequeños y su crianza es de tipo extensiva.

Uso potable

Con respecto al uso público urbano y rural, se determinó las cantidades utilizadas por la población; con base en la facturación del organismo operador (CESPE) y la división de la población en grupos con similar nivel económico, además se definieron los requerimientos per cápita de la población para determinar las diferencias entre lo que usan y lo que realmente necesitan. Se determinó la oferta total para agua potable y cuanto llega efectivamente al usuario, señalando las pérdidas tanto administrativas como técnicas reportadas por la CESPE y que volumen representa. Se calculó la proporción del volumen entregado a los usuarios y facturado por cada uno de los sistemas de tarifarios.

Se evaluó el costo del agua considerando la operación y administración en el caso de agua asignada por la CONAGUA y se contrastó con los costos de utilizar aguas marinas tratadas, incluyendo en el análisis los costos de los sistemas de tratamiento, así como su comparación con los costos de suministrar el agua por medio de un nuevo ramal del acueducto Río Colorado-Tijuana, considerando la compra de derechos, operación y otros factores.

Uso industrial

Se realizó una clasificación de las industrias existentes en función del tipo de industria, procesos en los que utiliza agua, cuanta utiliza (por cada una y en total) y de qué calidad la necesita. Cuantas industrias se abastecen de pozo profundo y cuántas se abastecen directamente de la red de agua potable; en ambos casos cuantificar el agua que demandan y el sistema de tarifas del organismo operador.

Por otro lado se evaluó cuantas industrias, prestadores de servicios u otros usos, que pueden aprovechar agua residual debidamente tratada, para proponer programas de intercambio y rescate de agua de primer uso.

Otros usos

Se identificaron otros usos (servicios, doméstico, agroindustrial, acuícola) existentes en la zona de estudio independientes a los enunciados anteriormente y registrados en el REPDA, y se estimó en cantidad y calidad los requerimientos para estos usos.

Proyección de la demanda

Se realizó la proyección de la demanda para cada uno de los sectores (usos) considerando horizontes de planeación a corto, mediano y largo plazo. Dichos horizontes se definieron para cada caso, en función de condiciones locales y en acuerdo con CONAGUA.

Proyección del volumen de agua utilizable (oferta)

Se realizó la proyección del volumen de agua utilizable para el Escenario 1 (Inercial) y para el Escenario 3 (Máxima tecnificación) considerando horizontes de planeación a corto, mediano y largo plazo. Dichos horizontes se definieron para cada caso, en función de condiciones locales y en acuerdo con la CONAGUA.

De manera general para la proyección se considera:

Volumen de agua utilizable = Vol. de Agua Subterránea + Vol. Agua Superficial Aprovechada + Vol. Agua residual tratada y sin tratar aprovechada.

Costos económico-ambientales por la sobreexplotación.

Para fines de este estudio se evaluó primeramente los costos de los impactos ambientales identificados a la fecha; se consideraron como impacto económico ambiental al cambio neto resultante de un efecto ambiental (sobreexplotación), estos cambios se ubican en el bienestar económico y social de la población y en las condiciones óptimas del ecosistema. En el caso en que se identificaron impactos cuya evaluación no pudo expresarse en términos monetarios se propuso alguna alternativa para evaluarlos cualitativamente.

Balances hidráulicos.

Balance hídrico/agronómico

Se desarrolla un balance hidráulico integral (aguas subterráneas y aguas superficiales) de cada acuífero de la zona de estudio, en el que se cuantifica cada una de las variables de entrada y de salida al sistema. El área de balance se lleva hasta las fronteras físicas y/o hidrogeológicas existentes.

Balance de aguas subterráneas

Una de las tareas a desarrollar para la toma de decisiones en el plan de manejo son los balances de aguas subterráneas, que de manera básica consisten en: registrar las entradas, salidas y el cambio de almacenamiento que se presentan en un lapso de tiempo determinado en un área del acuífero, con el propósito de cuantificar su potencialidad. Para ello se analizaron a detalle los reportes de elevaciones del nivel freático, evolución de niveles, composición física del acuífero, registros de estudios geofísicos en los que se han determinado las variables hidrogeológicas, ensayos de bombeo, recortes de pozos y en general resultados de estudios previos.

Definición y simulación de escenarios paramétricos

Con la proyección de la demanda y la disponibilidad, se realizó un análisis predictivo para cada acuífero, considerando los escenarios que se describen a continuación. Estos escenarios tendrán la función de predecir impactos en la hidrología subterránea bajo opciones de manejo que servirán para sensibilizar en términos cuantitativos a los usuarios del agua subterránea. En estos escenarios no se contemplan acciones concretas sencillamente presuponen opciones de explotación típicas que nos darán una idea de la gravedad del problema de sobreexplotación y sus posibles soluciones.

Escenario 0. *Condiciones iniciales.* Este es un escenario teórico se considera la extracción de agua subterránea de cada sector igual a cero, a fin de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica (condiciones naturales a largo plazo).

Escenario 1. Escenario Inercial. En este escenario se considera la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se utiliza para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.

Escenario 2. Máxima Tecnificación. En este escenario se consideran todas las acciones posibles de tecnificación de cada uno de los usos para reducir al máximo la demanda de agua subterránea. Este escenario es un estado de referencia para conocer cual podrían ser nuestras máximas expectativas teniendo un máximo de recursos para estabilizar o recuperar un acuífero. En él se considera que como prioritario el uso público urbano sobre cualquier otro uso.

Escenario 3. Extracción REPDA. En este escenario se considera que la extracción de agua subterránea corresponde a la inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), 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.

Análisis de opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad

Se analizan todas las opciones pragmáticas para reducir la demanda y aumentar la disponibilidad a favor del acuífero, tanto de agua subterránea como superficial y residual tratada y no tratada, con el propósito de alcanzar un uso sustentable del agua.

De manera especial, para plantear opciones verdaderamente pragmáticas de reducción de la demanda en el uso agropecuario. Se realizaron visitas de campo, a fin de obtener información actualizada y evaluar de primera mano el grado de tecnificación que en cada uno de los acuíferos se aplica en este uso.

Manejo de la demanda

Se analizaron las acciones para reducir la demanda e identificar las factibles para la zona de estudio, para ello, se consideraron como base los talleres de planeación participativa (método ZOPP) llevados a cabo en la zona de estudio, relativos al manejo del agua. En este aspecto se utilizó el árbol de problemas, objetivos y acciones derivadas de las reuniones participativas. De igual forma se consideraron las estrategias de acción propuestas en estudios que han sido realizados por el Municipio y otras instituciones de investigación y planeación, tanto regionales como nacionales.

Manejo de la disponibilidad

Se analizaron todas las acciones propuestas para aumentar la “disponibilidad” (oferta) y se identificaron las que resultan ser factibles para cada acuífero y para la zona de estudio en general, tanto de agua subterránea como superficial y residual tratada y no tratada, además de otras fuentes como la importación de agua y la desalación, en un horizonte a corto, mediano y largo plazo.

Definición y análisis de escenarios concertados con usuarios.

Para cada acuífero, se integraron diversos escenarios basados en las opiniones de los usuarios e instituciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos (obtenidas en la tercera serie de reuniones). Las aportaciones de los usuarios durante la tercera serie de reuniones, no fue suficiente, por lo que se propuso y llevó a cabo un recorrido de campo en el que se visitó tanto las zonas de cultivo, como las plantas desalinizadora, así como los sitios en los que los usuarios proponen llevar a cabo obras que pueden aumentar la recarga del acuífero y con ello la disponibilidad. Adicionalmente, dichos escenarios, reflejaron el análisis de las opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad. Los escenarios

propuestos fueron modificados por los usuarios hasta obtener un escenario en el que todas las acciones son acordes a los intereses de los usuarios y el gobierno, pero sin perder de vista el manejo sustentable del acuífero.

Definición de la Alternativa de Manejo.

Con base en el análisis de escenarios paramétricos, 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. Este Plan de Manejo es acorde a los intereses conjuntos de todos los involucrados integrando las acciones de reducción de la demanda y manejo de la disponibilidad de cada acuífero y de la región en general, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucional, legales, protección ambiental y desarrollo sustentable.

Las acciones de la Alternativa de Manejo, se presentan de formas concretas y pragmáticas aplicables a corto, mediano y largo plazo; enmarcadas en el contexto actual de la política nacional del agua. Así también, los objetivos, las estrategias, programas y las acciones de esta alternativa, se adecuan el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua. A fin de que a corto plazo se frene la sobreexplotación de los acuíferos y a mediano y largo plazo se reduzca gradualmente dicha sobreexplotación hasta alcanzar su estabilización y garantizar el desarrollo sustentable. El plan de manejo contempla de manera especial las acciones a corto plazo (perfectamente evaluadas y consensuadas con los involucrados en el manejo de los recursos hídricos).

Estimación del costo-beneficio de la Alternativa de Manejo.

Para cada acuífero, se realizó la estimación y valoración cualitativa y monetaria de los impactos económicos y ambientales a futuro con los cambios propuestos (por incremento o reducción), en los tres horizontes de tiempo; así como los beneficios y la relación beneficio-costo al haber elegido esta alternativa de manejo de la demanda y la disponibilidad.

Monitoreo, evaluación y seguimiento.

El Plan de Manejo incluye, para cada acuífero, un sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento de diversos indicadores que permiten observar y analizar la ejecución del plan de manejo, así como medir su avance y el logro de sus objetivos, confrontando el avance programado contra el real. En el planteamiento de dichos indicadores, se precisan: los datos requeridos, las fuentes de verificación, ¿Quién monitorea?, ¿con qué frecuencia? y ¿con qué método?, así como los responsables de procesar y analizar la información. Se establece el valor meta para cada indicador a las fechas de monitoreo y evaluación establecidas.

En la definición del sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento, se analizan los indicadores que a continuación se enlistan. Adicionalmente se proponen, de común acuerdo con la CONAGUA, algunos otros que se han considerado necesarios.

Indicadores de evaluación:

- Porcentaje de variación de la extracción
- Hidrometría de las extracciones

- Evolución del nivel estático
- Evolución de la calidad del agua
- Volumen de transferencia de derechos
- Rescate de volúmenes a favor del acuífero
- Evolución de la recarga total
- Porcentaje de población con servicio de agua potable
- Producción Agrícola (\$ y Toneladas)
- Número de pozos clausurados

Indicadores de seguimiento:

- Plantas de tratamiento construidas
- Volumen de agua intercambiada
- Volumen de agua reutilizada
- Cursos de capacitación impartidos
- Obras de recarga artificial construidas
- Volumen de agua ahorrada
- Número de pozos titulados
- Fortalecimiento de los COTAS
- Número de usuarios que interactúan con los COTAS
- Número de campañas de divulgación
- Evolución del Patrón de cultivos
- Evolución de la superficie de riego tecnificado
- Establecimiento y monto de las aportaciones de los usuarios
- Número de Grupos de trabajo integrados

Elaboración del Plan de Manejo Integrado y sostenible del agua.

Como resultado del proceso de planeación descrito en las actividades anteriores, se presenta de forma clara y precisa, en un volumen por separado (Tomo III), el Plan de Manejo Integral del acuífero de Santo domingo.

Integración del informe final.

El informe final contiene la información obtenida durante el desarrollo de las diferentes actividades incluyendo la que resultó del análisis, procesamiento e interpretación de datos.

I.8. Área de estudio

I.8.1. Localización

Políticamente el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero pertenece al estado de Baja California, correspondiente al municipio de Ensenada.

La cuenca del Arroyo Santo Domingo, a la que pertenece en el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero se localiza en la porción centro-occidental de Baja California, a una altitud de 10 m.s.n.m. El área de estudio se localiza geográficamente entre los paralelos 30°45'00" y 30°40'00" de latitud norte y entre los meridianos 116°02'00" y 115°55'00" de longitud oeste.

I.8.2. Extensión

El acuífero de la Colonia Vicente Guerrero tiene una extensión aproximada de 1,227 km², de los cuales 30 km² corresponden a la denominada superficie acuífera, el resto pertenece a las sierras que forman parte de este acuífero.

I.8.3. Vías de comunicación

El Valle de San Quintín donde se localiza la Colonia Vicente Guerrero, se encuentra comunicado dentro del estado de Baja California por la carretera Federal Libre N° 1 que desde Tijuana transcurre hacia el sureste pasando por 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 carreteras que comunican la zona de estudio, existen caminos de tercería que junto con caminas 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.

CONTENIDO

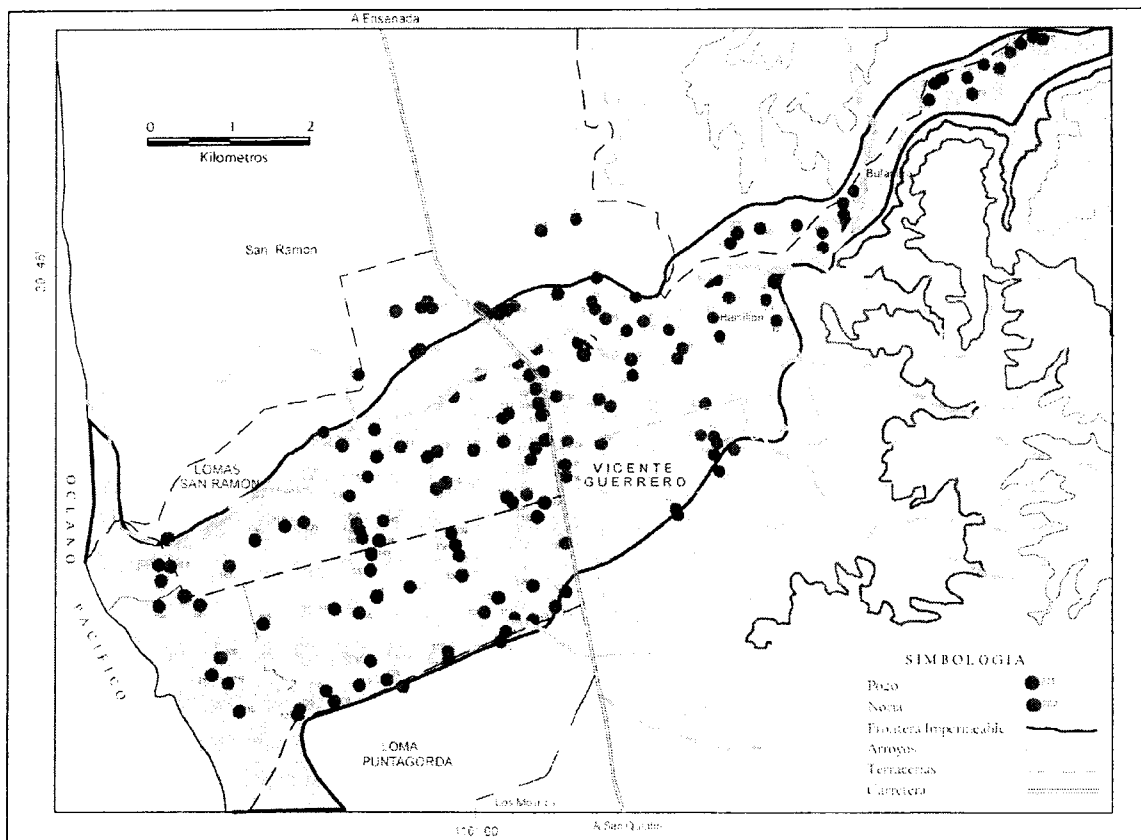
CONTENIDO	1
CAPÍTULO II. SITUACIÓN ACTUAL	2
II.1. POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO	2
II.1.1. Población	2
II.1.2. Actividad económica	3
II.2. EVALUACIÓN DE PROGRAMAS RELATIVOS AL MANEJO DEL AGUA	4
II.2.1. Programas integrales	4
II.2.2. Evaluación de avances en los programas	7
II.3. CLIMATOLOGÍA	8
II.3.1. Clima	8
II.3.2. Precipitación pluvial	9
II.3.3. Temperatura y evaporación real	9
II.4. AGUAS SUBTERRÁNEAS	10
II.4.1. Geología	10
Cenozoico	14
II.4.2. Unidades Hidrogeológicas	15
II.4.3. Funcionamiento del sistema acuífero	16
II.4.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría	17
II.4.5. Uso del agua subterránea	17
II.4.6. Comportamiento piezométrico	17
II.4.7. Calidad del agua subterránea	19
II.4.8. Condiciones de explotación del agua subterránea	21
II.5. AGUA SUPERFICIAL	22
II.5.1. Hidrometría y usos del agua	22
II.5.2. Calidad del agua superficial	24
II.6. FUENTES POTENCIALES Y EXISTENTES DE CONTAMINACIÓN	24
II.7. RESULTADOS DE LA PLANEACIÓN PARTICIPATIVA (MÉTODO ZOOP)	24
II.7.1. Participantes en la Planeación	24
II.7.2. Principios Básicos para el Manejo de Agua	25
II.7.3. Descripción del Proceso de Planeación Participativa	25
II.8. CITAS	27
TABLA 1.	CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS REPORTADOS EN LA LITERATURA 20
TABLA 2.	RESULTADOS DE LA RELACIÓN DE MEZCLAS AGUA DULCE – AGUA MARINA 21
FIGURA 1.	MAPA DEL ACUÍFERO DE COLONIA VICENTE GUERRERO. 2
FIGURA 2.	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LA REGIÓN 3
FIGURA 3.	DISTRIBUCIÓN DE CLIMAS EN LA CUENCA SANTO DOMINGO 9
FIGURA 4.	PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1984-2003 EN LA CUENCA HIDROLÓGICA 10
FIGURA 5.	PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL 1984-2003 EN CADA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA 10
FIGURA 6.	PROVINCIAS GEOLÓGICAS 11
FIGURA 7.	GEOLOGÍA DEL ÁREA DE VICENTE GUERRERO 12
FIGURA 8.	ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL BASAMENTO 16
FIGURA 9.	EVOLUCIÓN DE LA PROFUNDIDAD PROMEDIO DEL NIVEL ESTÁTICO 18
FIGURA 10.	ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN 1994 19
FIGURA 11.	EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS 20
FIGURA 12.	DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO 22
FIGURA 13.	CUENCA HIDROLÓGICA SANTO DOMINGO 23
FIGURA 14.	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN LA ESTACIÓN SANTO DOMINGO 23

CAPÍTULO II. SITUACIÓN ACTUAL

II.1. Población y desarrollo socioeconómico

II.1.1. Población

Según el más reciente Censo Nacional de Población y Vivienda (INEGI, 2005) el área del acuífero de Vicente Guerrero (Figura 1) cuenta con 16,247 habitantes distribuidos principalmente en tres poblaciones: Col. Vicente Guerrero, 10,632; Triquis (Lomas San Ramón), 3,432; y Santa Fe, 1,886. Proyecciones de la tasa de crecimiento (Figura 2) arrojan un estimado de 17,531 habitantes entre las tres poblaciones para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b), es decir, poco más de 1 % de crecimiento anual.



**Figura 1. Mapa del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.
Modificado de Ing. Civiles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGASA] (1978)**

El fenómeno migratorio es de suma importancia en la zona del Valle de Vicente Guerrero 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, 2005) 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 otros lugares.

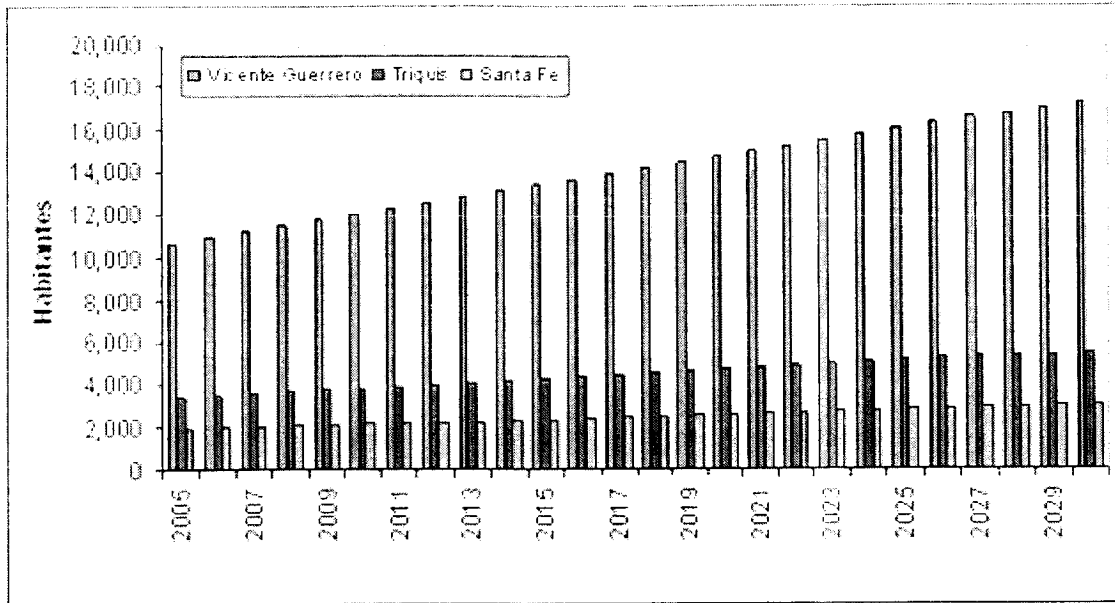


Figura 2. Proyección de la población en la región
Información tomada de INEGI (2005b) y CONAPO (2006)

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 años recientes 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 (CONAPO-COLEF, 2003). Durante el 2006 dicha población ascendió a 4364 jornaleros tan solo en el valle de Vicente Guerrero (PRONJAG, 2006).

II.1.2. Actividad económica

La actividad económica más importante de la región es la agricultura de alta tecnología. Los principales cultivos son tomate (de vara y de sombra), cebolla, col de brusselas, pepino, habas, fresa y frambuesa (SEDESOL, 2006). 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. Toda esta actividad agrícola requieren de una cantidad importante de mano de obra, la que es obtenida en otros estados de la Republica (SEFOA, 2002).

En la zona también se cría ganado bovino, ovino, porcino y caprino. El turismo, la producción acuícola, sobre todo ostión, y la pesca se practican en menor escala (López-Limón, 2002). La actividad comercial es abundante y orientada fundamentalmente al mercado interno, destacándose los giros restaurantero y farmacéutico (SEDESOL, 2006).

II.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).

II.2.1. Programas integrales

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.
- 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, se proponen 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 estabilización del acuífero: actualización geohidrológica, modelación y reglamentación.

En concordancia con el ***Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007***, el Ejecutivo Estatal ha puesto especial atención a la construcción de infraestructura y equipamiento necesario para poder alcanzar un crecimiento sostenido que ofrezca bienestar y mejor calidad de vida para los habitantes, por lo cual se han implementado estrategias y líneas de acción para corregir los rezagos que se presentan debido al acelerado crecimiento de la población. Con base en los planteamientos formulados por la ciudadanía los cuales fueron plasmados en el Plan, a fin de atender la demanda de servicios públicos en distintas zonas urbanas y rurales, las acciones de agua potable y alcantarillado sanitario se orientaron a disminuir el rezago en dotación y aumentar la cobertura en las principales ciudades del Estado al 98% y 91%, respectivamente.

Dentro de los ejes temáticos del ***Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010*** (PMD) del Municipio de Ensenada se incluyen rubros como el desarrollo regional rural sustentable, el desarrollo económico y la infraestructura y servicios públicos de calidad. Entre los objetivos están del plan están: Aprovechar sustentablemente los recursos naturales, fortalecer las regiones rurales, prestar servicios públicos de calidad, lograr la certidumbre en la tenencia y uso de la tierra y fomentar el desarrollo agrícola.

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:

- 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 represas.
- 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 **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.
- 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.

II.2.2. Evaluación de avances en los programas

Un objetivo común entre estos programas ha sido el de involucrar y obtener la colaboración de los pobladores y usuarios del agua con la meta de lograr el uso sustentable de los recursos hidráulicos disponibles en la región. En ese respecto, los programas han tenido éxito al reportar la colaboración de numerosos ciudadanos en la elaboración y evaluación de planes y programas.

Otro de los aspectos en los que se enfocaron los esfuerzos del organismo administrador, la Comisión Nacional del Agua (CNA), fue en la descentralización y descompactación de las operaciones para lograr una mayor eficiencia. Como resultado, hoy en día se cuenta con los Organismos de Cuenca, los que son los responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. También fungen como enlace entre CNA y los gobiernos de las entidades federativas. Otro avance en el rubro de la descentralización lo constituyen las Direcciones Locales. Éstas tienen la importante labor de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas que les corresponden.

A la fecha los programas han obtenido resultados lentos pero satisfactorios que encaminan a la zona del acuífero del valle de Vicente Guerrero hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial. Además, los nuevos programas retoman los conceptos, planteamientos y metas establecidos en aquellos a los que reemplazan, es decir, en la creación de nuevos planes se han tomado como referencia los preceptos, visiones y principios planteados en programas anteriores (CNA, 2008).

II.3. Climatología

II.3.1. Clima

Por su extensión la cuenca del arroyo San Domingo se clasifica como intermedia-grande y presenta diversos climas sujetos al relieve topográfico. La franja de laderas y mesetas 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 (Figura 3), con precipitaciones invernales. El clima que impera en la región de estudio es de tipo seco y muy seco templado y muy seco semihúmedo. En particular, se trata de climas frescos con fuerte influencia marítima, menos extremos que los de la vertiente oriental de la península. Estos climas han sido descritos por Köppen y adaptados a las condiciones de la República Mexicana (García, 1988):

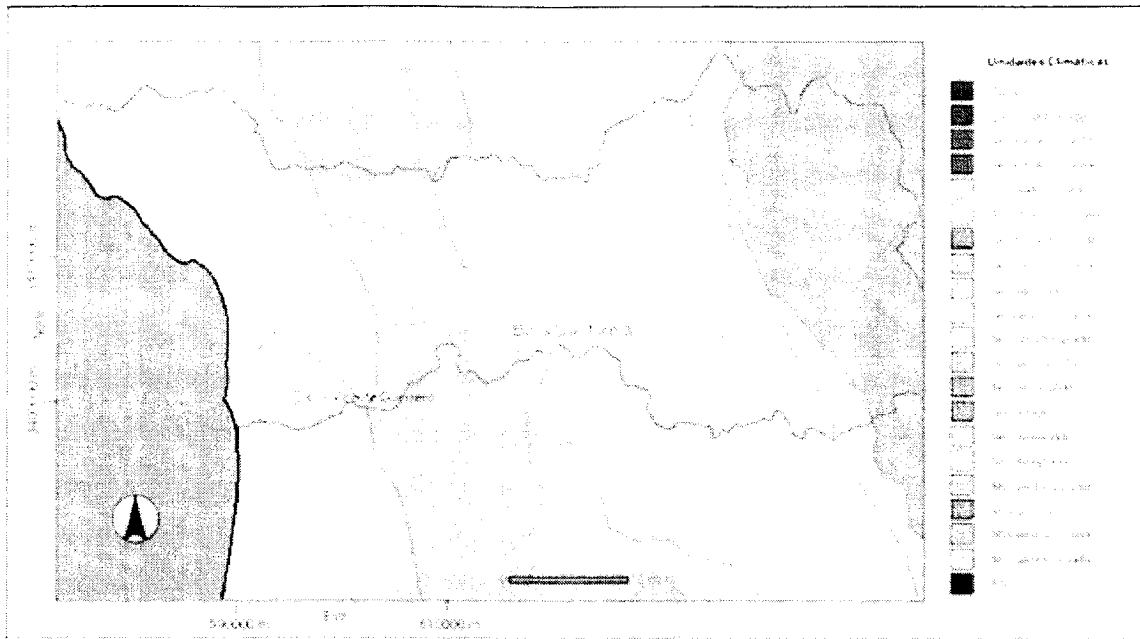
Clima Semiseco: Subtipo templado, con temperatura media anual entre los 12 °C y 18 °C; verano fresco, régimen de lluvia en invierno y algo extremo.

Clima muy seco o desértico: Subtipo templado, temperatura media anual de de 15 °C a 18 °C, verano fresco; régimen de lluvia de invierno, algo extremo y nieblas frecuentes.

- Subtipo semicálido, temperatura media anual de 18 °C a 22 °C, verano fresco que se extiende en la base de las montañas a altitudes menores de 800 msnm y régimen de lluvias en invierno.
- Subtipo cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, régimen de lluvias en invierno y extremo.

Clima templado: Subtipo húmedo, lluvias en invierno; clima mediterráneo; verano calido y algo extremo.

- Subtipo húmedo. Lluvia en invierno con verano largo y fresco. Se encuentra sobre las laderas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, entre 1000 y 2000 msnm.



**Figura 3. Distribución de climas en la cuenca Santo Domingo
Modificado de INEGI (2007)**

II.3.2. Precipitación pluvial

La precipitación media anual en la cuenca de Santo Domingo, en la que se ubica el acuífero de Col. Vicente Guerrero, ha sido estimada en 199.6 mm/año a partir de la serie 1984 a 2003 de diversas estaciones a lo largo de la cuenca (CNA, 2006). La máxima precipitación registrada durante ese periodo fue de 460.7 mm en el año 1993 mientras que la mínima de 57.9 mm correspondió a 1989. La cuenca presenta un régimen de lluvias invernal de noviembre a abril. La Figura 4 muestra la información proveniente de las estaciones climatológicas con mayor número de datos durante el periodo de análisis. Estas son: Col. Vicente Guerrero, Santo Domingo, Santa Cruz, Parque Nacional San Pedro Mártir y Colonia San Pedro Mártir. En la Figura 5 se observa el promedio de precipitación anual en cada estación.

II.3.3. Temperatura y evaporación real

La temperatura media anual varía desde los 5 °C, en el mes de diciembre y de 22 °C, en agosto; con un promedio de 17 °C (CNA, 2002). La media máxima reportada a la fecha es de 20°C en el año de 1992. Aunque las temperaturas son extremosas durante algunas horas en los meses calurosos del año, los promedios se mantienen relativamente estables durante todo el año. Por otro lado, el promedio anual de la evapotranspiración real durante el periodo 1970-1993 fue de 227.08 mm, con un mínimo de 82.27 mm durante 1987 y un máximo de 541.96 mm (CNA, 1995).

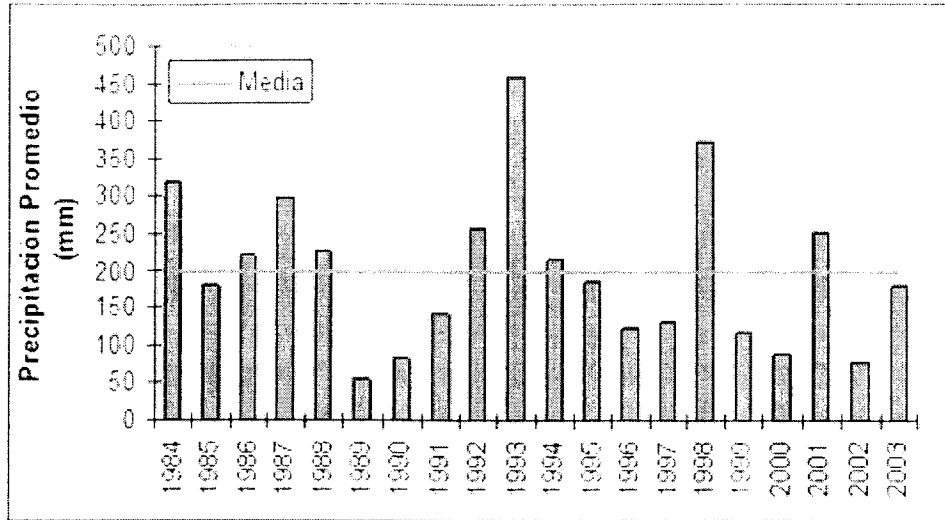


Figura 4. Precipitación promedio 1984-2003 en la cuenca hidrológica
Información tomada de CNA (2006)

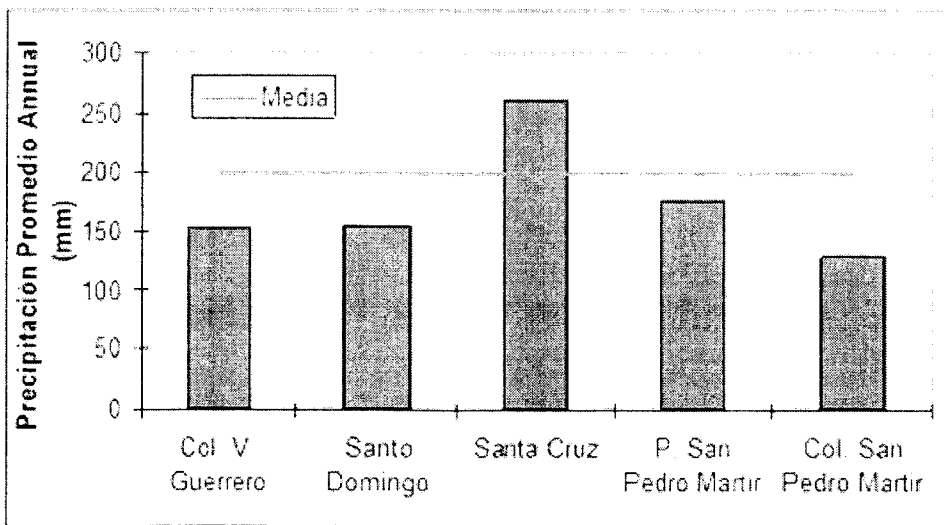


Figura 5. Precipitación promedio anual 1984-2003 en cada estación climatológica
Información tomada de CNA (2006)

II.4. Aguas subterráneas

II.4.1. Geología

De acuerdo a la división de provincias geológicas mostrada en la Figura 6 (Ortega, et. al. 1992), el valle de Vicente Guerrero 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 transformándolas en gneis y esquisto. El fallamiento fuertemente escalonado está relacionado con el desarrollo de los sistemas transformantes 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, Valle 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).

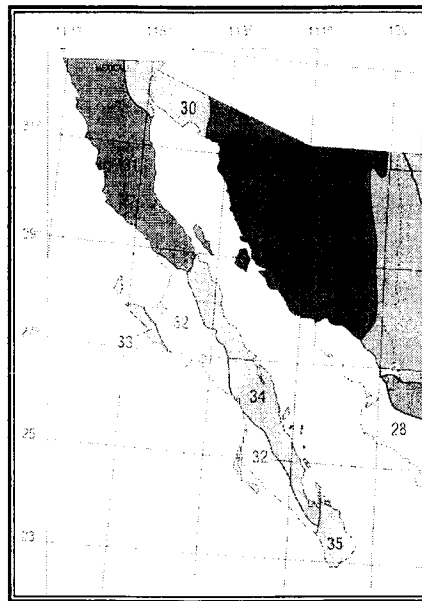


Figura 6. Provincias geológicas (Ortega, 1992)

En esta porción de Baja California se encuentra expuesta una secuencia estratigráfica, cuyo rango geocronológico varía desde el Paleozoico hasta el Reciente (Figura 7). 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 Alisitos (Santillán y Barrera, 1930). 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 metamorfizó 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 (Beal, 1948). 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).

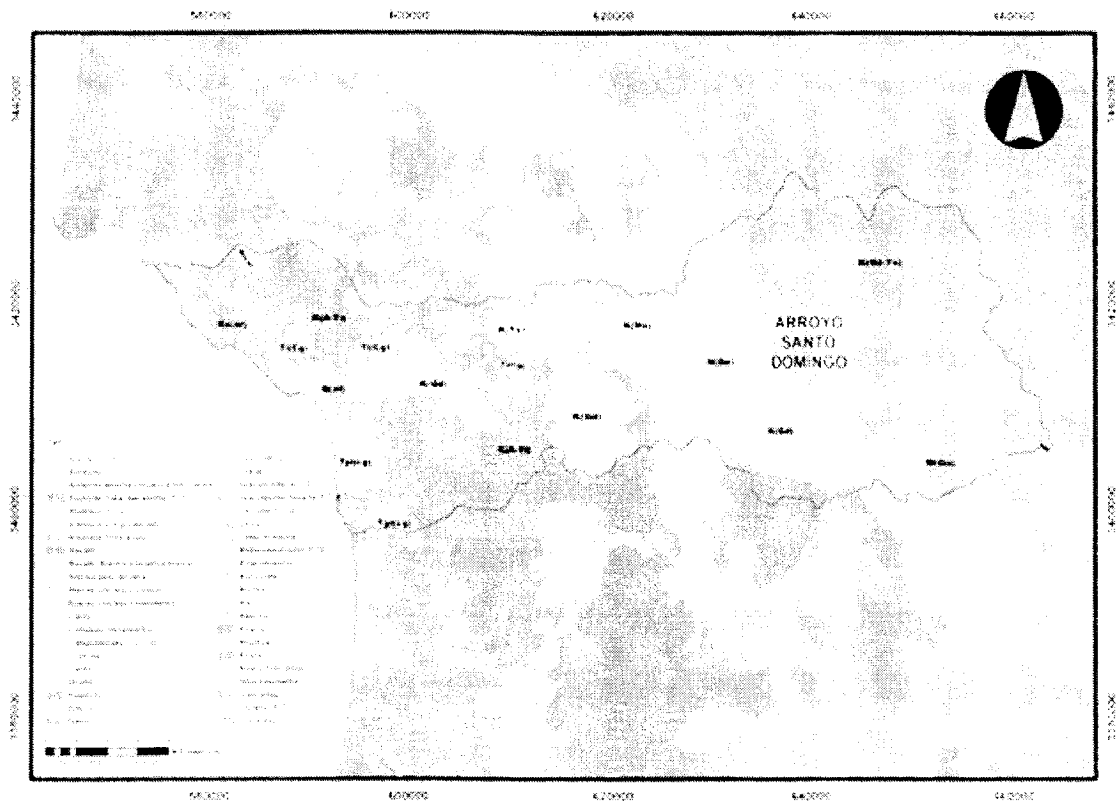


Figura 7. Geología del área de Vicente Guerrero Modificado de INEGI (2000)

En la era Cenozoica se tienen acumulaciones de gruesos espesores de sedimentos continentales, depósitos marinos y una importante actividad volcánica que cubre en parte los cinturones mesozoicos anteriores. Durante el Paleoceno y Eoceno, se acumularon sedimentos de ambientes cercanos a la costa. Estos sedimentos provinieron de las porciones orientales emergidas. Los potentes espesores de sedimentos fluviales y eólicos

que afloran a la altura del paralelo 31, se encuentran coronados por emisiones lávicas de edad Plioceno y Mioceno, lo cual parece indicar que estos depósitos son de la misma edad, asimismo el Mioceno es la época durante la cual se desarrolló la mayor actividad volcánica. En el interior de la península se han acumulado recientemente depósitos aluviales, eólicos y lacustres que aún siguen desarrollándose.

A partir de la disposición y de las características de las unidades en el área se pueden inferir dos etapas tectónicas principales de deformación. La primera, de carácter compresivo, se refleja en la discordancia entre los sedimentos de Cretácico superior y la secuencia de dominio de arco insular, que fue la responsable del plegamiento, del metamorfismo y de los principales emplazamientos batolíticos, así como de un gran levantamiento en la región. La segunda fase está asociada a la apertura del Golfo de California y a la traslación de la península hacia el noroeste. Esta etapa está reflejada en la dislocación que presentan las unidades en los valles tectónicos que generó, y en el vulcanismo alcalino reciente.

Estratigrafía

A continuación se describen las diferentes unidades geológicas (INEGI, 1982; Soto, 1992). El orden de las unidades dentro del mismo rango, no indica necesariamente superposición.

Gneis (gn): La unidad consiste de gneises de facies de esquistos verdes, clase cuarzo-feldespática, burdamente bandeados y en ocasiones en estructuras "augen". Presentan vetillas que cuarzo criptocristalino y en ocasiones están afectados por diques de pegmatita. La unidad está expuesta en el límite oriental y sureste de la subcuenca del Arroyo Santo Domingo, bordeando el núcleo batolítico de la Sierra de San Pedro Mártir. Está cubierta, discordantemente, en áreas muy restringidas por los depósitos conglomeráticos del Terciario Inferior. Su edad no se ha determinado con precisión, se le ha asignado una edad Cretácica, pero otros autores la consideran del Paleozoico.

Mesozoico

Metasedimentaria K(Ms): Secuencia sedimentaria metamorfizada, en la que se identifican calizas, areniscas, conglomerados y algunas rocas volcánicas. Es de color verde con tonos de ocre y presenta, por lo general, metamorfismo de facies de esquistos verdes, representado por pizarras, esquistos, cuarcitas y rocas metavolcánicas. Se encuentra afectada por intrusitos de granodiorita y corresponde a la Formación Alisitos. La unidad aflora al noroeste del valle, según una franja de orientación sureste- noroeste, al occidente de la Sierra San Pedro Mártir, con una expresión morfológica de sierras acordonadas.

Andesita-Toba Intermedia K(A-Ti): Unidad representada por una secuencia volcánica, que varía en composición desde ácida hasta intermedia, predominando la última. Presenta, por lo general, metamorfismo de bajo grado, facies esquistos verdes de clorita, clase básica. Así mismo incluye rocas lávicas, como la riodacita, andesita y traquiandeista; tobas líticas y algunas tobas híbridas; en algunos sitios presenta intercalaciones de litarenitas volcánicas y otras de rocas volcanosedimentarias. En ocasiones se ha perdido la textura original por el metamorfismo, lo que dificulta su clasificación. Esta unidad se encuentra expuesta en la mayor parte de la zona, principalmente en la porción central de la subcuenca. Aparece intrusionada por los

batolitos asignados al Cretácico. Se encuentra cubierta discordantemente por las diferentes unidades clásticas del Terciario. Corresponde a la Formación Alisitos, la que ha sido asignada al Cretácico Medio (Santillán y Barrera, 1930).

Granodiorita K(Gd): Unidad que consiste de granodioritas de textura holocristalina, equigranular, generalmente de grano grueso y color gris claro. Frecuentemente con intemperismo esferoidal. Aparecen emplazadas en las unidades metamórficas del Mesozoico y en la unidad anteriormente descrita. Aflora en el borde oriental y la porción central de la subcuenca en donde aparece formando sierras con grandes peñascos redondeados.

Tonalitas K(Tn): Consiste de tonalitas de textura holocristalina equigranular de color gris claro con tonos verde, intemperismo esferoidal y frecuente aparición de xenolitos. La unidad se encuentra emplazada entre las rocas volcánicas cretácicas y en las rocas metamórficas mesozoicas. Está cubierta discordantemente por las unidades clásticas asignadas al Mioceno y las unidades piroclásticas del Terciario Superior. Su distribución es escasa en el área; aparece en afloramientos aislados, principalmente al sureste y noreste de la subcuenca en estudio. Se manifiesta en sierras prominentes con grandes peñascos redondeados. A esta unidad y la anterior se les han asignado edades que varían a través del Mesozoico.

Arenisca Ka(ar): Unidad poco a parcialmente consolidada, formada por litarenitas intercaladas con algunas limonitas, conglomerados y escasos horizontes de yeso, acumulados en un ambiente mixto. Estas areniscas están cubiertas discordantemente por rocas clásticas del Terciario y Cuaternario, y se consideran parte de la Formación Rosario. Afloran en la porción norte y sur del valle de Vicente Guerrero, formando las terrazas marinas paralelas a la línea de costa. Aparece surcada por el Arroyo Santo Domingo, provocando que sus paredes sean casi verticales. Se le asigna una edad correspondiente al Cretácico Superior.

Cenozoico

Conglomerado Ti(cg): Conglomerados continentales que se presentan en estratos gruesos y masivos, constituidos por clastos, generalmente bien redondeados, de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, embebidos en una matriz arenolimsa y en ocasiones cementados por carbonatos y por óxidos. La unidad está expuesta según mesas de diferentes dimensiones, medianamente disectadas, en la vertiente del Océano Pacífico, donde rellenan antiguos valles fluviales. La unidad sobreyace a las rocas mesozoicas y está cubierta por los depósitos conglomeráticos del Plioceno y depósitos clásticos recientes.

Conglomerado, Tpl(cg): Conglomerados de origen marino, de estratificación gruesa y masiva, medianamente cementados por carbonatos, con algunas intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso. Los conglomerados están constituidos por clastos redondeados de rocas intrusivas, metamórficas y volcánicas con tamaños menores a 15 centímetros y con fósiles de un ambiente de línea de costa. Cubre principalmente, en forma discordante, a las rocas clásticas del Cretácico Superior, formando terrazas marinas en la costa del Océano Pacífico.

Lacustre, Q(la): Consiste de una alternancia de estratos delgados, sin compactación ni cementación, de arena finas, limos y arcillas. Esta unidad está expuesta en un área pequeña a lo largo de la costa.

Aluvial Q(al): Esta unidad incluye a los depósitos aluviales, proluviales y fluviales del valle. Está formado por material granular de tamaño variable desde arcilla hasta cantos, sin consolidar, constituidos por fragmentos líticos y minerales predominando el tamaño arena. Entre los fragmentos líticos destacan los de rocas intrusivas y volcánicas; entre los minerales, los fragmentos de plagioclasa, cuarzo y micas. La unidad está ampliamente distribuida en el área, en este caso rellenando el valle de Vicente Guerrero, ocupando la mayor parte del mismo. Se le ha asignado una edad Cuaternaria.

II.4.2. Unidades Hidrogeológicas

La superficie acuífera esta compuesta por una unidad permeable, constituida de depósitos aluviales y fluviales que cubren la mayor parte del valle. En ellos se encuentra la principal fuente de agua subterránea. Existe una unidad semipermeable que aflora en la porción norte y sur del valle. Estos depósitos son de bajo rendimiento hidráulico y contienen aprovechamientos de baja productividad. La base acuífera presenta discontinuidades en el basamento con profundidades que van de 27 a 43 m como máximo. Los materiales del subsuelo se han clasificado en las siguientes unidades hidroestratigráficas (CNA, 2002; CNA, 2003).

1. *Unidad permeable*. Está constituida por depósitos aluviales y fluviales, representados por bloques, cantos rodados, boletos localizados en la zona de alta energía, arena de diferente granulometría, gravillas y gravas que cubren la mayor superficie del valle. En esta unidad se incluyen los depósitos de litoral constituidos por arenas de granulometría muy finas, fina a media expuesta en las cercanías de la línea de la costa. Estos sedimentos tiene permeabilidad primaria y alta transmisividad. Constituye el almacenamiento de agua subterránea en el sistema acuífero.
2. *Unidad semipermeable*. Esta unidad esta integrada principalmente por areniscas, limolitas, conglomerados y escasos horizontes de yeso, los que están expuestos al norte y sur en los flancos el valle. También incluye depósitos volcánicos con permeabilidad secundaria como riolacitas, brechas basálticas y andesíticas con alto grado de fracturamiento. Estas ultimas se ubican principalmente en la porción NE del sistema acuífero. En esta unidad se ubican aprovechamientos de baja producción..
3. *Unidad impermeable*. Conformada por rocas metamórficas representadas por pizarras, esquistos, cuarcitas y gneis; rocas volcánicas y metavolcánicas como andesitas y tobas con metamorfismo de bajo grado; rocas ígneas intrusivas distribuidas en forma errática a lo largo de la cuenca; y rocas sedimentarias representadas por conglomerados y areniscas de estratificación gruesa o masiva, identificadas como afloramientos aislados expuestos al norte y sur de las posiciones laterales del valle. Algunos de estos grupos pueden considerarse parte de la zona semipermeable, principalmente en rocas batolíticas y prebatolíticas con fracturamiento intenso.

II.4.3. Funcionamiento del sistema acuífero

La cuenca hidrológica de Santo Domingo cuenta con una superficie de 1,227 km² (CNA, 2006), de los cuales 38 km² conforman el área acuífera de Col. Vicente Guerrero (CNA, 2002). Este es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. Cuenta con dos tipos de basamento impermeable. El primero corresponde a un estrato de arcillas intercaladas con arenas finas y se puede localizar desde la línea de costa hasta el cerro denominado Peña Colorada. El segundo esta constituido por rocas volcánicas localizadas al este de Peña Colorada (Herrera *et al.*, 1995). En dicha localidad las rocas volcánicas fracturadas subyacen al basamento sedimentario generando lo que se podría considerar como una porción de baja producción del acuífero que localmente alcanza hasta los 84 m de espesor. La Figura 8 es una representación de la elevación del basamento en el área de explotación.

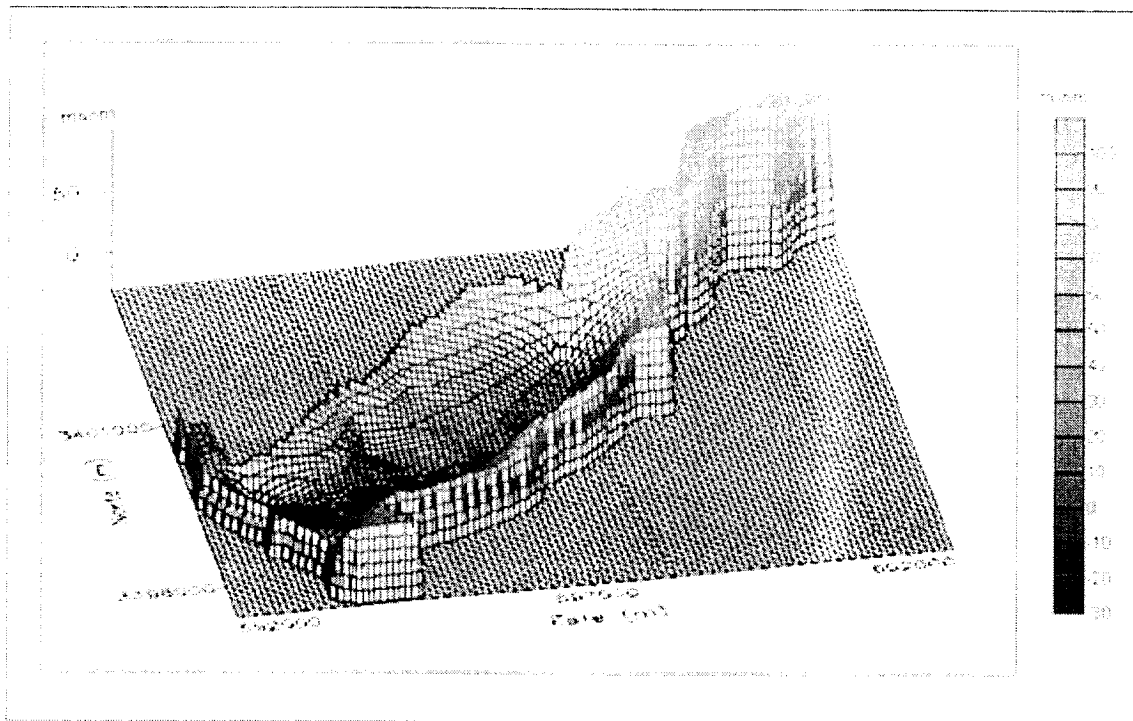


Figura 8. Elevación de la superficie del basamento
Datos tomados de Herrera *et al.* (1995) y mapas de CNA

Los parámetros del acuífero fueron estimados para una zona de 22.5 Km² (Soto, 1992). Las pruebas de bombeo arrojaron una transmisividad que varía desde 0.845 a 1.7 m²/s y un coeficiente de almacenamiento de entre 0.009 hasta 0.199. Sin embargo, el valor utilizado con más frecuencia es de 0.18 (CNA, 2002, 2003) y fue obtenido a partir del balance hidrológico. Con anterioridad se habían estimado valores de transmisividad de 0.024 y 0.019 m²/s y un coeficiente de almacenamiento del 15% para un área acuífera de 23.65 km² (ICGSA, 1978). En este acuífero no existen descarga a manantiales así como

tampoco flujo base. Los escurrimientos superficiales se presentan exclusivamente durante épocas de precipitación extraordinaria.

II.4.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría

En el Valle Colonia Vicente Guerrero se inventarió, en 1978, un total de 215 aprovechamientos, de los cuales 160 eran obras activas, 98 para uso agrícola, 60 para uso doméstico y 2 industriales, con una capacidad instalada para extraer 195 lps equivalentes a un volumen anual de 6.1 Mm³ al año (CNA, 2002). Por otro lado, en el censo elaborado en el año 2001 se determinaron 324 aprovechamientos, de los cuales 169 son obras inactivas y 155 obras activas. De estas últimas 140 son para uso agrícola, 4 domésticas y 13 de uso público urbano, comercial, industrial y/o de servicios. El censo muestra un decremento en el total de las obras activas; sin embargo, este decremento fue en las obras de uso doméstico, resultado de la introducción de sistemas de agua potable. El número de obras de uso agrícola se incrementó en más del 40 % en 23 años, lo que origina mayor grado de extracción de aguas subterráneas para este uso. En contraste, el Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero enlista un total de 303 aprovechamientos de los cuales 228 son exclusivamente de uso agrícola, 58 son designados para usos mixtos, 12 para doméstico, 3 para público urbano, 1 de servicios y 1 de uso industrial. La localización de los aprovechamientos dentro del valle de Vicente Guerrero se muestra en la Figura 1. Actualmente se está realizando la actualización del censo de aprovechamientos con un avance de alrededor del 40%.

Dada la escasez de instrumentos de medición, la estimación de los volúmenes de extracción se obtiene principalmente mediante el aforo del caudal de cada uno de los pozos en las pruebas de bombeo. La capacidad instalada en 139 aprovechamientos durante 1994 fue de 2,374 lps, con una extracción potencial de 75.4 Mm³ al año (CNA, 2002). En el acuífero de Col. Vicente Guerrero se han reportado extracciones por bombeo de 6 Mm³/año (ICGSA, 1978), 22.7 Mm³/año (Soto, 1992), 21.43 Mm³/año (CNA, 1997) y 15.23 Mm³/año (CNA, 2002). En algunos casos, la producción se estimó a partir de cálculos utilizando la superficie sembrada, el tipo de cultivo, el gasto y tiempo de riego reportados por el usuario. El detalle del volumen de extracción determinado para cada aprovechamiento censado se presenta en el Anexo A.

II.4.5. Uso del agua subterránea

El volumen total de extracciones se ha reportado en 15.23 Mm³/año, de los cuales 14.31 Mm³ son destinados al riego agrícola (CNA, 2002). Sin embargo, según el REPDA (2007), la concesión de volúmenes para el sistema de distribución de agua potable es de aproximadamente 1.1 Mm³ y se tienen excedentes destinados a usos varios por lo que se supone que las extracciones son ligeramente mayores a las reportadas.

II.4.6. Comportamiento piezométrico

El comportamiento de los niveles piezométricos de un acuífero libre indica 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.

Se cuenta con 11 años de mediciones de la profundidad de los niveles piezométricos durante el periodo de 1977 a 2007, sin embargo, la información contenida en las bases de datos está en proceso de compaginación y actualización por lo que su análisis en este momento resulta incompleto.

Profundidad del Nivel Estático

La profundidad promedio del nivel estático del acuífero de la colonia Vicente Guerrero varía desde un mínimo de 4.9 m, en 1988, hasta un máximo de 22.2 m, en 2003. Este último valor podría ser un artefacto del número y la selección de pozos por lo que se eliminó para estimar el promedio de los 11 años, el cual resulta en 8.7 m. En la Figura 9 se observan que, durante la segunda parte del periodo de análisis, el nivel freático promedio se ubica a mayor profundidad que los de la primera mitad, mostrando evidencias de abatimiento.

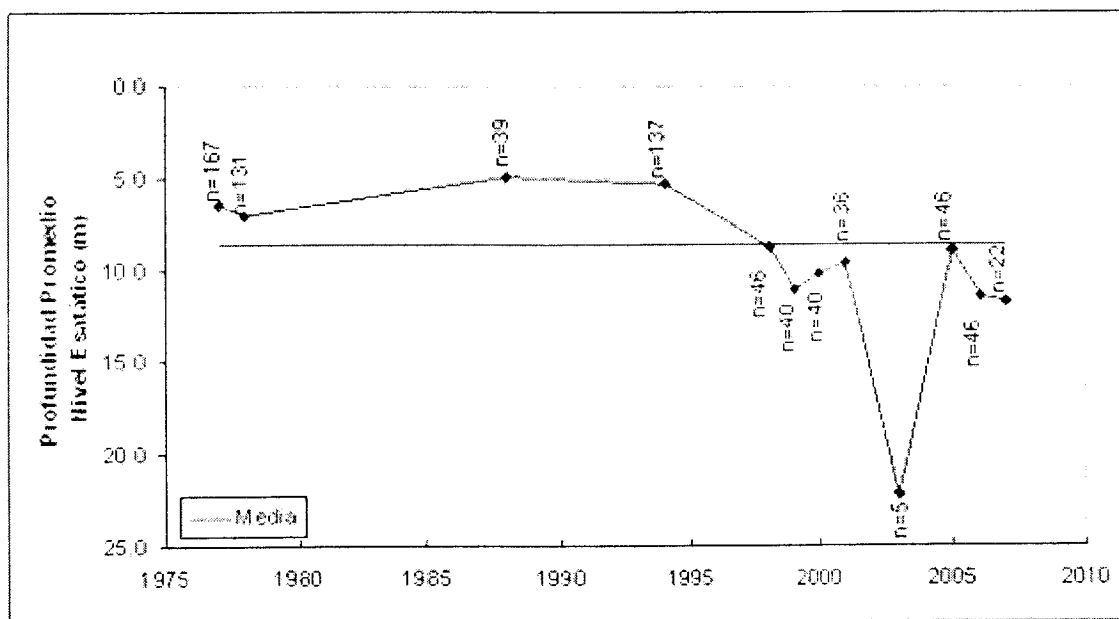
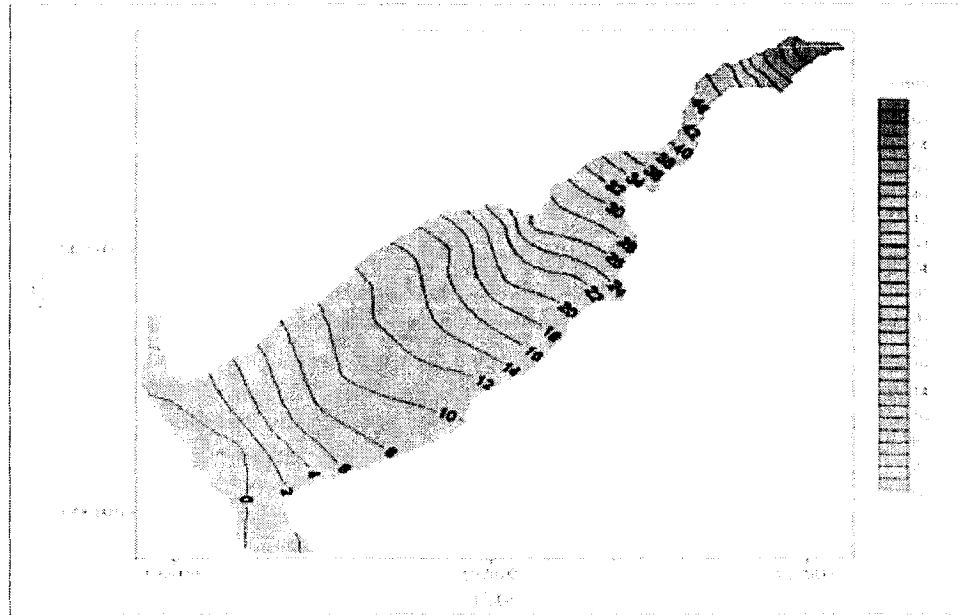


Figura 9. Evolución de la profundidad promedio del nivel estático
n = número de pozos medidos

Elevación del Nivel Estático

En análisis piezométrico muestra que el sentido del flujo subterráneo es sensiblemente de noroeste a suroeste, desde las zonas altas del continente hacia la línea de costa. Las elevaciones de la superficie piezométrica en general son positivas en todo el valle, con valores que sobrepasan los 50 msnm. Las líneas equipotenciales desarrolladas para 1994 (Figura 10) indican un flujo subterráneo continuo en dirección al mar. También se observa que la cota "0" se ubica cerca de la costa, a una distancia de no más de 500 m. Por otro lado, datos no mostrados indican el desarrollo de elevaciones puntuales por debajo del nivel del mar (-0.6 msnm). Ambas observaciones indican que las condiciones de 1994 pueden haber inducido una incipiente inversión del gradiente hidráulico, como

producto de una extracción excesiva de agua subterránea, reflejando los efectos de una sobreexplotación. Datos del 2001 (no mostrados, CNA, 2001) revelan el avance de la cota "0" hacia el continente, confirmando la inversión del gradiente hidráulico.



**Figura 10. Elevación del nivel estático en 1994
Modificado de CNA (1995)**

Evolución del Nivel Estático

Durante el periodo 1977-2001 alrededor del 88 % del área de análisis mostró un descenso promedio en sus niveles estáticos de 4.30 m en 24 años, es decir, 0.18 m de abatimiento anual. Mientras tanto, el resto del área, que además es la que se localiza más cerca de la línea de costa, se mantiene constante o muestra incrementos de hasta 1.8 m. El abatimiento generalizado refleja el desorden en la construcción de obras de captación y la exportación de recursos hidráulicos subterráneos a cuencas vecinas. Por su parte, la constancia o el incremento de los niveles piezométricos en el área de la planicie costera es indicio de que la sobreexplotación del acuífero ha inducido una recarga artificial desde el mar hacia el continente, de manera tal que ha evitado su abatimiento y, muy probablemente, provocando la degradación del agua subterránea (CNA, 2001).

II.4.7. Calidad del agua subterránea

La evolución de la calidad del agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero se ha observado a partir de mediciones de conductividad eléctrica que, convertidas a concentración de sólidos totales disueltos (STD), se presentan en la Tabla 1 y en la Figura 11. Los valores máximos y mínimos obtenidos para los años 1978 y 2003 parecen representar, de manera exclusiva, a las concentraciones de los pozos con calidad de agua potable. La zona de menor concentración de sales (122 a 800 mg/L) tiene la influencia de los escurrimientos del arroyo Santo Domingo (CNA, 2002). Por otro lado, la

concentración máxima de STD del acuífero (~1000 a 7,347 mg/L) muestra un incremento constante en el tiempo, lo que indica el deterioro en la calidad de las aguas subterráneas, sobre todo en la zona de la planicie costera. Las referencias incluidas en la Tabla 1 relacionan este aumento de salinidad con el avance de una pluma de intrusión marina dentro del continente. El origen de dicha intrusión es la ya mencionada inversión del gradiente hidráulico en la zona costera, el que es provocado por la sobreexplotación del acuífero.

Tabla 1. Concentración de sólidos totales disueltos reportados en la literatura

Año	Sólidos totales disueltos mg/L		Referencias
	Mínimo	Máximo	
1977	313	1448	SARH, 1977
1978	531	800	CNA, 1997b
1985	400	2000	CNA, 2000
1986	268	2249	SARH, 1986
1992	429	3378	Soto, 1992
1994	800	6500	CNA, 1997b; CNA, 2000
2000	445	7347	CNA, 2000
2002	600	6500	CNA, 2002
2003	122	736	CNA, 2003

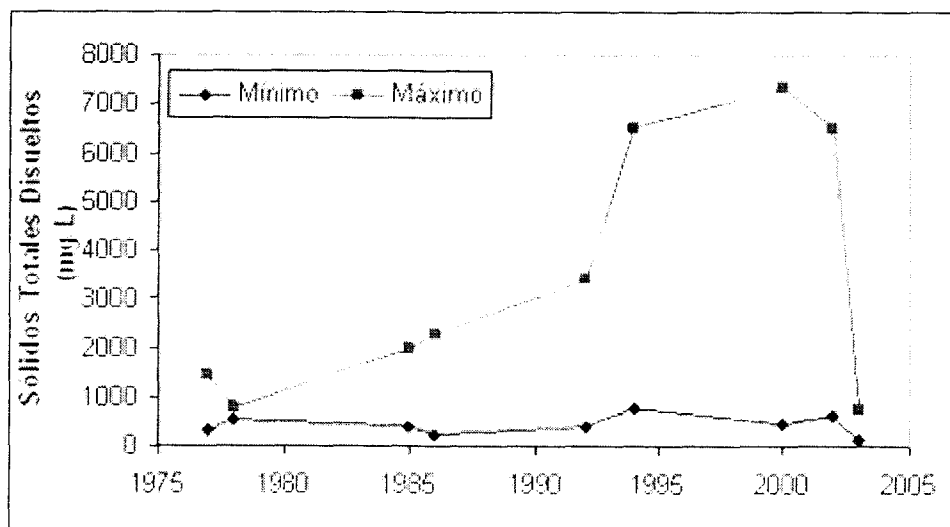


Figura 11. Evolución de la concentración de sólidos totales disueltos

En el acuífero del valle de Vicente Guerrero se ha reportado una zona con agua de mala calidad que abarca al menos 3.6 km² sobre la franja costera (CNA, 2002), aunque se sospecha que en años más recientes esta zona a crecido considerablemente. 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 mar; su rango en STD es de aproximadamente 1,000 a 20,000 mg/L (Drever, 1982). 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 Colonia Vicente Guerrero, guarden una relación proporcional y mayoritaria con los STD. Por lo tanto, para efectos prácticos la concentración de STD representa a la salinidad del agua. También se asume que el contenido de STD del agua dulce, cuyo promedio es de 434 mg/L, 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.

La Tabla 2 muestra el porcentaje de agua marina que constituye al agua subterránea local dependiendo de su contenido de sales. El agua de alrededor de 6,000 mg/L de STD reportada para la franja costera resulta de la mezcla de agua dulce con aproximadamente un 16% de agua marina. Actualmente el agua de la región salobre está siendo tratada (desalada) antes de utilizarse para el riego agrícola.

Tabla 2. Resultados de la relación de mezclas agua dulce – agua marina

STD (mg/L)	434	1,000	3,000	6,000	7,347	9,000	15,000	25,000	35,000
% Agua marina	0	2	7	16	20	25	42	71	100

II.4.8. 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 Colonia Vicente Guerrero para el año 2002 (Figura 12). La recarga total media anual, la que corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, se reportó en 19.5 Mm³. Mientras tanto, la descarga natural comprometida, conformada por las salidas directas al mar y la evapotranspiración, se considera prácticamente nula. Por lo tanto, la diferencia entre estos dos valores o rendimiento permanente del acuífero de San Simón es de 19.5 Mm³ (CNA, 2002).

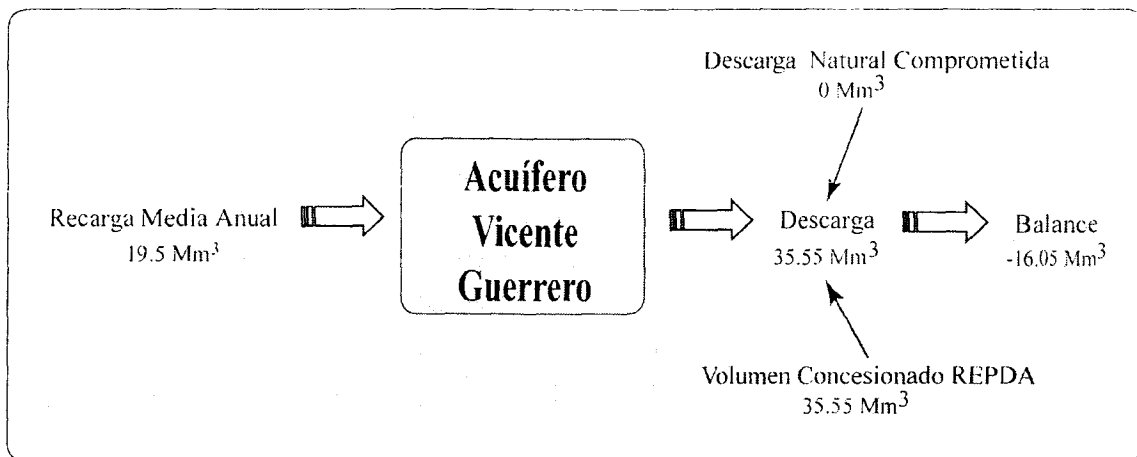


Figura 12. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero

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, y publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 31 de enero de 2003, totaliza 35,546,827 m³/año (DOF, 2003). 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 -16.046 Mm³ para 2002-2003, 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 del acuífero ha sido reemplazada por agua salobre, la que enmascara el probable estado de desequilibrio dinámico del acuífero.

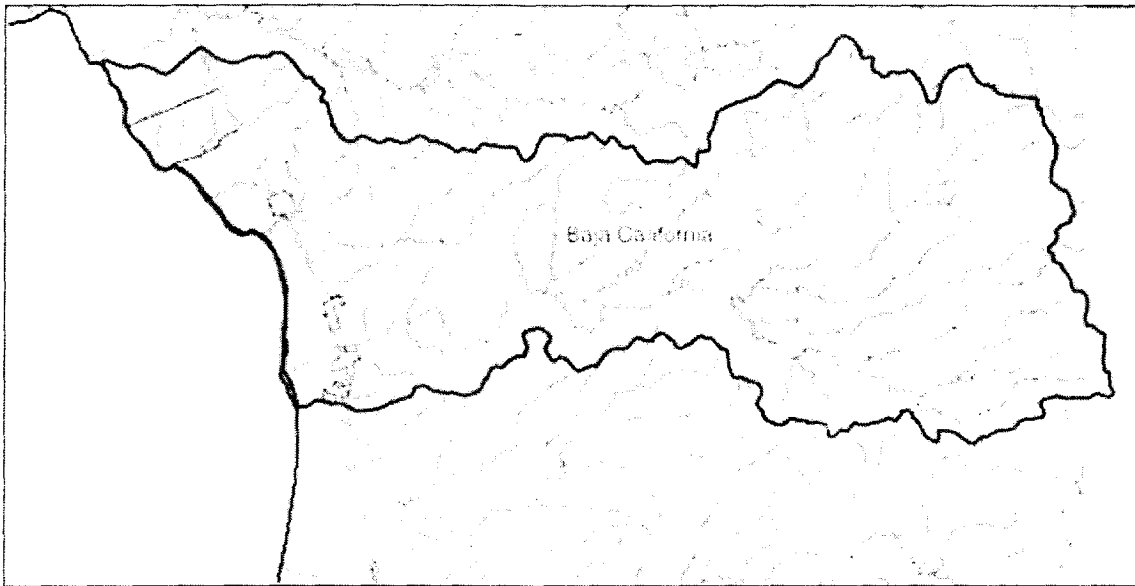
II.5. Agua superficial

El acuífero Col Vicente Guerrero se localiza en la Región Hidrológica No. 1, Baja California Noroeste, dentro de la cuenca Arroyo Santo Domingo (Figura 13). Dicha cuenca hidrológica cuenta con una superficie de 1,227 km² (CNA, 2006), de los cuales 38 km² forman la superficie acuífera, y está integrada principalmente por los afluentes Cañada Arroyo Hondo, Cañada Portezuelo, Misión de Santo Domingo y la Garrocha, en la margen derecha. En la porción central se cuenta con los arroyos Valladares y Santa Cruz y en la margen izquierda con el arroyo San Antonio de Murillos. Debido a sus características geológicas, la red de drenaje tiene un patrón dendrítico (CNA, 2003).

II.5.1. Hidrometría y usos del agua

El arroyo Santo Domingo se origina en el parteaguas de la Sierra de San Pedro Mártir, a una elevación media de 2,900 msnm y escurre en dirección este-oeste hasta desembocar en el mar. Siendo una corriente de régimen torrencial permanece seca durante la mayor parte del año, aunque llegan a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. La Figura 14 muestra los escurrimientos para los periodos 1939-1980 y 1986-1994 de la estación hidrométrica Santo Domingo (01024). El escurrimiento promedio a lo largo de 48 años fue de 27 Mm³ anuales, con un mínimo de 0.0, en 1956. y un máximo de 311.3

Mm³ en 1978 (CNA, 1981; CNA, 1996). Recientemente se ha documentado un coeficiente de escurrimiento de 0.255 (adimensional) para toda la cuenca, lo que genera escurrimientos de 17.3 Mm³ en promedio anual (CNA, 2006). Los escurrimientos superficiales de esta región no son aprovechados sistemáticamente aunque existen algunas derivaciones para uso ganadero y agrícola. Numerosas obras de captación han sido construidas lo largo del cauce y en la planicie costera, principalmente para la extracción y uso del agua infiltrada en el lecho del arroyo.



**Figura 13. Cuenca hidrológica Santo Domingo
Modificado de INEGI (2007)**

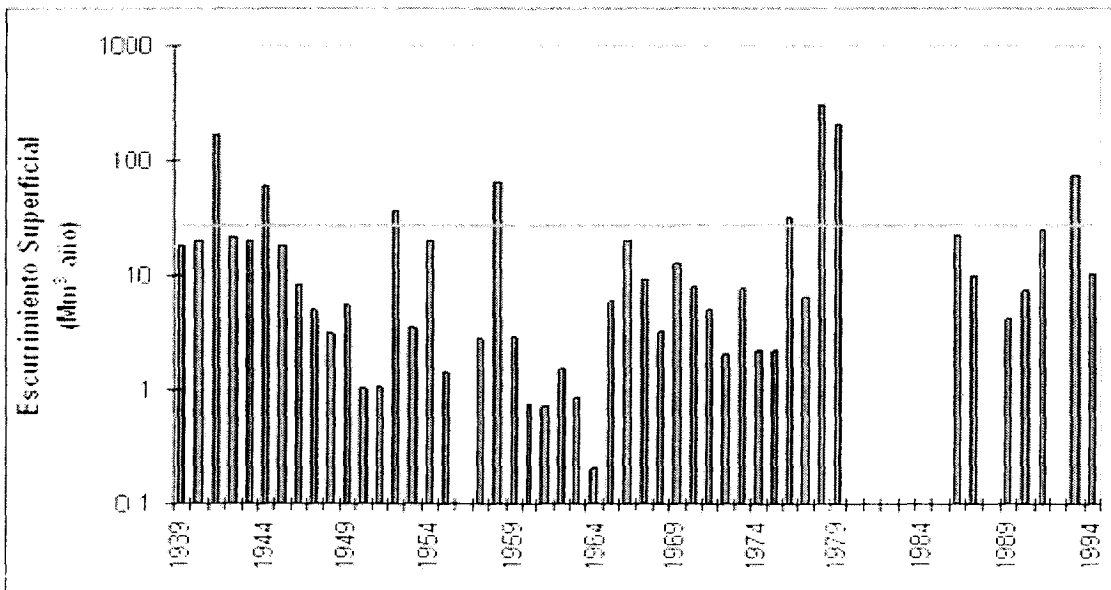


Figura 14. Escurrimiento superficial en la estación Santo Domingo

II.5.2. Calidad del agua superficial

La calidad del agua superficial es, en términos generales, buena para usos agrícolas pues predominan en el valle las clases con concentraciones tipo 1 y 2, y salinidades tipo 1, que son aptas para cualquier tipo de cultivo (CNA, 1995). Las concentraciones encontradas alcanzan valores máximos de 800 mg/L de STD, encontrándose eventualmente sitios con hasta de 1,000 mg/L. Las concentraciones menores de 400 mg/L se encuentran a ambos márgenes del arroyo y casi exclusivamente sobre los depósitos fluviales (CNA, 1995).

II.6. Fuentes potenciales y existentes de contaminación

En el valle de Colonia Vicente Guerrero no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gob. Mpal. Ensenada, 2008) 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, por productos químicos relacionados con la actividad agrícola y por la elevada salinidad producto de la intrusión marina.

II.7. Resultados de la planeación participativa (Método ZOPP)

El enfoque ZOPP (Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos) considera que la participación de los involucrados es requisito esencial para la buena definición y formulación de la problemática así como para el éxito del proceso de planeación.

Este es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes. El objetivo central es que con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro, a nivel de cada acuífero y de la región.

II.7.1. Participantes en la Planeación

La metodología fue aplicada por el grupo de participantes, constituido por representantes de los diferentes usos del agua existentes en la región, y como invitados diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno y los COTAS, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios del agua; Instituciones de Investigación y Organizaciones No Gubernamentales, todos ellos con probada capacidad de análisis de la problemática de recuperación de los acuíferos de la región. Se espera que este grupo continúe el proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones de trabajo para el análisis y atención de asuntos específicos planteados en este proyecto.

El método ZOPP conduce a un proceso ordenado de reflexión conjunta, así como también a la comprensión uniforme por todos los involucrados de la meta a lograr, la problemática que tiene que ser resuelta y las acciones a emprender y sus implicaciones de los términos

empleados. De esta manera se facilita la comunicación y la cooperación entre todos los participantes.

II.7.2. Principios Básicos para el Manejo de Agua

Como base para la discusión sobre la problemática del agua y las posibles soluciones en torno al acuífero y en consideración a la actual política nacional respecto al manejo de los recursos hídricos; el proceso de planeación se desarrolló considerando los siguientes principios básicos:

- El manejo del agua debe ser integrado y sustentable
- El manejo integrado considera a las aguas subterráneas, superficiales y residuales, en cantidad y calidad.
- El manejo del agua debe realizarse por cuencas hidrológicas (unidad natural de precipitación, escurrimiento y desembocadura al mar o en áreas interiores).
- La participación organizada de los usuarios y los representantes de las diversas estancias de gobierno involucradas, es fundamental, desde la identificación y jerarquización de los problemas, hasta la definición y ejecución de las acciones para resolverlos.
- Se contempla un cambio en el enfoque para satisfacer las necesidades del recurso hídrico; pasando de uno basándose en el incremento de la oferta, a otro que básicamente se orienta a la reducción de la demanda, a través de un uso eficiente del agua, que considere la recuperación de pérdidas físicas y el reuso del agua residual tratada y sin tratar.
- Desarrollo sustentable en materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.
- La gestión integrada de los recursos hídricos es el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Esta gestión esta íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable.

II.7.3. Descripción del Proceso de Planeación Participativa

El trabajo se fundamentó en un diagnóstico participativo, del cual derivó el establecimiento de una visión conjunta y una estrategia de acción consensuada entre los participantes.

Los productos del proyecto son:

1. Árbol de problemas.
2. Árbol de objetivos.

3. Definición de Objetivos Estratégicos.
4. Identificación de Acciones Específicas..
5. Matriz de planeación de proyecto.
6. Planeación operativa de proyecto

Este Plan de Manejo consideró en forma muy importante el trabajo realizado en el proceso de planeación participativa, analizó técnica y económicamente las alternativas de uso sustentable planteadas en él, y realizó un trabajo propio de planeación estratégica y operativa que fuera acorde a los resultados obtenidos en este proceso participativo.

II.8. CITAS

- Beal, C., **1948**. Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California. Geological Society of America Memoir 31, 138 p.
- Comisión Nacional del Agua, **1981**. Estudios hidrológicos de las cuencas Santo Domingo, San Quintín y San Vicente, sobre los arroyos Santo Domingo, San Simón y San Isidro, B.C.N.
- Comisión Nacional del Agua, **1995**. Actualización geohidrológica del Valle de Santo Domingo, B. C.
- Comisión Nacional del Agua, **1997**. Actualización hidrogeológica del valle Colonia Vicente Guerrero, B. C.
- Comisión Nacional del Agua, **1997b**. Estudio técnico justificativo de la zona geohidrológica de "La Colonia Vicente Guerrero". Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Aguas Subterráneas, Mexicali, B.C., Diciembre, 1997.
- 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, **2000b**. Localización de un sitio para la extracción del agua salobre, para ser tratada y aprovechada para uso público urbano, en beneficio de la Colonia Vicente Guerrero, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Aguas Subterráneas, Mexicali, B.C., Abril de 2000.
- Comisión Nacional del Agua, **2001**. Actualización piezométrica del acuífero BC-20, Valle Colonia Vicente Guerrero. Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Aguas Subterráneas, Ensenada, B.C., Noviembre 2001.
- Comisión Nacional del Agua, **2002**. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.25.
- Comisión Nacional del Agua, **2003**. Informe geohidrológico de la visita efectuada al acuífero BC-20 Valle Colonia Vicente Guerrero, Municipio de Ensenada, Baja California. Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Agosto de 2003.
- Comisión Nacional del Agua, **2006**. Estudio para actualizar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales en las 85 (ochenta y cinco) subregiones hidrológicas de las 7 (siete) regiones hidrológicas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la península de Baja California, mediante la aplicación de la NOM-011-CNA-2000. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Diciembre de 2006.

- 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.
- Comisión Nacional del Agua, **2008**. Programa Nacional Hídrico 2007-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Febrero de 2008.
- Consejo Nacional de Población, **2006**. Proyección de la Población en México.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.
- García, E., **1988**. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Talleres Larios, México, D.F., 1988, 220 p.
- Garduño, E., **1989**. *Mixtecos en Baja California. El caso de San Quintín*. Mexicali, B. C.: Universidad Autónoma de Baja California. 293 pp.
- Gastil, R.G., Y. Tnasi, M. Chammsies, and S. Gunn, **1991**. Plutons of the eastern Peninsular Ranges, Southern California, U.S.A., and Baja California, México, in Walawender, M.J. and B. Hainan, eds. Geological excursions in southern California and México: Geological Society of America, 1991. Annual Meeting, Guidebook, p. 124-145.
- 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.
- Herrera B., J., E.Y. Mendoza C. y F. Herrera B., **1995**. Determinación de la geometría del acuífero costero Vicente Guerrero, B.C. mediante prospección geoelectrica. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Comunicaciones Académicas, Serie Geofísica Aplicada, 41 p.
- Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGSA], **1978**. Geohidrológica del valle de Vicente Guerrero, B.C.N. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Promoción y Programas. Diciembre de 1978. 143pp.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, **1996**. Reportes hidrométricos Periodo 1986-1994. Estación Santo Domingo 01024, Corriente Arroyo santo Domingo, Cuenca Arroyo Santo Domingo, Región hidrológica 01, Baja California (Ensenada). Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, **1982**. Carta Geológica 1:250,000, Lázaro Cárdenas H11-5-6. Edición semiatóricada, experimental.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, **2000**. Carta Geológica 1:250,000, Lázaro Cárdenas H11-5-6.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2005**. Censo nacional de población 2005.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2005b**. Segundo conteo nacional de población 2005.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, **2007**. Mapa digital de México. <http://galileo.inegi.gob.mx>.
- López-Limón, M.G., **2002**. Trabajo infantil y migración en el Valle de San Quintín, Baja California. Foro Invisibilidad y conciencia: Migración interna de niñas y niños jornaleros agrícolas en México. 26 y 27 de Septiembre.
- Moran-Zenteno, D., **1985**. Geología de la República Mexicana, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SPP. 88p.
- O'Connor J.E. y C.G. Chase, **1989**. Uplift of the Sierra San Pedro Mártir, Baja California México. Tectonics, Volume 8, Issue 4, p. 833-844.
- Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas [PRONJAG], **2006**. Diagnóstico 2006. San Quintín, B. C., Secretaría de Desarrollo Social.
- Santillán, M. y T. Barrera, **1930**. Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California entre los paralelos 30° y 32° de latitud norte. Instituto de Geología de México, Anales, Vol. 5, p. 1-37.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, **1977-1978**. Análisis de Agua. Distrito de Riego No. 14 Río Colorado, B.C. – Sonora, Ingeniería de Riego y Drenaje, Laboratorio.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, **1986**. Análisis de Agua. Representación General en Baja California Norte, Jefatura de Unidades de Riego, Jefatura de Área de Desarrollo, Laboratorio.
- Secretaría de Desarrollo Social, **2006**. Programa de Desarrollo Regional: Región San Quintín. COPLADEM, IMIP Ensenada, 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.
- Soto G., R., **1992**. Estudio geohidrológico del Valle Vicente Guerrero, Baja California Norte. Universidad Autónoma de México (UNAM), D.F. Tesis de Licenciatura, 86 p.

CONTENIDO

<i>Capítulo III. Caracterización y proyección de la demanda (Vicente Guerrero)</i>	<i>2</i>
III.1. Uso Agrícola	2
III.2. Uso Público Urbano	9
III.3. Uso industrial y otros usos	17

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (VICENTE GUERRERO)

La caracterización y proyección de la demanda de agua del acuífero de la Colonia Vicente Guerrero esta relacionada principalmente a dos usuarios, el agrícola y el público-urbano, que es principalmente el sector doméstico del mismo poblado. Durante el periodo 2002-2005 con los datos del CADER de San Quintín y la CESPE se estimaron los consumos promedios para estos usuarios siendo el 70% para el sector agrícola y el 28% para el público-urbano (figura 3.1). Otros usuarios de los sectores industrial, pecuario y de servicios tienen una demanda mínima que se incluye en la demanda del sector público-urbano.

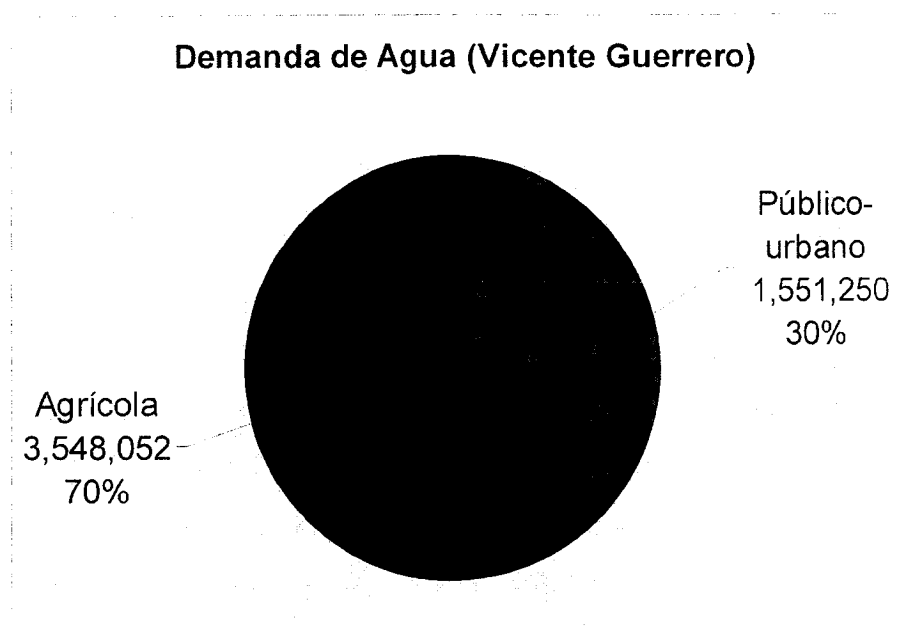


Figura 3.1. Demanda de agua promedio en Vicente Guerrero en el periodo 2002-2005

III.1. Uso Agrícola

La demanda de agua del sector agrícola se calculó en base a la superficie sembrada y al consumo de agua estimado para cada cultivo. Esta información fue proporcionada por la delegación SAGARPA en el Estado de Baja California a través de los Centros de Apoyo de Desarrollo Rural (CADER-SAN QUINTÍN) del Distrito 001-Ensenada. Para la clasificación de la información por acuíferos (unidad de medida del estudio), se trabajó en coordinación con el INIFAP para su desagregación en esta unidad de medida ya que los CADER concentran la información de manera más global. Así, la información recabada y procesada es de los siguientes conceptos:

- Superficie sembrada, cosechada y siniestrada, por tipo de cultivo, por ciclo y por año. Serie histórica del 2002 al 2005.
- Consumo de agua estimado por cultivo por hectárea.

La tabla 3.1 presenta la relación de cultivos de los años 2002-2005, para el ciclo Primavera-Verano (P.V.) y Otoño-Invierno (O.I.). La fresa es el cultivo que cubre un mayor número de hectáreas con aproximadamente el 76 % de la superficie total cultivada durante el periodo mencionado, aunque cubre casi la totalidad de la superficie sembrada en el ciclo de O.I., con un 97%, y solo el 22% en el ciclo P.V. El tomate y la cebolla con aproximadamente el 14% y 5% respectivamente son los siguientes dos cultivos que cubren una mayor superficie. Estos 3 cultivos representan aproximadamente el 95% del total cultivado. Cabe resaltar el hecho de que la mayoría de los cultivos no se han sembrado en todos los años, lo cual repercute en los valores promedios calculados en el periodo.

La figura 3.2 presenta el consumo total de agua por cultivos, estimado a partir de los datos proporcionado por el INIFAP (2007). Como es de esperar los cultivos más demandantes de agua son los cultivos con una mayor superficie sembrada. Estos cultivos son la fresa (80%), el tomate (10%) y la cebolla (5.5%) sumando más del 95% del total de agua demandada por el sector agrícola. Cabe resaltar que los agricultores consideraron subestimados los consumos oficiales de agua de riego de los cultivos como por ejemplo la fresa y el tomate. Es de resaltar que las estimaciones de agua utilizada en el sector agrícola está por debajo de los datos oficiales de consumo de agua, y obviamente muy por debajo del REPDA que tiene un valor de 37.6 Mm³ (figura 3.3).

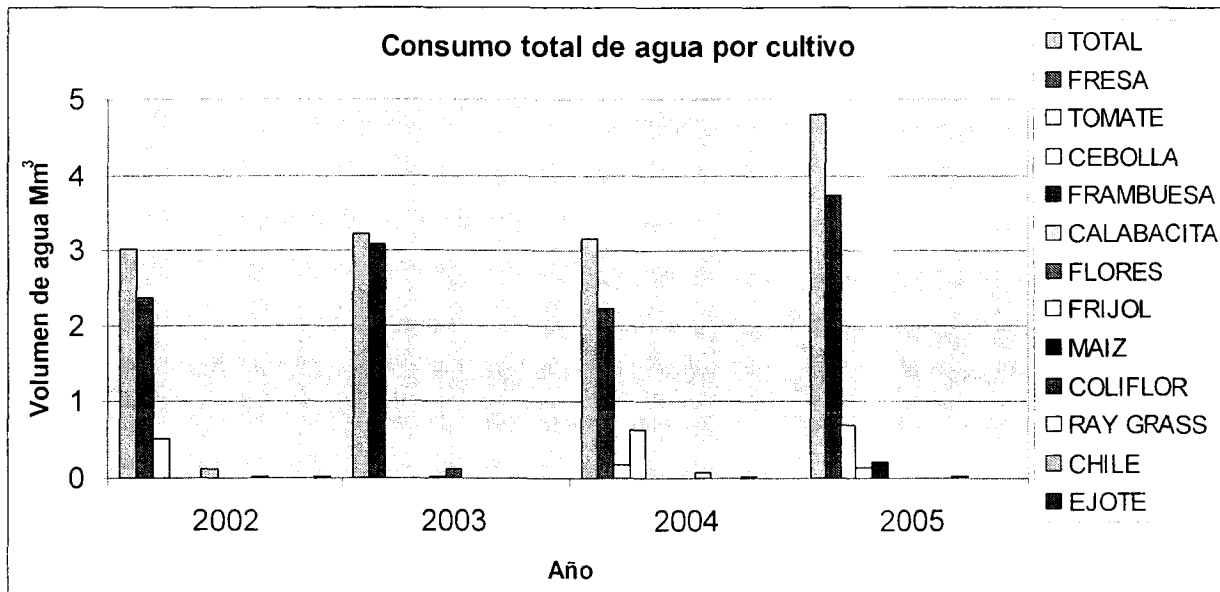


Figura 3.2. Consumo estimado de agua anual de los cultivos durante el periodo 2002-2005, en la Colonia Vicente Guerrero.

Tabla 3.3. Irrigación agrícola del Estado de Guerrero, Oaxaca y Chiapas por año agrícola (P.V.) y promedio (P.V.) periodo 2002-2005 (SAG, ARPA, 2007).

VICENTE GUERRERO									
Superficie sembrada por año, ciclo y cultivo (Hectáreas)									
ANO	2002		2003		2004		2005		Promedio
CICLO	P.V.	O.I.	P.V.	O.I.	P.V.	O.I.	P.V.	O.I.	2002-2005
CALABACITA	30			5					8.75
CEBOLLA					88		20		27.00
CHILE								1	0.25
COLIFLOR							3.2		0.80
EJOTE	2								0.50
FLORES				26					6.50
FRESA		350		457	40	292	90	462	422.75
FRAMBUESA							20		5.00
FRIJOL						18			4.50
MAIZ	6								1.50
TOMATE	111				40		150		75.25
RAY GRASS					2				0.50
TOTAL	149	350	-	488	170	310	283	463	553

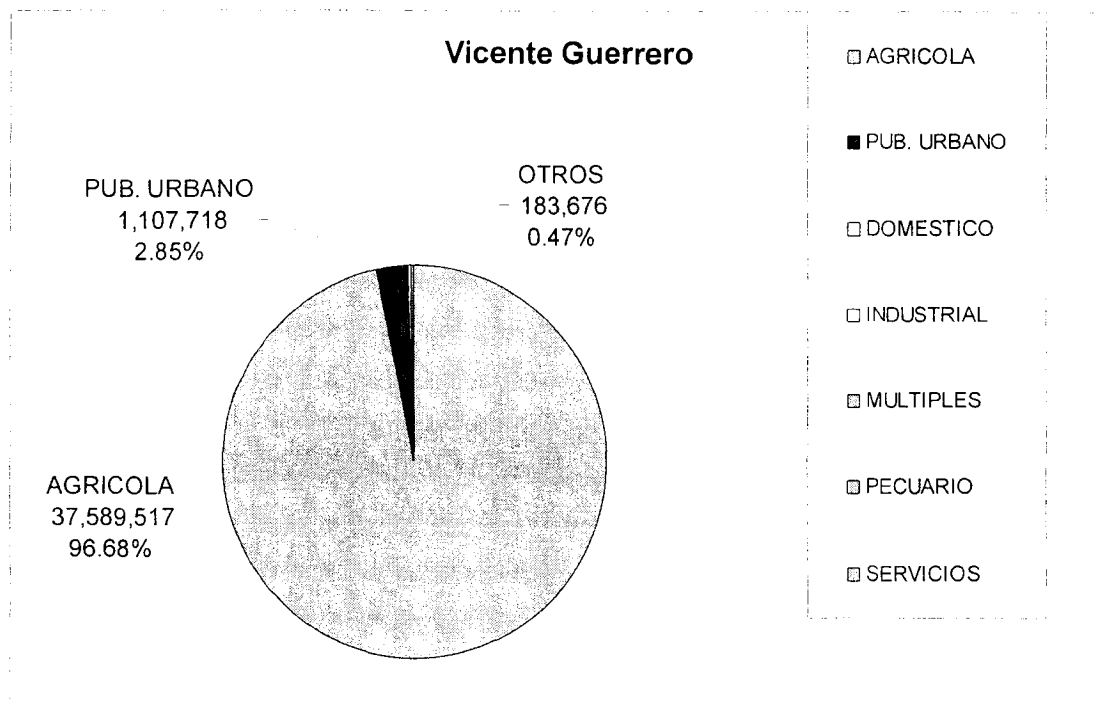


Figura 3.3. Datos del XII PDA del 18 de junio de 2007.

En la figura 3.4 se presentan los datos estimados a partir de las láminas de riego y hectáreas cultivadas para el sector agrícola del periodo mencionado. Debido a que la serie de tiempo es corta, no se puede establecer una tendencia dominante de aumento o disminución de la demanda, ni tampoco realizar las proyecciones del sector. El promedio en este periodo 2002-2005 es de 3.5 Mm³. Cabe resaltar que la información de hectáreas sembradas proporcionada por la Asociación de Agricultores de San Quintín es de 2,230 ha para el año agrícola 2006, con una proyección de crecimiento para el año 2012 de 4,820 ha. El promedio de agua para todos los cultivos estimado

con los datos oficiales proporcionado por el INIFAP es de 4,661 m³/ha que da una demanda de agua para el sector agrícola de 22.5 Mm³ en el año 2012. La figura 3.5 presenta la proyección del crecimiento de la mencionada Asociación por cultivos.

Consumo de Agua para Uso Agrícola Colonia Vicente Guerrero

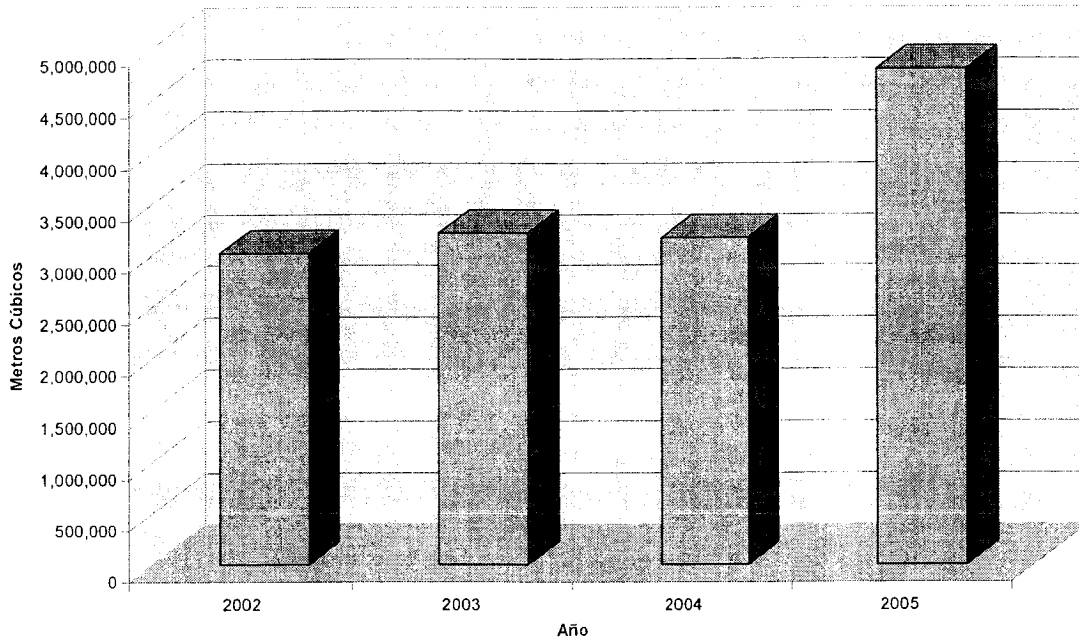


Figura 3.4. Volumen regado en metros cúbicos (m³) para el Valle de Vicente Guerrero para los años 2002 al 2005.

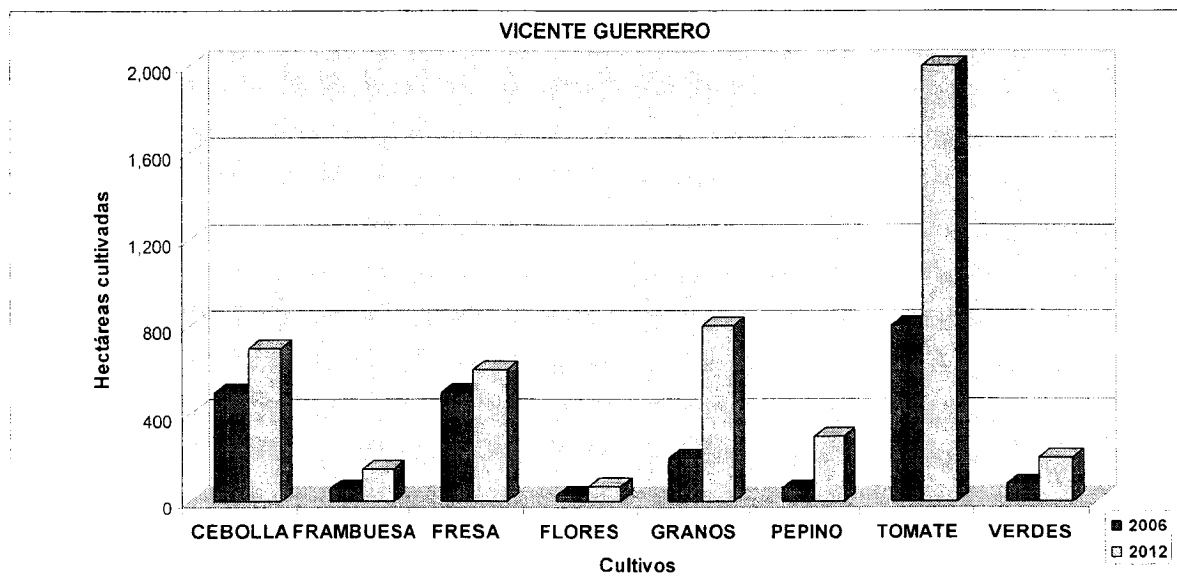


Figura 3.5. Hectáreas cultivadas en el 2006 y proyección de crecimiento al 2012 por cultivo proporcionado por la Asociación Agrícola del Valle de Vicente Guerrero.

Las estimaciones de los volúmenes de agua utilizados en el sector agrícola que se obtuvieron de las superficies sembradas y láminas de riego proporcionada por los organismos de apoyo de la SAGARPA no coinciden con los datos oficiales manejados por la CNA. De allí que es necesario crear los mecanismos para solventar esta situación y poder así establecer las políticas de control. Para lograr la estabilización del acuífero se debería de llegar a un equilibrio entre la disponibilidad y la demanda para el sector agrícola que es el usuario principal y establecer una alternativa de agua para la demanda de los otros usuarios, que actualmente es mínima. Esto se podría lograr con una máxima tecnificación en el sector agrícola y que se tome en cuenta la variabilidad climática (precipitaciones) para el desarrollo de esta actividad. Además se requiere de realizar las actividades que se establecen en la acción de optimización y uso eficiente de agua para uso agrícola. Así, la estabilidad en el acuífero se lograría en base a la disponibilidad del recurso como se muestra en la figura 3.6. Aunque la estimación de la demanda de agua obtenida para el periodo del 2002-2005 de 3.5 Mm³ no indica sobreexplotación, actualmente el acuífero esta considerado como sobreexplotado y para llegar al equilibrio tendría que reducirse la actual demanda de agua en el sector agrícola, y mantener las extracciones a los otros usuarios. Este escenario podría traer un estancamiento en la economía, ya que se tendrían las mismas actividades económicas y de puestos de empleo, aunque las acciones de uso eficiente y tecnificación en el sector agrícola podrían ayudar a la generación de empleos y buscar darle un valor agregado al producto agrícola. Incluso con una selección adecuada de cultivo se podría lograr una buena optimización del recurso. Es de resaltar que la información proporcionada por las instituciones oficiales no han sido del todo avaladas por los usuarios de allí que se requiere desarrollar los estudios para actualizar esta información además de que las diferentes acciones requieren una evaluación técnica, económica, social y ambiental para definir la mejor alternativa o combinación de ellas para cada caso en particular.

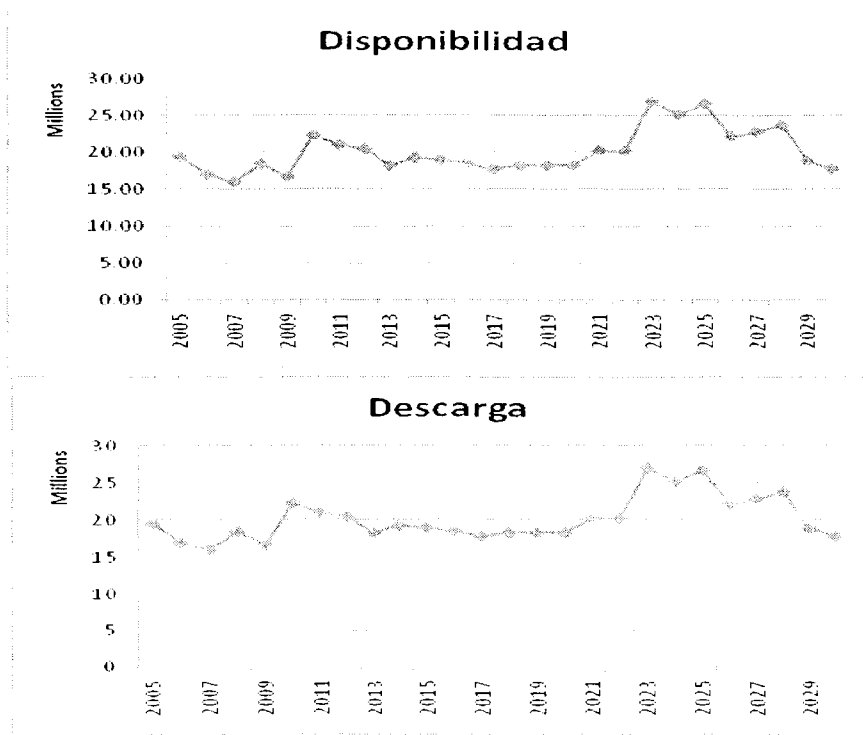


Fig. 3.6. Disponibilidad y descarga del acuífero en el municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México, considerando el uso eficiente de agua en el sector agrícola y urbano-rural.

Una máxima tecnificación en el sector agrícola reduciría significativamente la demanda de agua del sector, aunque con una inversión económica considerable. En la tabla 3.2 se presentan los costos aproximados de algunas actividades a desarrollar en la acción de optimización y uso eficiente del agua en el sector agrícola, se incluye la transformación a riego por goteo y la tecnificación para diferentes tipos de invernaderos, desde malla sombra a invernaderos de alta tecnología.

Tabla 3.2 Costos de algunas medidas de tecnificación en el sector agrícola.

Tecnificación	Precio por hectárea tecnificada		Precio promedio
Transformación de riego rodado a goteo.	\$15,000	\$30,000	\$22,500
Instalación de malla sombra.	\$770,000	\$2,200,000	\$1,485,000
Invernadero media tecnología.	\$6,600,000	\$11,000,000	\$8,800,000
Invernadero alta tecnología.	\$22,000,000	\$110,000,000	\$66,000,000

La estimación del ahorro de agua, costos de amortización y periodos de recuperación para la tecnificación a invernaderos de media tecnología se presenta en la tabla 3.3. Se considera esta tecnificación ya que en las entrevistas con los agricultores se ha mencionado que la mayoría de los cultivos tienen un sistema de riego por goteo. Cabe resaltar que la información proporcionada por la SAGARPA no presenta el tipo de sistema de riego usado, ni la producción agrícola. De este modo, la producción total se estimó del promedio 1994-2005 de todo el DDR/Distrito de Desarrollo Rural 001-Ensenada (SAGARPA, 2006) dando una producción promedio para el periodo 2002-2006 de 5,085 toneladas para ambos ciclos (P.V. y O.I). También se consideró el precio promedio del invernadero de media tecnología (\$8.8 millones/ha) y que el cambio a invernaderos lograría aumentar la producción al doble y disminuir el consumo de agua en un 30%. Para la estimación económica solo se consideró una ganancia neta de \$100,000 por tonelada. A partir de estas suposiciones, se tendría un ahorro de agua de alrededor de 1.1 Mm³ con una deuda considerable para el primer año, la cual se amortizaría a partir del 10º año. Cabe resaltar que la estimación es conservadora, en cuanto a la producción y al ahorro del agua, por lo que se podría esperar un tiempo de amortización más corto y un mayor ahorro de agua. De cualquier modo, para cualquier acción que se desarrolle debe plantearse primero una evaluación técnica, económica, social y ambiental para definir la factibilidad o la mejor alternativa.

Tabla 3.3. Estimación del ahorro de agua, costo de energía solar y pérdida de contaminación para la explotación a largo plazo de una tecnología. Los costos de energía solar y la contaminación solar se estimaron a partir de un estudio piloto del agua, respectivamente.

Año	Ahorro de agua m ³	produccion acumulada (Ton)		Ganancia		Valor del agua por año
		actual	tecnificado	neta	amortizacion	
1	1,064,416	5,085	10,171	\$ 508,531,563	\$4,360,508,437	4,096.62
5	5,322,078	25,427	50,853	\$ 2,542,657,813	\$2,326,382,187	437.12
6	6,386,494	30,512	61,024	\$ 3,051,189,376	\$1,817,850,624	284.64
7	7,450,910	35,597	71,194	\$ 3,559,720,939	\$1,309,319,061	175.73
8	8,515,325	40,683	81,365	\$ 4,068,252,501	\$800,787,499	94.04
9	9,579,741	45,768	91,536	\$ 4,576,784,064	\$292,255,936	30.51
10	10,644,157	50,853	101,706	\$ 5,085,315,627	-\$216,275,627	(20.32)

Sin embargo con un escenario en la que el sector agrícola tienda a disponer del agua estipulada en el REPDA y considerando que el sector público-urbano abastezca su demanda del acuífero Colonia Vicente Guerrero, se llegaría a un escenario de disponibilidad como se muestra en la figura 3.7 que llevaría a un abatimiento total del acuífero en pocos años.

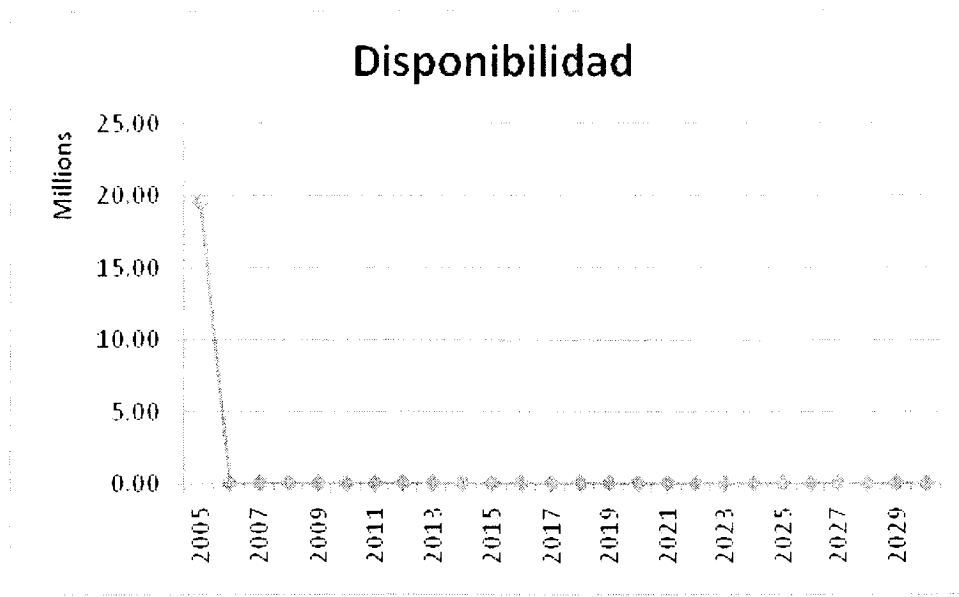


Figura 3.7. Disponibilidad del acuífero de Colonia en un escenario de 10 años

III.2. 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.

La figura 3.7 esquematiza los flujos del recurso para el suministro de agua en el uso público urbano.

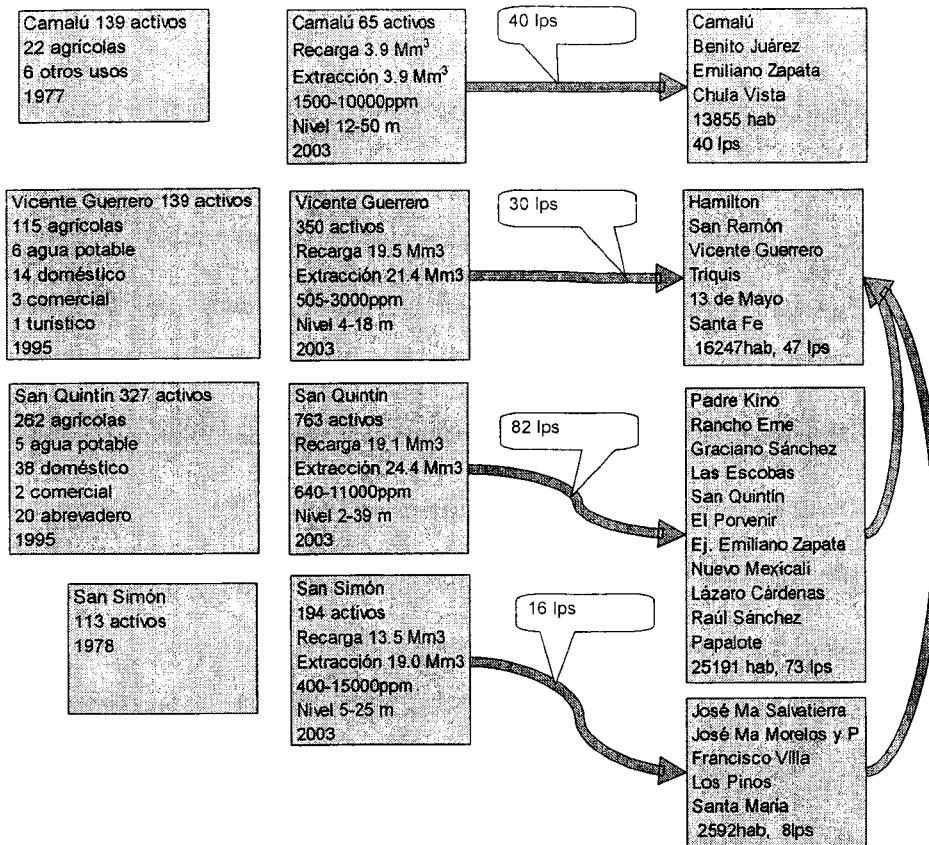


Figura 3.8. Flujo de agua para el suministro público urbano de la región San Quintín

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 (ver fig. 3.7), 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 Cárdenas, Ejido Raúl Sánchez Díaz, Ejido Papalote

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

La Figura 3.8 nos presenta la proyección de población para el sistema disgregando los subsistemas anteriores como Vicente Guerrero, San Quintín y San Simón.

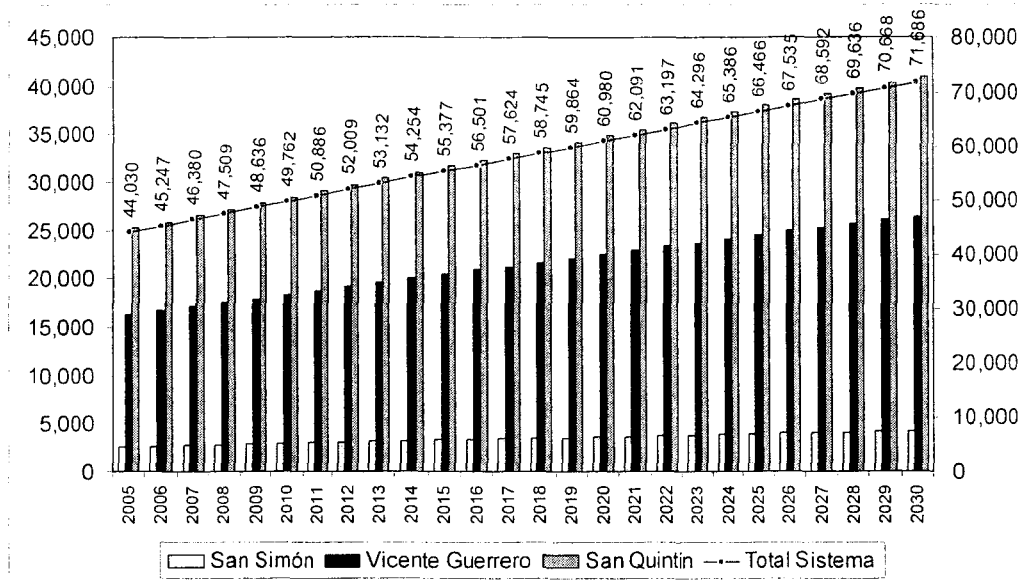


Figura 3.8. Proyección de población 2005-2030

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 lps 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 de 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%.

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 la Tabla 3.4 muestra los costos, ingresos y egresos que se reportaron en el 2006 para el agua de uso urbano en Ensenada.

Tabla 3.4. Cuentas de 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

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

Costos	Egresos e ingresos
--------	--------------------

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.

La Figura 3.10 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

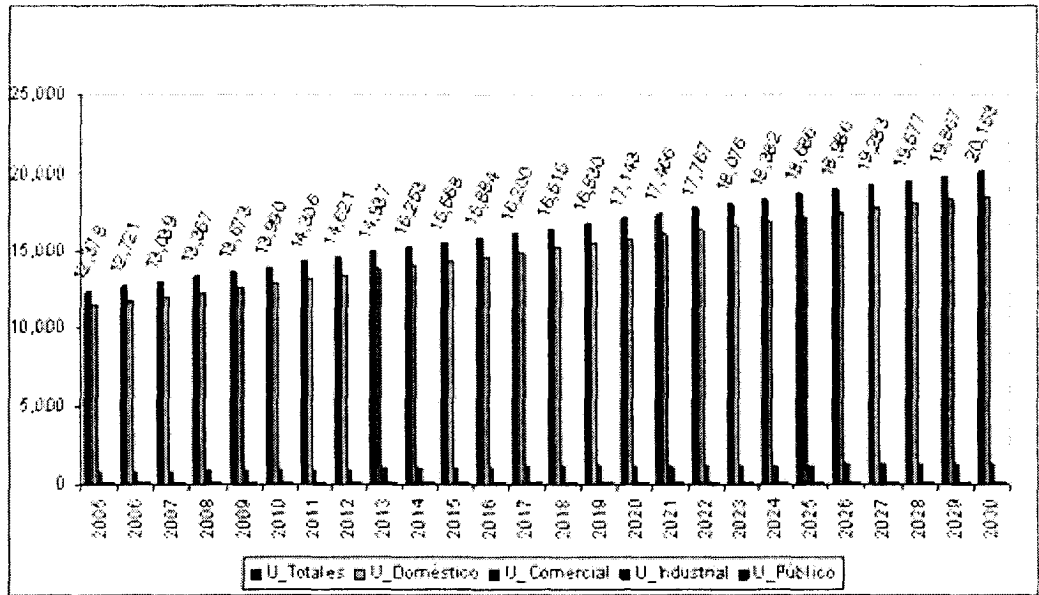


Figura 3.10. Proyección del número de usuarios totales 2005-2030

La Figura 3.11 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.

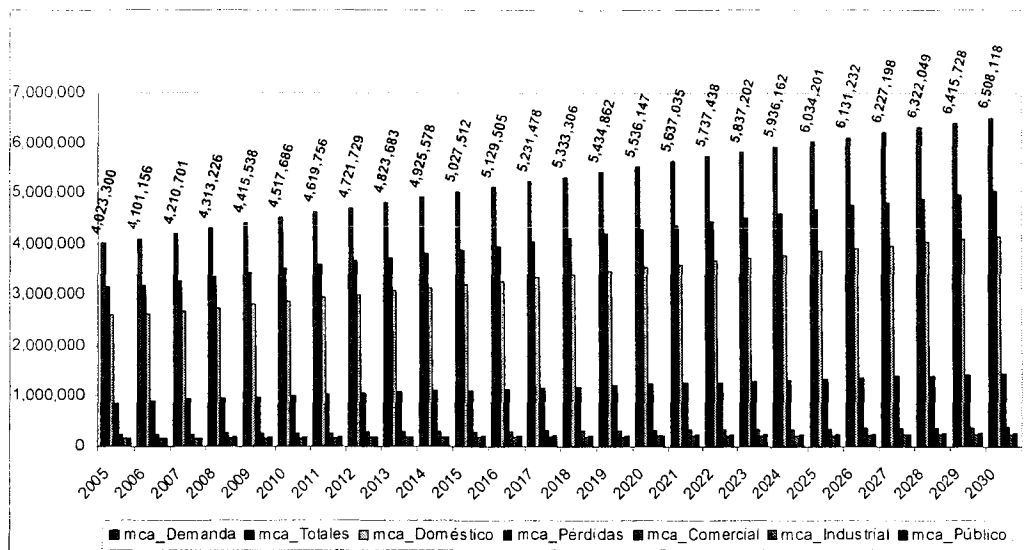


Figura 3.11 Proyección de la demanda en el Sistema 2005-2030

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 3.12) 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 3.13 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.

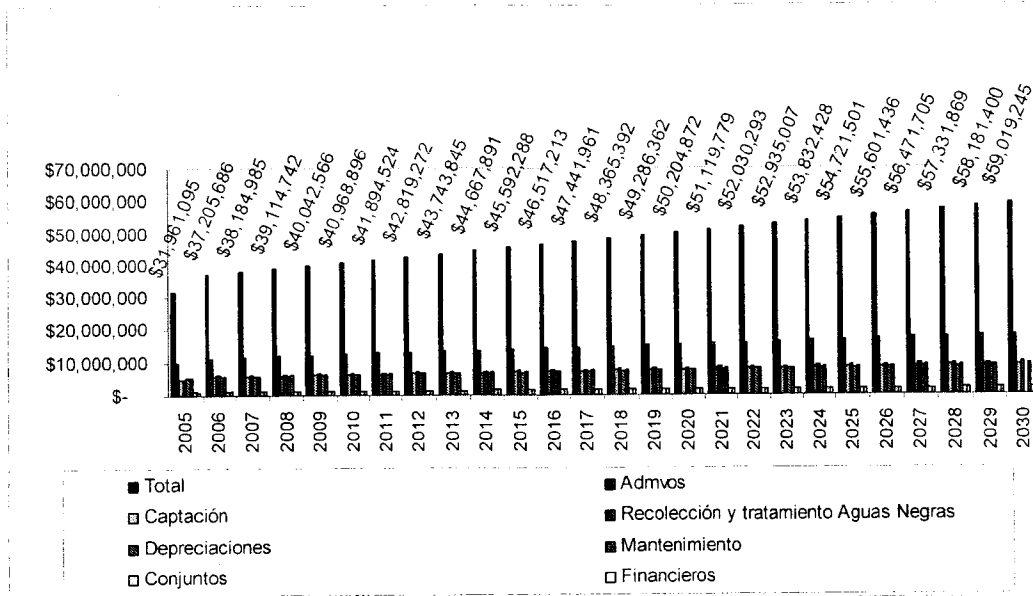


Figura 3.12. Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030

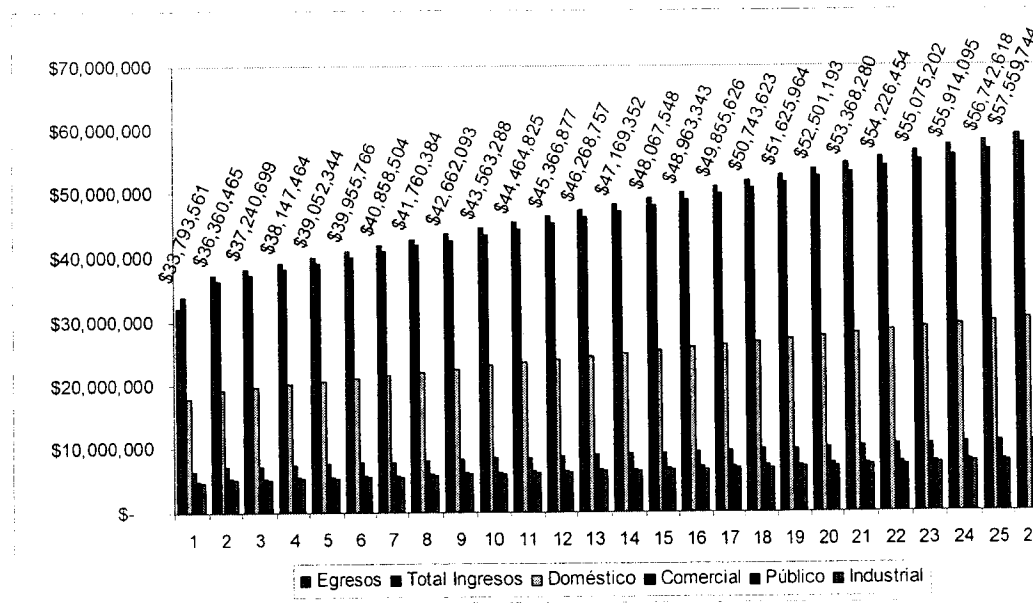


Figura 3.13. Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030

La Figura 3.14 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).

La Figura 3.15 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.

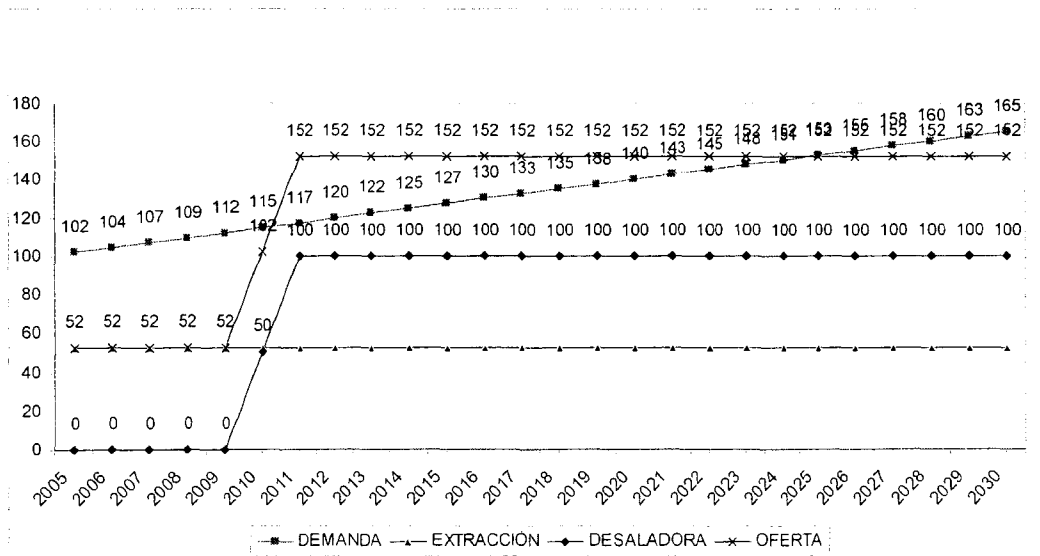
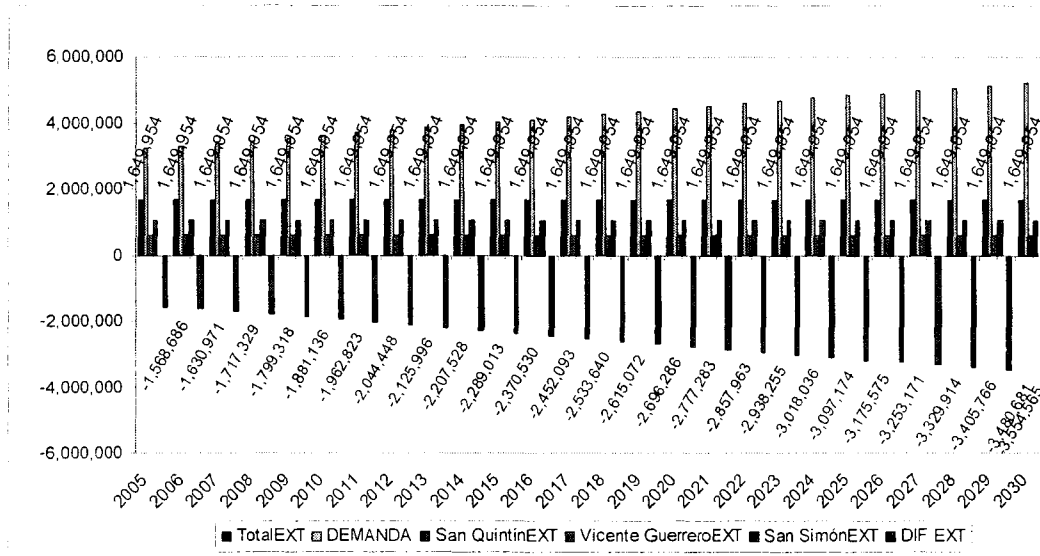


Figura 3.15. Alternativa de oferta con desaladoras para el Sistema 2005-2030

El objetivo es contribuir en la solución del problema de abasto de agua con la construcción y operación de plantas desaladoras disminuyendo la 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 Tabla 3.5)

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 Tabla 3.6).

Tabla 3.5. Análisis económico desalando agua salobre (15lps)

INVERSION	\$4,282,064.72	Dls 2007	\$47,102,711.96
PRODUCCIÓN	\$1,514,764.80	m3/año	
PRECIO AGUA	\$ 0.48	Dls/m3	\$ 5.25
CAPACIDAD	4,147	m3/día	
COSTO OPERACION (O&M)	698,926	Dls/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	Dls/m3/día	\$ 11,357.71

Tabla 3.6. Análisis económico desalando agua salobre (15lps)

INVERSION	\$5,232,120.15	Dls 2007	\$57,553,321.60
PRODUCCIÓN	1,577,880	m3/año	
PRECIO AGUA	\$ 0.76	Dls/m3	\$ 8.36
CAPACIDAD	4,320	m3/día	
COSTO OPERACION (O&M)	\$1,287,704.74	Dls/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	Dls/m3/día	\$ 13,322.53

III.3. Uso industrial y otros usos

El uso industrial, así como otros usos están incluido en la distribución del agua hecha por el organismo operador la CESPE y no puede ser considerado por separado.

CONTENIDO

<i>Capitulo IV. Caracterización y proyección de la disponibilidad (Vicente Guerrero)</i> _____	2
IV.1. Aguas subterránea _____	2
IV.2. Aguas Superficiales _____	4
IV.3. Aguas Residuales _____	5
IV.4. Fuentes adicionales (plantas desaladoras). _____	5

CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD (VICENTE GUERRERO)

IV.1. Aguas subterránea

La disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de Vicente Guerrero 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. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman la superficie acuífera. El coeficiente de almacenamiento reportado por CNA (2002) es de 18%. Dicha superficie está compuesta por una unidad permeable constituida de depósitos aluviales y fluviales. La base acuífera presenta discontinuidades en el basamento con profundidades que van de 27.0 m a 43.0 m como máximo y se ha determinado que el espesor saturado mínimo es de 2.22 m y un máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea del acuífero varía de 600 a 6500 ppm y presentan un promedio de 1600 ppm. La Figura 4.1 muestra la relación del acuífero con el sistema hidrológico superficial. Los diversos balances muestran un déficit de agua (ver capítulo V), por lo que el acuífero se encuentra fuera de balance y sobreexplotado. En la región la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm siendo diciembre y enero los meses más lluviosos con 24.2 y 23.9 mm, respectivamente, mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual en el área acuífera es de 217 mm (CNA, 2002).

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero incluye 303 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 (2002) ha reportado una extracción total promedio de 15.23 Mm³/año, de los cuales el 94% se destina al riego agrícola y el resto se distribuye entre los usos público-urbano, doméstico y pecuario,

El análisis de la evolución de los niveles estáticos en el período de 1988-1994, muestra un abatimiento que va de 0.25 m a 10.0 m, en un área de 17.0 Km². A la vez, se registró una evolución positiva en un área de 8.0 Km² con valores que van de 0.5 m a 4.5 m. El abatimiento cubrió el 69 % de la superficie del valle hasta llegar a línea de costa. Haciendo un análisis comparativo, resulta un abatimiento medio anual de -0.36 m, equivalente a una sobreexplotación anual del acuífero del orden de los 2.92 Mm³ (CNA, 2002). Por otro lado, de acuerdo a un análisis efectuado en 1978, la calidad del agua producida en este acuífero fue buena, con valores en sólidos totales disueltos en un rango de 531 a 800 mg/L. Las menores concentraciones se detectaron en el cauce del Arroyo Santo Domingo mientras que las máximas se presentaron en la margen izquierda del cauce, sobre la terraza aluvial. En 1994 se observó un decremento general en la calidad del agua, con respecto a 1978, encontrando valores de entre 700 y 6,500 mg/L. También se observó en un área de 3.7 Km², equivalente al 14 % de la superficie acuífera y localizada en los flancos noroeste y suroeste del valle, agua de mala calidad con valores de STD que van de las 1,800 a 6,500 mg/L. Muy probablemente este incremento en la salinidad está relacionado con la intrusión salina producida como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero (CNA, 2002). En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 19.5 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (DOF.

2003), la distribución en la calidad del agua y lo errático del régimen hidrológico, hacen que el volumen disponible para nuevos aprovechamientos se considere nulo.

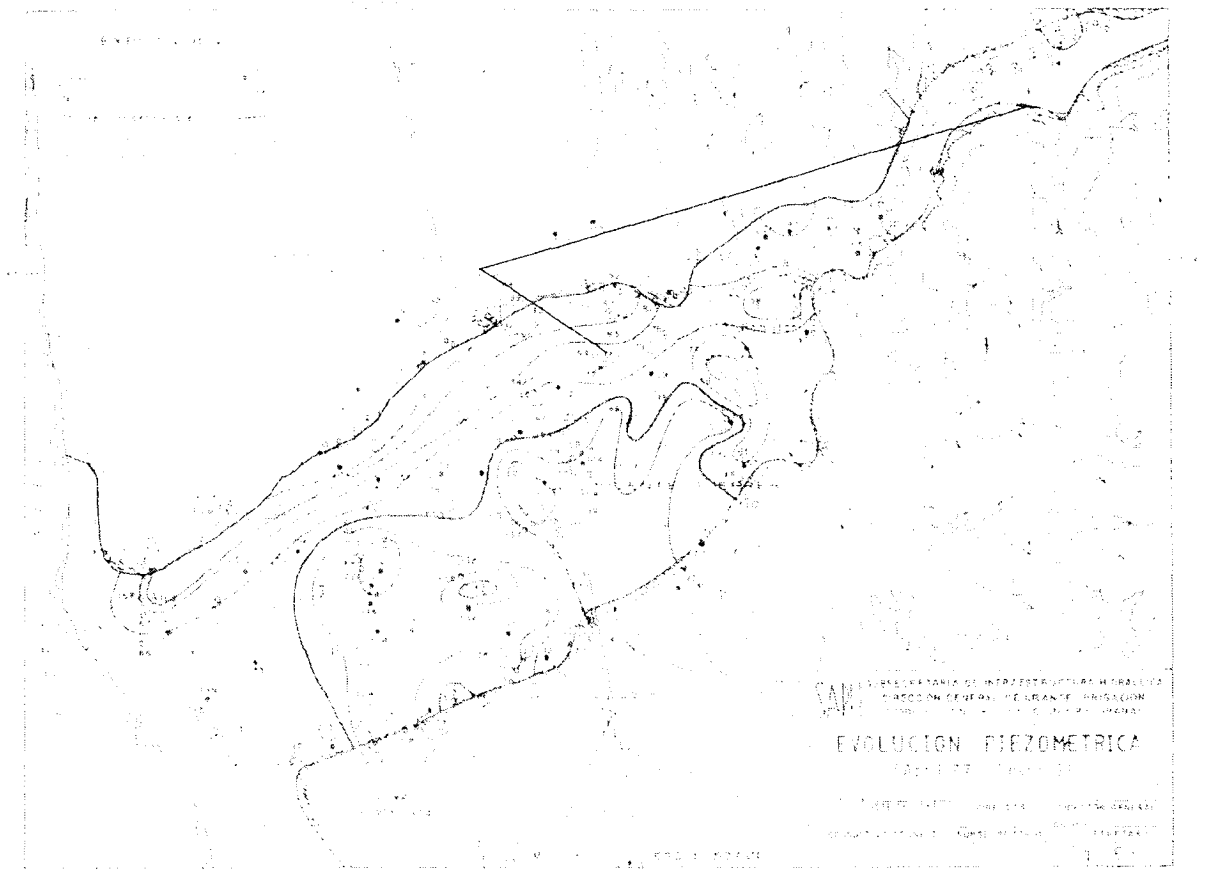


Figura 4.1. Mapa de localización del acuífero de Colonia Vicente Guerrero, con el difeado de los ríos Cuiciles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGASA], 1978.

El balance oficial se publicó en 2002 pero los datos utilizados para los cálculos fueron generados en 1994 (CNA, 2002). En ese entonces se estimó una recarga total promedio anual de 19.52 Mm^3 compuesta por 14.77 Mm^3 de entradas horizontales y por 4.75 Mm^3 de recarga vertical. Por su parte, la descarga promedio anual estimada fue de 21.42 Mm^3 y está integrada por 15.23 Mm^3 de extracciones por bombeo y por 6.19 Mm^3 de descargas horizontales al mar. El balance entre ambas arroja un déficit en el volumen de aguas subterráneas de 1.9 Mm^3 en promedio anual.

Bajo las condiciones encontradas en la época de estudio (diciembre de 1994), considerando un espesor promedio saturado de 15.16 m , una superficie acuífera de 25.0 km^2 y un coeficiente de almacenamiento de 0.18 , los sedimentos saturados almacenan un promedio de 68.22 Mm^3 de agua subterránea (CNA, 2002).

Por su parte, aplicando los 38 km^2 de área acuífera reportados por CNA (2002), el déficit de $1.9 \text{ Mm}^3/\text{año}$ representa un abatimiento promedio de 0.05 m/año en los niveles piezométricos del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

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. En el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 era de 35,546,827 m³/año mientras que para el 2006 el volumen se incrementó terminando en 38,880,910.50 m³/año.

IV.2. Aguas Superficiales

La Subcuenca hidrológica del arroyo Santo Domingo abarca 1227 Km². Se trata de una corriente de régimen torrencial, por lo que permanece seca durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo 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. En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

De los recursos hidráulicos superficiales se consideró que el escurrimiento medio anual del río, con un valor de 12.3×10^6 m³/año, debe ser aumentado en 2.5×10^6 m³/año que no son medidos en la estación hidrométrica cuando los escurrimientos son iguales o menores de 100 Ips, por lo que dicho escurrimiento llega a ser del orden de 14.8×10^6 m³/año. De este volumen se aprovecha aproximadamente 5×10^6 m³/año en derivaciones que se tienen entre la estación hidrométrica y el puente carretera y se debe infiltrar hacia los acuíferos un volumen aproximado de 1.8×10^6 m³/año, por lo que la descarga al mar es en promedio de 8×10^6 m³/año de agua superficial que se presenta únicamente durante la etapa de lluvias, por lo que su aprovechamiento es factible únicamente a través de un almacenamiento en los alrededores de la estación hidrométrica.¹

La disponibilidad del agua superficial de las cuencas que conforman los acuíferos de Guadalupe, y La Misión fue determinada en el documento "Estudio para Actualizar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales Superficiales en las 85 (ochenta y cinco) Subregiones Hidrológicas de las 7 (siete) Regiones Hidrológicas 1,2,3,4,5,6 y 7 de la Península de Baja California, Mediante la Aplicación de la NOM-011-CNA-2000" (2006) con los valores que se resumen en la tabla 4.1.

Por lo anterior, la publicación de estos volúmenes de agua disponibles en el diario oficial indica que:

"Los valores medios anuales de disponibilidad en cada cuenca hidrológica, derivados de los estudios técnicos que fueron realizados para la porción de la subregión hidrológica Guadalupe muestra que esta subregión hidrológica esta compuesta por varios cauces con pendientes muy pronunciadas que, de forma efímera, escurren con un tiempo de traslado muy corto, hacia al mar. Dadas estas circunstancias, el aprovechamiento del volumen disponible es transitorio. Por

¹ Informe geohidrológico de la visita efectuada al acuífero BC-20, valle colonia Vicente Guerrero. Municipio de Ensenada. Baja California: 2003

lo anterior, la disponibilidad asciende a 2.317 millones de metros cúbicos, clasificación (Disponibilidad), está condicionada a la factibilidad de su aprovechamiento.”

Dado que estos volúmenes son descargados directamente al mar, se propone el aprovechamiento de los mismos a través de estructuras que permitan su infiltración al acuífero correspondiente.

IV.3. Aguas Residuales

En el valle de la Colonia Vicente Guerrero no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación del valle 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. En la actualidad el acuífero no se puede considerar como contaminado por organismos patógenos o sustancias químicas, pero existe un gran peligro de contaminación por causas derivadas de la actividad humana, tales como el uso de fosas sépticas y letrinas y el aporte de nutrientes y pesticidas en cantidades no reguladas sobre suelo agrícola.

IV.4. 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 períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

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.

CONTENIDO

Cápitulo V. Balance Integral del agua	2
V.1. Balance Hidrológico/Agronómico	4
V.1.1. Recarga del Acuífero	4
V.1.1. Descarga del acuífero	6
V.1.2. Balance de agua subterránea	6
V.2. Balance de equilibrio	7
V.3. Balance REPDA	7
V.4. Citas	9
<i>Tabla 1. Resumen de balances previos de agua subterránea en el acuífero de Vicente Guerrero.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Entradas por flujo horizontal subterráneo en el acuífero de Vicente Guerrero. Tomado de CNA (2002), ICGASA (1978), , y Soto (1992)</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 3. Salidas por flujo horizontal subterráneo en el acuífero de Vicente Guerrero. Tomado de ICGASA (1978), CNA (2002), y Soto (1992)</i>	<i>6</i>
<i>Figura 1. Mapa de localización del acuífero Vicente Guerrero. Ing. Civiles y Geólogos Asociados, S.A., 1978.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Balance Hidrológico/Agronómico del acuífero de Vicente Guerrero.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Balance REPDA de agua subterránea del acuífero Colonia Vicente Guerrero.</i>	<i>8</i>

CÁPITULO V. BALANCE INTEGRAL DEL AGUA

El balance de agua subterránea tiene como objetivo evaluar la disponibilidad de los recursos hidráulicos por unidad hidrológica (acuífero), con la finalidad de emitir un diagnóstico que conlleve al manejo sustentable de los mismos. Los componentes involucrados en la dinámica de un sistema subterráneo o de una porción del mismo se relacionan entre sí mediante el principio de la conservación de la materia. Para un volumen determinado del acuífero y un intervalo definido de tiempo se presentan entradas (recarga) y salidas (descarga) que producen un cambio en el almacenamiento. La ecuación de balance más simple que expresa lo anterior es:

Entradas – Salidas = Cambio en Almacenamiento

Dicho cambio en el almacenamiento se refleja físicamente mediante ascensos y/o descensos medibles en la elevación o profundidad de los niveles de agua del sistema subterráneo. En un acuífero, los cambios de nivel del agua se determinan por medio de pozos de observación o piezómetros, en los que se miden los niveles piezométricos, también conocidos como niveles estáticos (NE) o freáticos, en relación con el nivel del suelo (profundidad [m]) o del mar (elevación [msnm]).

Además de este análisis de los cambios en el almacenamiento, se han desarrollado metodologías alternas para la estimación de las entradas y salidas en un acuífero. A continuación se presentan y discuten los balances hídricos del acuífero de La Misión en el Municipio de Ensenada, Baja California, los que han sido generados mediante el análisis de información de fuentes diversas.

Para el acuífero de Colonia Vicente Guerrero, la ecuación de continuidad puede plantearse a través de la siguiente relación entre volúmenes (L^3):

$$R_h + R_v = D_h + ET + B + \Delta A$$

en donde,

R_h = Recarga horizontal proveniente de la cuenca hidrológica, es decir, flujo subterráneo lateral e infiltración desde los cauces de corrientes superficiales

R_v = Infiltración de la lluvia directa sobre el área del acuífero y percolación del riego (vertical)

D_h = Descarga por flujo subterráneo (horizontal) fuera del área de balance

ET = Evaporación y evapotranspiración vegetal

B = Extracción por bombeo

ΔA = Cambio en el volumen almacenado dentro de la zona, durante el período de análisis

La subcuenca del Valle de Vicente Guerrero abarca una superficie de 1226.35 km² (CNA, 2006) y contiene un acuífero conformado por depósitos fluviales y aluviales con una área aproximada de 38 Km² y un espesor saturado de 15.62 m en promedio (CNA, 2002). Este acuífero de tipo libre costero tiene unos valores de transmisividad que fluctúan entre 0.0017 y 0.0845 m²/s y un coeficiente de almacenamiento de 0.18 (Soto, 1992). Se observa que la capacidad de almacenamiento de este sistema es de 106.84 Mm³ en promedio. La Figura 1 muestra la relación del acuífero con el sistema hidrológico superficial.

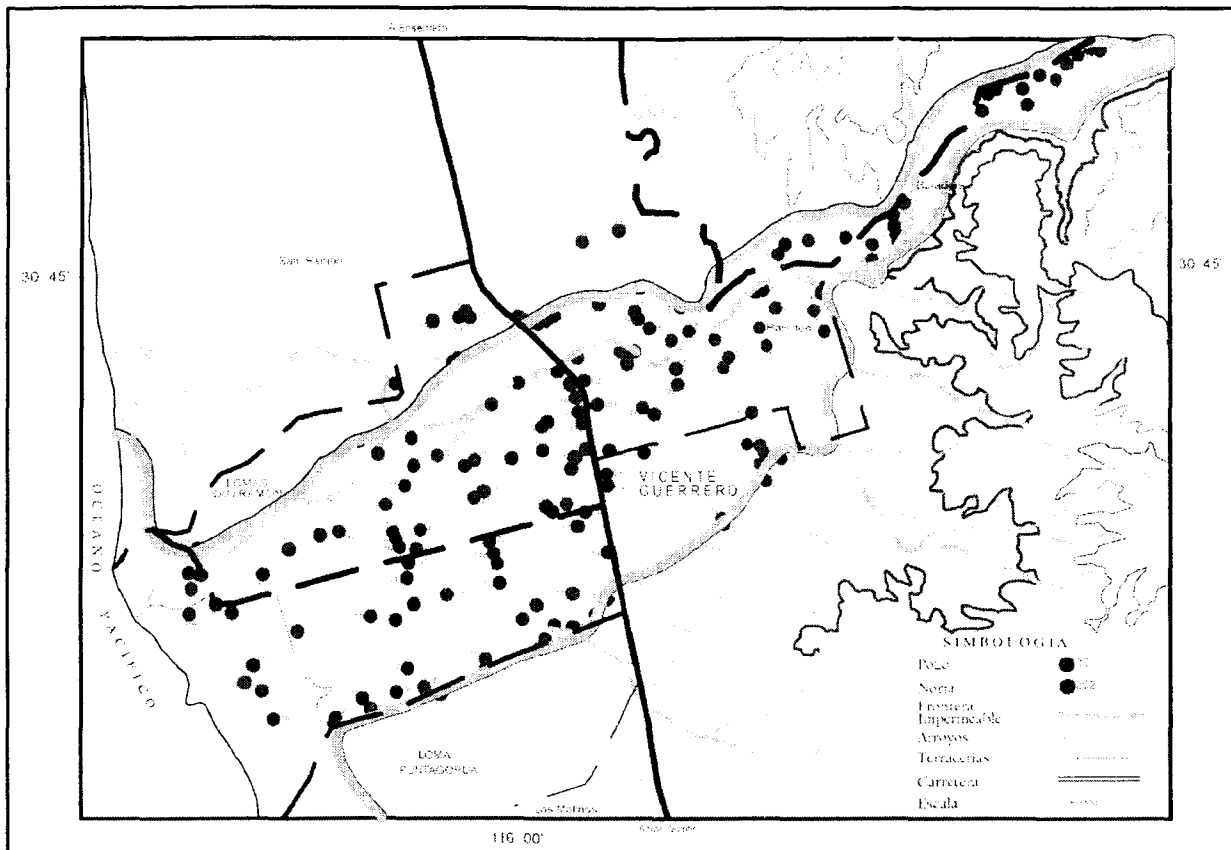


Figura 1. Mapa de localización del acuífero Vicente Guerrero. Ing. Civiles y Geólogos Asociados, S.A., 1978.

La precipitación media anual en la cuenca del acuífero de Vicente Guerrero ha sido estimada en 199.6 mm/año a partir de la serie 1985 a 2005 de diversas estaciones a lo largo de la cuenca (CNA, 2006). Por otro lado, la estación climatológica Col. Vicente Guerrero, que se localiza dentro del área del acuífero, arroja un promedio de 254 mm anuales para los años 1984-2003 (CNA, 2006). La temperatura media anual registrada desde 1958 hasta 2005 en la estación Santa María del Mar es de 16.4° C y la evaporación media anual es de 1548 mm.

En 2002 este acuífero fue reportado en condiciones geohidrológicas de desequilibrio dinámico (CNA, 2002, DOF, 2003). La Tabla 1 muestra el resumen de los resultados obtenidos en dos balances previos de aguas subterráneas (CNA, 2002; Soto, 1992). El balance de 1992 fue obtenido para los 22.5 Km² del área de mayor explotación y refleja el equilibrio en los recursos hidráulicos de ese periodo. En 2002 ya se observaba un volumen de recarga menor a las descargas del acuífero, lo que arroja un cambio negativo o déficit en el almacenamiento.

Tabla 1. Resumen de balances previos de agua subterránea en el acuífero de Vicente Guerrero.

	Concepto	Soto, 1992	CNA, 2002
Recargas (Mm ³ /año)	Recarga vertical	14.00	4.75
	Recarga horizontal	14.7	14.77
Descargas (Mm ³ /año)	Extracción por bombeo	22.90	15.23
	Evapotranspiración	0.00	0.00
	Descarga horizontal	5.7	6.19
Cambio en el almacenamiento		0.1	-1.19

V.1. Balance Hidrológico/Agronómico

La ecuación general utilizada para el balance hidrológico del acuífero del Valle de La Misión incluye los siguientes términos en unidades de Volumen/Tiempo (L³/T):

$$I_p + I_c + E_h + I_r - (S_h + ET + B) = \pm CVA \quad (\text{ecuación 1})$$

donde,

I_p = Infiltración por lluvia

I_r = Infiltración por percolación de aguas de riego

I_c = Infiltración desde cauces de escurrimientos superficiales

E_h = Entradas subterráneas horizontales

S_h = Salidas subterráneas horizontales

ET = Evapotranspiración en áreas con niveles freáticos someros

B = Extracción mediante captaciones de aguas del subsuelo por bombeo

CVA = Cambio en el volumen almacenado

V.1.1. Recarga del Acuífero

En el Valle de La Misión la recarga del acuífero está constituida por tres elementos principales: (1) infiltración vertical proveniente de la precipitación directa sobre el área acuífera y (2) infiltración de agua desde los escurrimientos superficiales y entradas por flujo horizontal. La recarga por percolación de agua de riego se considera nula debido a la alta tecnificación en las actividades agrícolas de la región.

Recarga por lluvia

La infiltración por lluvia se define como,

$$I_p = P_m A C_i \quad (\text{ecuación 2})$$

en donde,

P_m = Altura media de la lámina de lluvia precipitada (L)

A = Área de captación vertical (L^2)

C_i = Coeficiente de proporcionalidad que incluye todos los parámetros que intervienen en el proceso de infiltración de la precipitación (adimensional)

El área de captación vertical considerada para la estimación de la infiltración directa por lluvia es de 38 Km^2 (CNA,2002). La precipitación promedio anual es de 154 mm y provienen de la estación Col. Vicente Guerrero (CNA, 2006). Los cálculos mostraron que el área del acuífero de Vicente Guerrero capta un volumen de precipitación promedio de $5,852,000 \text{ m}^3/\text{año}$. Se asume que el coeficiente de infiltración para los materiales que conforman el acuífero es de aproximadamente 0.2 y se obtiene el volumen de recarga vertical promedio por lluvia en el acuífero, que resulta en aproximadamente **1.17 Mm^3 anuales**.

Recarga por infiltración de escurrimientos superficiales

Siguiendo el proceso indicado por la ecuación 2, se capta un volumen de precipitación de $244.78 \text{ Mm}^3/\text{año}$ a partir de los 1226.35 Km^2 de superficie de la cuenca y de los 199.6 mm de precipitación media (CNA, 2006). El coeficiente de escurrimiento en la cuenca de Santo Domingo es de 0.064 (CNA, 2006) lo que arroja un volumen disponible para infiltración de $15.66 \text{ Mm}^3/\text{año}$. Asumiendo entonces un coeficiente de infiltración de 0.2, apropiado para los tipos de materiales que constituyen el acuífero, se obtiene una recarga por infiltración desde los cauces de escurrimientos superficiales de **$3.13 \text{ Mm}^3/\text{año}$** .

Entradas por flujo horizontal

Las entradas al acuífero mediante flujo horizontal han sido previamente evaluadas (ICGASA, 1978; CNA, 2002, Soto, 1992) y se resumen en la Tabla 2. En al menos dos de los casos, dichos valores se estimaron aplicando la ley de Darcy a celdas definidas por líneas equipotenciales y de flujo obtenidas de mapas piezométricos. Si se asume que los volúmenes de recarga estimados para una área de 23.2 km^2 tienen validez para una extensión mayor del mismo acuífero y para las condiciones actuales del mismo, el volumen de **$14.77 \text{ Mm}^3/\text{año}$** representa la recarga por flujo horizontal subterráneo en el acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

Tabla 2. Entradas por flujo horizontal subterráneo en el acuífero de Vicente Guerrero. Tomado de CNA (2002), ICGASA (1978), , y Soto (1992)

Fuente	Volumen ($\text{Mm}^3/\text{año}$)
ICGASA, 1978	14.70
CNA, 2002	14.69
Soto, 1992	14.77
Promedio	14.77

V.1.1. Descarga del acuífero

La principal forma de descarga en el acuífero de Vicente Guerrero es la extracción por bombeo para suministro de agua de riego. La extracción para riego agrícola y el flujo subterráneo horizontal constituyen el resto de los componentes de la descarga. Debido a que las profundidades del nivel freático se encuentran persistentemente a más de tres metros (CNA, 2002), las pérdidas por evapotranspiración son prácticamente nulas.

Descarga por bombeo

A causa de 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, CNA (202) reporta un volumen promedio de extracción total de **15.23 Mm³/año** de los cuales el 94% es para uso agrícola y el resto para uso público-urbano, doméstico y pecuario.

Descarga por flujo subterráneo

Las salidas del acuífero mediante flujo horizontal han sido previamente evaluadas (ICGASA, 1978; CNA, 2002, Soto, 1992) y se resumen en la Tabla 3. En al menos dos de los casos, dichos valores se estimaron aplicando la ley de Darcy a celdas definidas por líneas equipotenciales y de flujo obtenidas de mapas piezométricos. Si nuevamente asumimos la validez de los datos bajo las condiciones actuales y ante una mayor extensión del acuífero, el volumen de **6.19 Mm³/año** representa la descarga por flujo horizontal subterráneo, o descarga al mar, en el acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

Tabla 3. Salidas por flujo horizontal subterráneo en el acuífero de Vicente Guerrero. Tomado de ICGASA (1978), CNA (2002), y Soto (1992)

Fuente	Volumen (Mm ³ /año)
ICGASA, 1978	7.6
CNA, 2002	6.19
Soto, 1992	5.3
Promedio	6.19

V.1.2. Balance de agua subterránea

El balance hidrológico/agronómico del acuífero de Colonia Vicente Guerrero se resume en la Figura 2. El volumen de la recarga promedio asciende a 19.90 Mm³/año mientras que las descargas totalizan 21.42 Mm³/año, lo que refleja condiciones de desequilibrio dinámico y un déficit en los recursos hidráulicos de **2.35 Mm³** anuales. Este volumen representa aproximadamente 0.35 m de abatimiento anual, que se manifiesta con el descenso en los niveles freáticos y el agotamiento de norias y pozos poco profundos. Debido a su contacto con el mar y a la poca elevación de sus niveles estáticos, es de esperarse que este tipo de acuíferos logre el equilibrio permitiendo la intrusión de agua marina que compense los cambios de potencial debidos a la sobreexplotación.

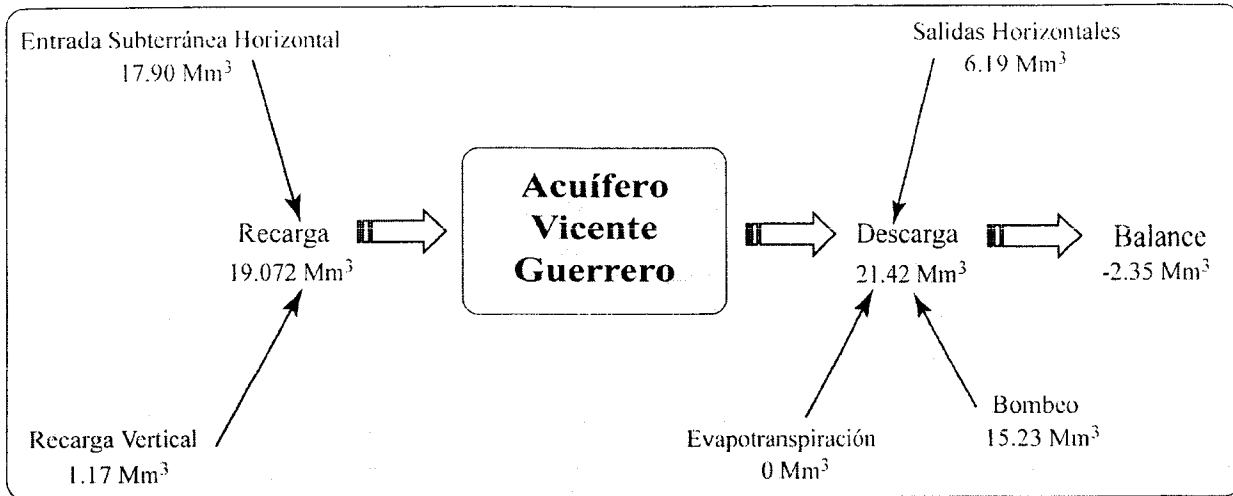


Figura 2. Balance Hidrológico/Agronómico del acuífero de Vicente Guerrero.

V.2. Balance de equilibrio

El balance en condiciones de equilibrio es el resultado de un régimen de descarga que iguala a la magnitud promedio de la recarga del acuífero. Sin embargo, el estudio hidrológico/agronómico del acuífero de Colonia Vicente Guerrero ha puesto en evidencia un déficit de -2.35 Mm^3 al año en el volumen de agua requerida para sostener la actual dinámica del sistema. Hasta el momento, dicho déficit ha sido compensado utilizando agua del reservorio, lo que ha su vez produce declive en los niveles estáticos, agotamiento de norias y pozos y, por tratarse de un acuífero costero, riesgo inminente de intrusión marina, con sus efectos casi irreversibles.

El balance hidrológico/agronómico refleja el promedio de años secos y húmedos e indica la manera en la que se distribuyen naturalmente los recursos. Las descargas por salida subterránea totalizan menos del 30% de los recursos, en promedio, mientras que las extracciones por bombeo representan el otro 70%. Por lo tanto, es el control en el bombeo el que permitirá alcanzar la estabilización del acuífero. Mientras no se implementen medidas que permitan el incremento de la disponibilidad de agua subterránea, las extracciones totales por bombeo no deberán exceder los $12 \text{ Mm}^3/\text{año}$.

V.3. Balance REPDA

Como ya se ha mencionado, el balance REPDA se obtiene al aplicar el procedimiento indicado en la Norma oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 y tiene por objeto estimar la disponibilidad del agua subterránea en un acuífero determinado. Para este fin se establece la relación

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

La recarga total media anual corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. En Colonia Vicente Guerrero este volumen asciende a 19.5 Mm^3 anuales (CNA, 2002;

DOF, 2003). Para el acuífero Col. Vicente Guerrero la descarga natural comprometida se considera prácticamente nula (CNA, 2002, DOF, 2003). Por otro lado, el volumen concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua al 2007 es de 38.88 Mm³/año. El balance hídrico utilizando el volumen concesionado y mostrando la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de Colonia Vicente Guerrero se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** De acuerdo con la metodología indicada en la Norma Oficial, la cifra de -19.38 Mm³/año indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero del valle de Colonia Vicente Guerrero.

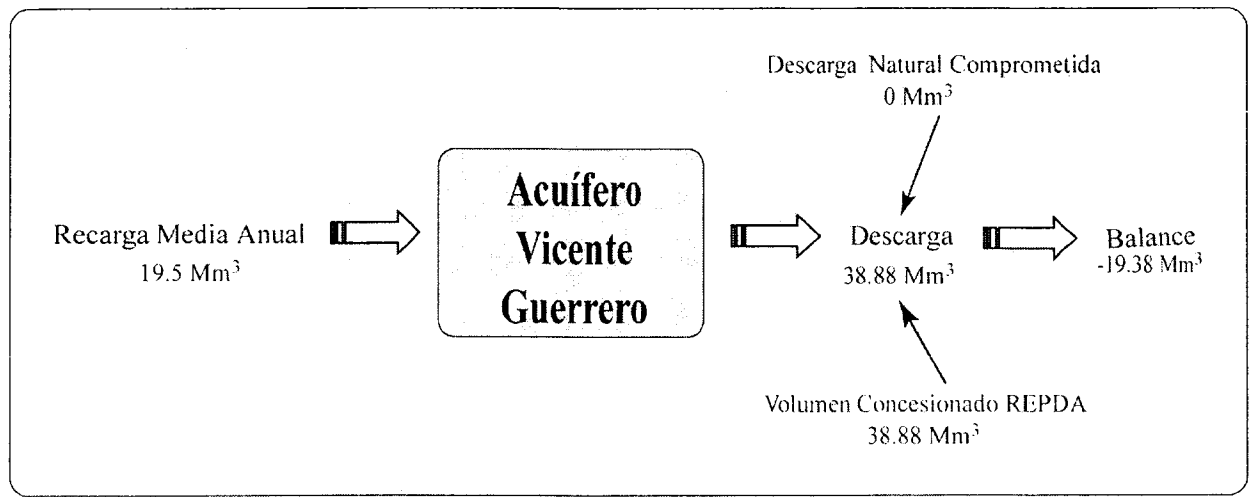


Figura 3. Balance REPDA 2007 de agua subterránea del acuífero Colonia Vicente Guerrero.

V.4. Citas

- Comisión Nacional del Agua. **2002**. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.25.
- Comisión Nacional del Agua, **2006**. Estudio para actualizar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales en las 85 (ochenta y cinco) subregiones hidrológicas de las 7 (siete) regiones hidrológicas 1,2,3,4,5,6 y 7 de la península de Baja California, mediante la aplicación de la NOM-011-CNA-2000. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Gerencia Regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica, Diciembre de 2006.
- Diario Oficial de la Federación, **2003**. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.
- Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGASA], **1978**. Geohidrológica del valle de Vicente Guerrero, B.C.N. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Promoción y Programas. Diciembre de 1978. 143pp.
- Soto Gutiérrez, Raúl, **1992**. Estudio geohidrológico del Valle Vicente Guerrero, Baja California Norte. Tesis, Universidad Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. 91 pp.
-

CONTENIDO

Capítulo VI. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS	2
Predicción de la precipitación.	2
Recarga del acuífero.	3
Descarga subterránea e intrusión salina.	3
Modelo Genérico	3
VI.1. Escenario Natural	5
VI.2. Escenario Inercial	6
VI.3. Escenario Máxima Tecnificación	7
VI.4. Escenario REPDA	7
VI.5. Resumen de los escenarios paramétricos	8

CAPITULO VI. ESCENARIOS PARAMÉTRICOS

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.

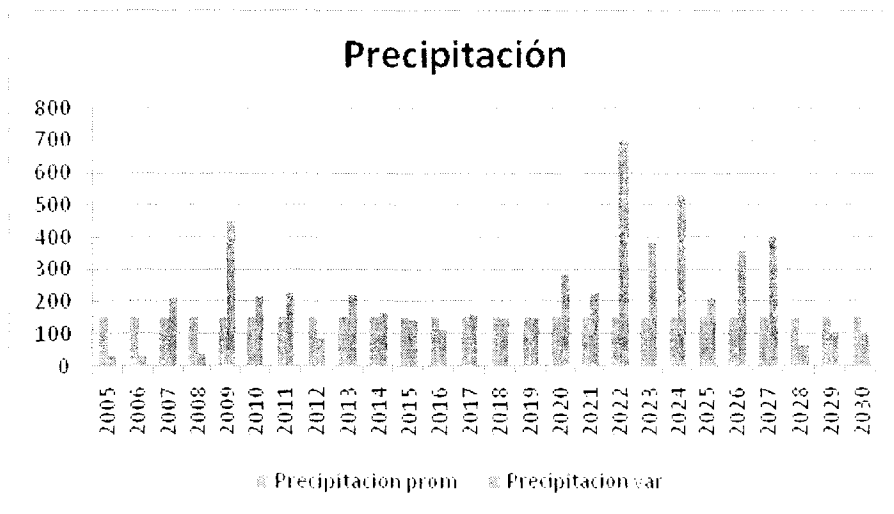
El modelo conceptual del funcionamiento del sistema del Valle de Guadalupe que se muestra a continuación, se planteó a partir del análisis conjunto de la información geológica, hidrogeológica, geofísica, hidrogeoquímica, rasgos indicadores de flujo e hidráulica de pozos, para que el modelo resultante 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 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 (Coca,xxx) 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 Guadalupe el patrón de precipitación durante los próximos 25 años.

Figura 1. Precipitación estimada para el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero



Esta suposición 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, etc. (Ponce, xxxx). 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.

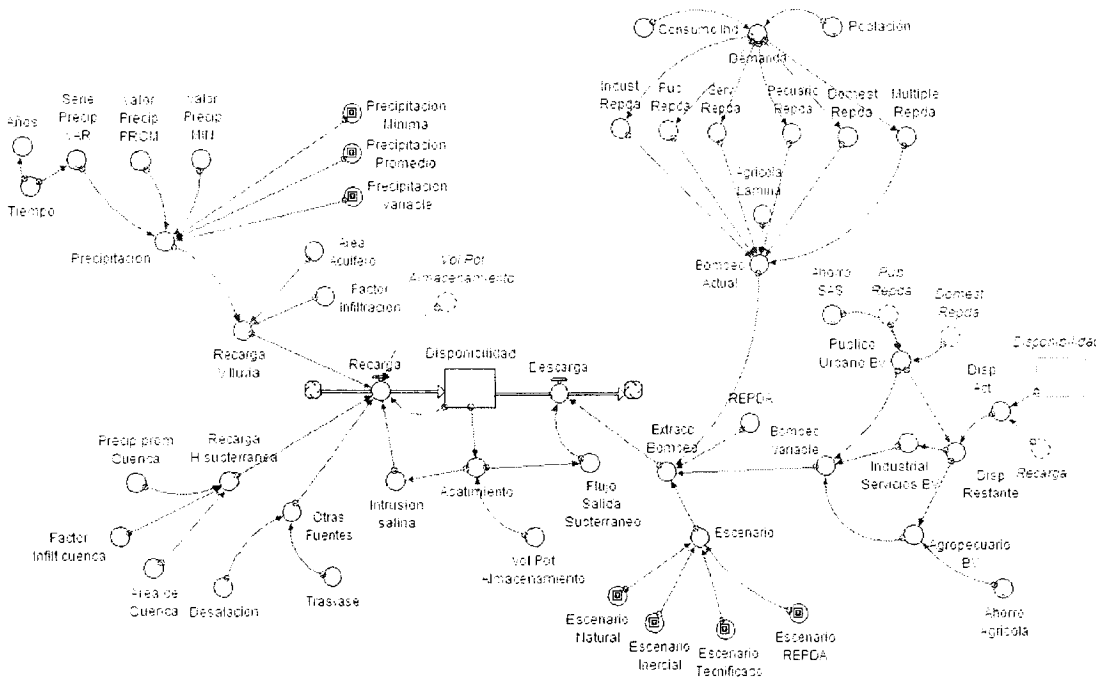
Descarga subterránea e intrusión salina.

Para estimar esta componente del balance se correlacionó la altura del nivel estático con la descarga estimada por variaciones en el almacenamiento, expresamente en las zonas de descarga. Esta relación entre altura del nivel estático con descarga se introdujo al modelo para definir una descarga variable, en función del nivel. El volumen de agua incorporado al acuífero por intrusión salina está directamente relacionado con el nivel estático en el acuífero por lo que esta aproximación es también aplicable a este fenómeno.

Modelo Genérico

Para evaluar las variaciones en la recarga, descarga y fundamentalmente disponibilidad del agua subterránea se utilizó el programa para modelación dinámica STELLA, construyendo un modelo en que se muestran todas las variables y sus relaciones entre sí, que servirá de base para los acuíferos analizados. Las diferencias en cada uno de los modelos son las relaciones numéricas o funcionales entre variables.

Figura 2. Modelo genérico de simulación de la disponibilidad del STELLA



Las variables estructurales consideradas en el modelo son las siguientes:

1. Recarga
 - a. Recarga vertical por precipitación
 - b. Recarga horizontal por infiltración de la cuenca
 - c. Intrusión salina
2. Disponibilidad.
3. Descarga
 - a. Evapotranspiración
 - b. Flujo de salida subterránea
 - c. Extracción por bombeo
 - i. Bombeo actual
 - ii. Bombeo variable
 - iii. Extracción REPDA
4. Abatimiento

En el caso en que una variable no esté relacionada en un acuífero específico, por ejemplo, la intrusión salina en el acuífero de Guadalupe, la relación funcional es cero. Aunque se observe la presencia de esta variable en el modelo, esta no toma parte en la simulación. En la figura 1 se muestra el modelo genérico del STELLA.

Las condiciones iniciales de las entradas al sistema se componen en primer lugar por la recarga vertical; mientras las salidas se componen por la evapotranspiración, por salidas horizontales hacia el mar y las extracciones por bombeo. Los datos utilizados en este modelo se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Parámetros del modelo

Concepto	Valor
Área de la cuenca	1,226 Km ²
Área del acuífero	38 Km ²
Precipitación anual promedio de la cuenca	199.6 mm
Precipitación anual promedio del acuífero	154 mm
Recarga	
Coeficiente de infiltración por lluvia	0.2
Coeficiente de Recarga Horizontal	0.0128
Volumen potencial de almacenamiento	106.84 Mm ³
Volumen requerido para abatir 1m.	6.84 Mm ³

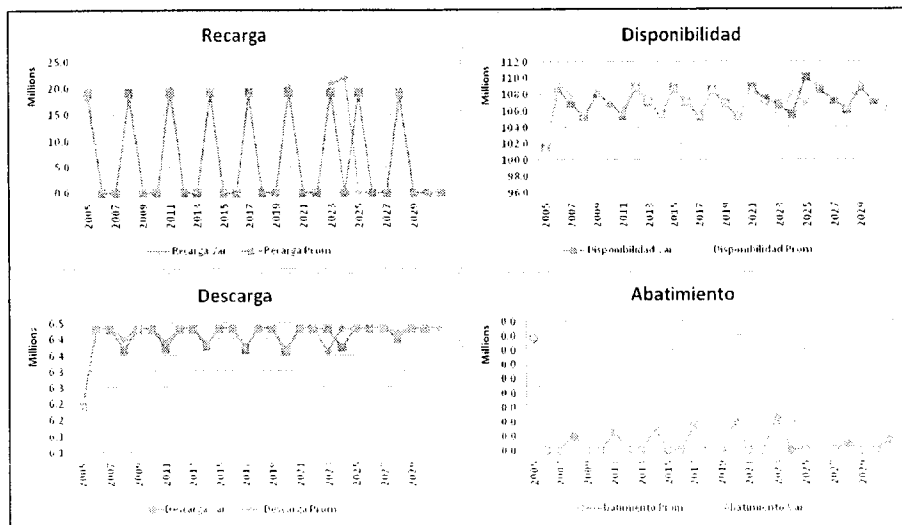
Cabe mencionar que los supuestos aquí planteados no consideran la naturaleza del mercado, solo consideran los efectos de los aspectos demográficos internos de la zona de estudio.

VI.1. 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 3.50 metros lo que equivale a un volumen de 316,432,500 m³. Calculado mediante métodos indirectos.

Figura 3. Simulación del escenario natural.



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.

VI.2. Escenario Inercial

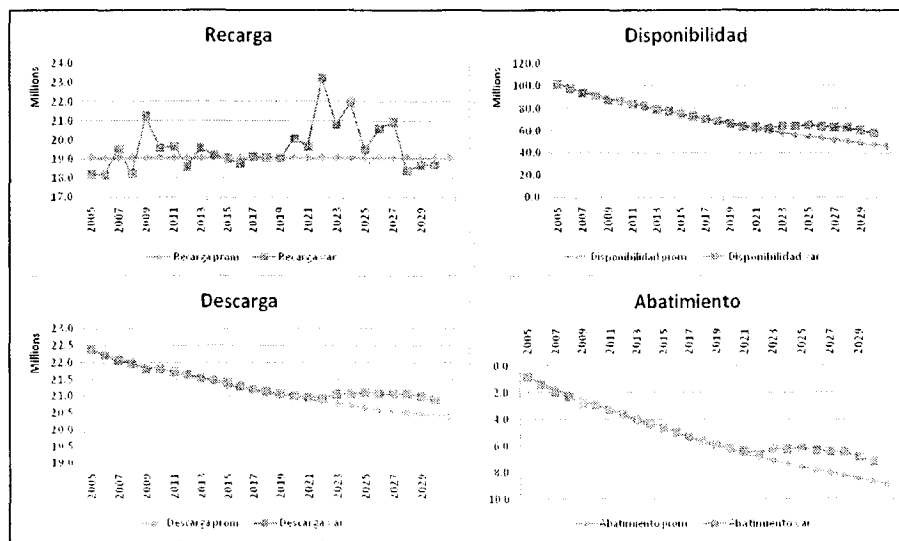
En este escenario se considerará la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se usará para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación

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.

Figura 4. Simulación del escenario inercial.

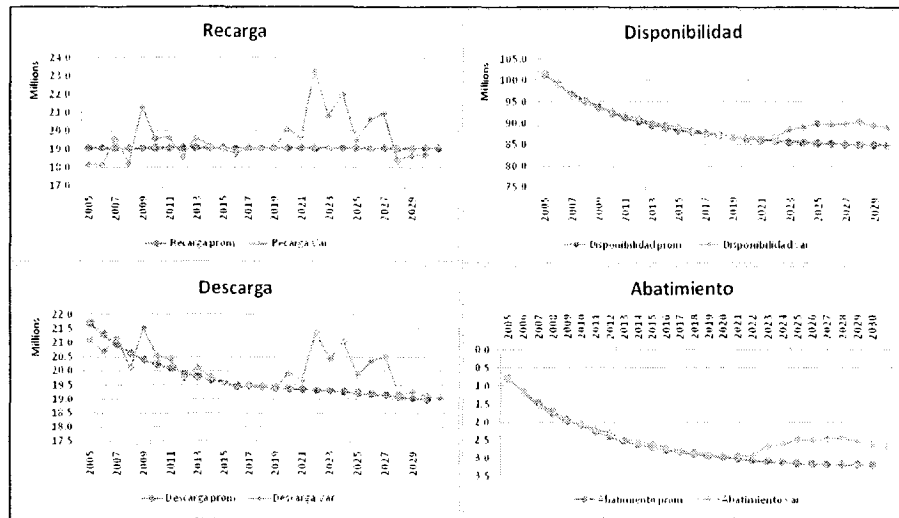


Al conjugar las condiciones de extracción actual con un fenómeno de sequía, se obtiene una condición extremo opuesta a la óptima descrita en un escenario de máxima tecnificación, resulta de interés el inevitable declive de la extracción hidroagrícola, así como la dificultad del sector público urbano,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

VI.3. 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. 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.

Figura 5. Simulación del escenario tecnificado.



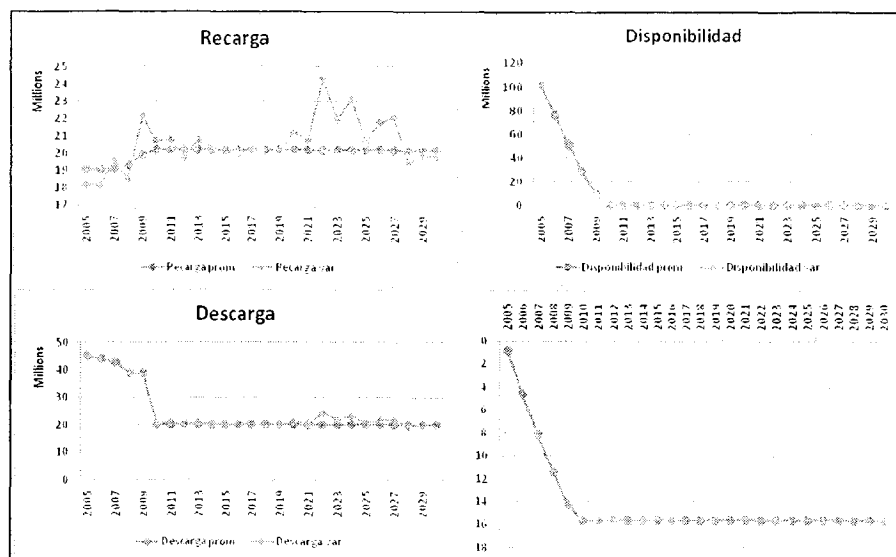
VI.4. Escenario REPDA

En este escenario se considerará la extracción de agua subterránea inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), dicho escenario servirá 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.

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.

Figura 6. Simulación del escenario REPDA.



VI.5. 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 sistetizan 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.

A partir de los parámetros previamente listados, se integra el siguiente cuadro de resumen.

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.

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 anual.
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.

CONTENIDO

Capítulo VII. Costos económico-ambientales por la sobreexplotación	2
VII.1. Marco de Referencia	4
VII.2. Escenario Inercial Sustentable. Costos y Beneficios	11
VII.3. Escenario Repda Restringido. Costos y Beneficios	14
VII.4. Impactos Económicos Ambientales	16
VII.5. Resumen de los costos económicos – ambientales de sobreexplotación.....	20
VII.6. Análisis de la Relación Beneficio – costo de la Sobreexplotación	20
VII.7. Conclusiones.	22
<i>Tabla 1. Áreas de Cultivos en el Valle de Vicente Guerrero y datos unitarios (2006).....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2. Valor de la Producción en el Valle de Vicente Guerrero y su relación con el agua (2006).....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Escenario Inercial Sustentable, comportamiento de la Recarga y las extracciones para déficit cero (metros cúbicos).....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 4. Escenario Inercial Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Metros cúbicos).....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 5. Escenario Inercial Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Metros cúbicos) 10</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 6. Escenario Inercial Sustentable. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo lps y consumo eléctrico kWh).....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 7. Ejemplo de simulación de operación de un pozo.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 8. Escenario Inercial Sustentable. Parámetros económicos (pesos de 2006).....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 9. Escenario Repda Restringido. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo lps y consumo eléctrico kWh).....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 10. Escenario Repda Restringido. Parámetros económicos (pesos de 2006).....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 11. Impacto por el incremento en consumo de Electricidad (pesos de 2006).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 12. Impacto por el Abatimiento del nivel freático (metros) por modificación de pozos y consumo adicional de electricidad (pesos de 2006).</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 13. Impacto de la disminución de la reserva del agua del acuífero (metros cúbicos y pesos de 2006)....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 14. Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2006).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 15. Relación costo Beneficio de la Sobreexplotación (pesos de 2006).</i>	<i>21</i>
<i>Figura 1: Escenario Inercial Sustentable, comportamiento de la Recarga y las extracciones para déficit cero (millones de metros cúbicos)</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Escenario Inercial Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos).....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3: Escenario Inercial Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos)</i>	<i>10</i>

CAPITULO VII. COSTOS ECONÓMICO-AMBIENTALES POR LA SOBREEXPLOTACIÓN

Resumen.

Este capítulo inicia con un Marco de Referencia para desarrollarlo de manera prospectiva para el período del 2007 al 2030 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. Se describe el acuífero del Valle de Vicente Guerrero y su situación para los años 2006 a 2007, incluyendo la extracción para uso público urbano y para la agricultura. 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, como el incremento por el consumo de electricidad, el efecto del abatimiento del nivel freático en consumos adicionales de energía y profundización de los pozos, el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

Entre los resultados relevantes se concluye la existencia de un gran riesgo de seguir manejando los recursos acuíferos sin una planificación sistémica a largo plazo confiados en la disponibilidad del recurso y en la precipitación oportuna impulsados por el atractivo de los mercados y las grandes utilidades evitando invertir y gastar en nuevas tecnologías o en proteger y mitigar los impactos al medio ambiente. En este esquema se avizora en el corto plazo que finalmente la promesa de los grandes beneficios de hoy se traducirán en las pérdidas del mañana.

La Evaluación del 2006 cultivando 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³, se toma como base y no hace atractiva la presentación del Escenario Inercial Sustentable que con los mismos parámetros implica extraer menos agua para la agricultura, cultivar menos tierra sacrificándola por la prioridad del suministro de agua a la población y reduciendo los Beneficios promedio en 22% (comparado con el 2006). Se corre el riesgo de adoptar el Escenario Inercial de Repda Restringido que aparenta prometer la misma relación Beneficio Costo, la misma productividad del agua, incrementar el área de cultivo y mejorar los beneficios en 19% arriba del Escenario Inercial Sustentable.

La principal aportación de este capítulo es que al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación la falacia del Escenario Repda Restringido cae por el peso de los indicadores que reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72, el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³ haciendo evidente que el camino de la sobreexplotación del acuífero no es la solución técnica, económica, ambiental y social ni en el corto, mediano ni en el largo plazo.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de 1.69 \$/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 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 19.49 \$/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 11.84 \$/m³ y se recomienda para priorizar o calificar las acciones del Plan de Manejo por su costo cuando el valor del metro cúbico rescatado o de incremento a la disponibilidad o la combinación sean menores.

Los costos económico ambientales totalizan \$943 millones de pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo. Un plan de manejo del acuífero con un costo similar es completamente razonable para el desarrollo sustentable del Acuífero del Valle de Vicente Guerrero.

VII.1. Marco de Referencia

Para la evaluación del costo de los impactos económico ambientales de la sobreexplotación del acuífero del Valle de Vicente Guerrero se desarrolló este concepto de manera prospectiva para el período del 2007 al 2030 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. En este Marco de Referencia se puntualizan conceptos y elementos que delimitan los enfoques y alcances de la evaluación.

Acuífero.

El acuífero del Valle de Vicente Guerrero es alimentado por una Recarga Inercial Variable estimada con la simulación realizada en este Plan la cual depende de la precipitación pluvial. No se considera impacto por los cambios ocasionados por la disminución o pérdida del flujo base de los ríos ya que los niveles estáticos registrados no promueve el flujo o zonas de descarga superficiales. Por ello se asume que no existe un efecto relevante de la sobreexplotación sobre el gasto base de las corrientes.

No existe una frontera de este acuífero con el mar, por lo cual el riesgo de intrusión salina no es un factor significativo en la evaluación de impactos.

El incremento de la salinidad o degradación de la calidad del agua por la sobreexplotación no es significativo al estimarse un espesor equivalente medio del acuífero de 15.62 m equivalente a un volumen de agua contenida de 106.84 millones de metros cúbicos. La sobreexplotación no puede llegar en el tiempo a disminuir este volumen al 50% con un bombeo técnica y económicamente factible. Una reducción de esta magnitud no incrementaría globalmente la cantidad de sólidos disueltos totales estimados actualmente en 600 ppm, para afectar el uso en la agricultura y para el suministro urbano. Esto no implica la ausencia de afectaciones localizadas donde se incremente la salinidad por arriba de los límites permisibles.

En lo que se refiere a las modificaciones de flujo subterráneo, el principal efecto de la sobreexplotación al incrementar el abatimiento sería disminuir la eficiencia del acuífero afectando el caudal específico de los pozos (lps/m) generando conos de succión más pronunciados y disminuyendo la carga neta de succión positiva en las bombas. Aún colocando las bombas a profundidades de 35 m el nivel estático no podría estar por debajo de los 15.5 m sin afectar la operación del equipo actualmente utilizado.

Extracción para Uso Público Urbano

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 1,000,856 mca (31.7 lps) es el promedio suministrado por el acuífero del Valle de Vicente Guerrero, lo cual representa el 8% de la recarga neta y el 24% de la extracción total del Uso Público Urbano.

Para los fines de la evaluación de impactos económicos ambientales se establece la restricción de que el Uso Público Urbano no utilizará en el período de proyección (2007-2030) ninguna otra fuente alterna de suministro, sino que seguirá extrayendo el agua de los acuíferos en la misma proporción que lo hace actualmente siguiendo la demanda creciente impulsada por el aumento de la población. No se considera que existan programas de reducción de pérdidas ni de uso eficiente del agua en los sectores urbanos, ni el reuso y/o suministro de aguas residuales. Asimismo el Uso Público Urbano tiene la prioridad sobre el Uso Agrícola en cuanto a calidad de agua ya que sus volúmenes de extracción no son significativos.

Con este esquema la extracción del Uso Público Urbano en el período 2007-2030 para el Escenario Inercial Sustentable sería de 30,668,888 metros cúbicos representando el 8.7% de la recarga.

Extracción para Uso Agrícola.

Para evaluar los impactos económico ambientales de la extracción de agua para Uso Agrícola se tomó como referencia el año 2006 donde se alcanza un área cultivada de 2,230 ha con la distribución de cultivos señalada en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas de Cultivos en el Valle de Vicente Guerrero y datos unitarios (2006).

Cultivos	ha en 2006	Consumo de agua m ³ /ha	Costo de producción \$/ha	Valor de la producción \$/ha	Utilidad \$/ha	Costo del agua \$/m ³	Costo del agua \$/ha	Costo del riego \$/ha
BROCOLI	20	5,200	\$27,809	\$52,611	\$24,802	\$1.17	\$6,092	\$11,212
CEBOLLA	500	8,800	\$90,722	\$150,000	\$59,278	\$3.90	\$34,320	\$42,540
CHICHARO	4	6,500	\$39,400	\$44,821	\$5,421	\$1.17	\$7,615	\$14,295
CHILE	7	7,000	\$38,695	\$53,250	\$14,555	\$1.17	\$8,201	\$14,161
EJOTE	4	3,571	\$7,157	\$22,003	\$14,846	\$0.99	\$3,536	\$5,557
FLORES	30	2,407	\$7,379	\$15,962	\$8,583	\$1.47	\$3,536	\$5,557
APIO	16	5,294	\$7,791	\$154,127	\$146,337	\$0.67	\$3,536	\$5,557
COL BRUSELAS	30	8,000	\$23,185	\$135,871	\$112,686	\$0.66	\$5,304	\$14,162
FRESA	500	14,000	\$279,110	\$620,000	\$340,890	\$1.00	\$14,000	\$20,920
TOMATE	800	5,933	\$175,957	\$321,069	\$145,112	\$0.78	\$4,624	\$12,832
PEPINO	60	6,300	\$32,919	\$210,000	\$177,081	\$1.17	\$7,381	\$12,621
OTROS	260							
Total	2,230							

Para estos cultivos se integro la información del 88 % del área cultivada. Es evidente que los cultivos dominantes por área sembrada son tomate, fresa, cebolla y pepino. Para estos cultivos se reportan los valores unitarios de consumo y costo del agua, costo, valor y utilidad de la producción y el costo del riego.

En los escenarios inerciales propuestos se mantiene constante la distribución de áreas por cultivos, el área base (2,230 ha) es el pivote de referencia y se considera un valor promedio del consumo global de agua por hectárea (7,672 m³/ha) para hacer depender el área cultivada del agua disponible o extraída, según el caso. Así mismo se mantienen constantes los valores unitarios de la Tabla 1 implicando por una parte evaluaciones a pesos constantes de 2006, pero principalmente que no hay un avance tecnológico en la agricultura y en sus sistemas de riego, en otras palabras durante los próximos 24 años siguen operando igual que en el 2006.

El costo unitario del agua reportado varía desde 0.66 \$/m³ hasta un valor extremo (en un caso) de 3.90 \$/m³ y la diferencia entre costo del agua y costo de riego está asociada a sistemas de distribución y mano de obra. Hay que enfatizar que estas cantidades se refieren al costo de extracción y suministro sin ninguna relación con el valor del agua.

La Tabla 2 presenta el valor de la producción en el Valle de Vicente Guerrero y su relación con el consumo de agua en base al reporte de cultivos de 2006 y los valores unitarios presentados en la Tabla 1, estos últimos integrados con datos de 2006 y 2007.

Tabla 2. Valor de la Producción en el Valle de Vicente Guerrero y su relación con el agua (2006)

Cultivos	Costo total de la producción	Valor total de la producción	Beneficio total de la producción	Consumo de agua total m3	Costo total del agua	Beneficio por m3 de agua
BROCOLI	\$552,404	\$1,045,062	\$492,657	103,293	\$121,018	\$4.77
CEBOLLA	\$45,361,100	\$75,000,000	\$29,638,900	4,400,000	\$17,160,000	\$6.74
CHICHARO	\$140,895	\$160,280	\$19,385	23,244	\$27,233	\$0.83
CHILE	\$282,008	\$388,086	\$106,078	51,016	\$59,770	\$2.08
EJOTE	\$28,456	\$87,485	\$59,029	14,200	\$14,059	\$4.16
FLORES	\$221,361	\$478,863	\$257,502	72,222	\$106,080	\$3.57
APIO	\$121,783	\$2,409,318	\$2,287,536	82,758	\$55,275	\$27.64
COL BRUSELAS	\$687,945	\$4,031,553	\$3,343,607	237,376	\$157,380	\$14.09
FRESA	\$139,555,000	\$310,000,000	\$170,445,000	7,000,000	\$7,000,000	\$24.35
TOMATE	\$140,765,328	\$256,854,968	\$116,089,640	4,746,400	\$3,699,200	\$24.46
PEPINO	\$1,975,133	\$12,600,000	\$10,624,867	378,000	\$442,865	\$28.11
TOTAL	\$329,691,414	\$663,055,614	\$333,364,200	17,108,509	\$28,842,880	\$19.49

Es evidente que el Beneficio total de la producción (Valor de la producción menos Costo de la producción) es controlado por los cultivos de fresa, tomate, cebolla y pepino que integran el 98% de los beneficios y el 96% del consumo del agua. La cebolla participa con el 9% de los beneficios pero consumo el 26% del agua. La proporción de la producción hace que el promedio global se ubique en 19.49 pesos de beneficio por metro cúbico de agua.

Esta evaluación considera el precio promedio del productor sin incluir los aspectos de transporte, comercialización y pérdidas de la producción por siniestros o condiciones adversas.

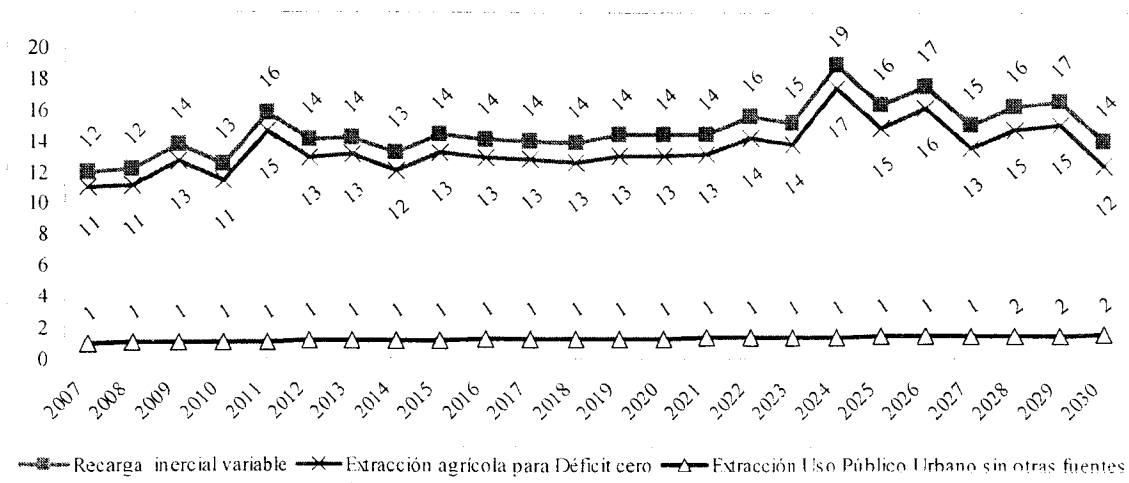
Escenario Inercial Sustentable.

Este escenario es utilizado como referencia para evaluar principalmente los beneficios de la sobreexplotación. La base del mismo es que con una Recarga Inercial Variable, la extracción total no excede la misma y con un crecimiento de la extracción del Uso Público Urbano y su carácter prioritario, el sector agrícola tiene que reducir sus extracciones y por lo tanto sus áreas de cultivo, reflejándose en los parámetros económicos del sistema. La Tabla 3 y la Figura 1 muestran el comportamiento esperado de la recarga y el control de las extracciones agrícolas para mantener un déficit cero. El nivel freático se considera constante a -1 metro.

Tabla 3. Escenario Inercial Sustentable, comportamiento de la Recarga y las extracciones para déficit cero (metros cúbicos).

año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola para Déficit cero
2007	11,970,683	1,000,856	10,969,827
2008	12,158,726	1,025,226	11,133,501
2009	13,717,185	1,049,544	12,667,641
2010	12,529,692	1,073,824	11,455,867
2011	15,749,919	1,098,086	14,651,834
2012	14,057,983	1,122,324	12,935,659
2013	14,227,408	1,146,558	13,080,851
2014	13,243,307	1,170,778	12,072,530
2015	14,410,558	1,195,007	13,215,551
2016	14,080,453	1,219,250	12,861,203
2017	14,003,002	1,243,488	12,759,514
2018	13,879,688	1,267,692	12,611,996
2019	14,352,470	1,291,831	13,060,639
2020	14,350,592	1,315,906	13,034,686
2021	14,433,245	1,339,886	13,093,359
2022	15,570,989	1,363,751	14,207,238
2023	15,181,525	1,387,465	13,794,061
2024	18,812,390	1,410,987	17,401,403
2025	16,296,049	1,434,290	14,861,759
2026	17,489,566	1,457,354	16,032,212
2027	14,976,736	1,480,164	13,496,572
2028	16,162,195	1,502,710	14,659,485
2029	16,500,770	1,524,976	14,975,793
2030	13,950,767	1,546,937	12,403,830
Total	352,105,899	30,668,888	321,437,012

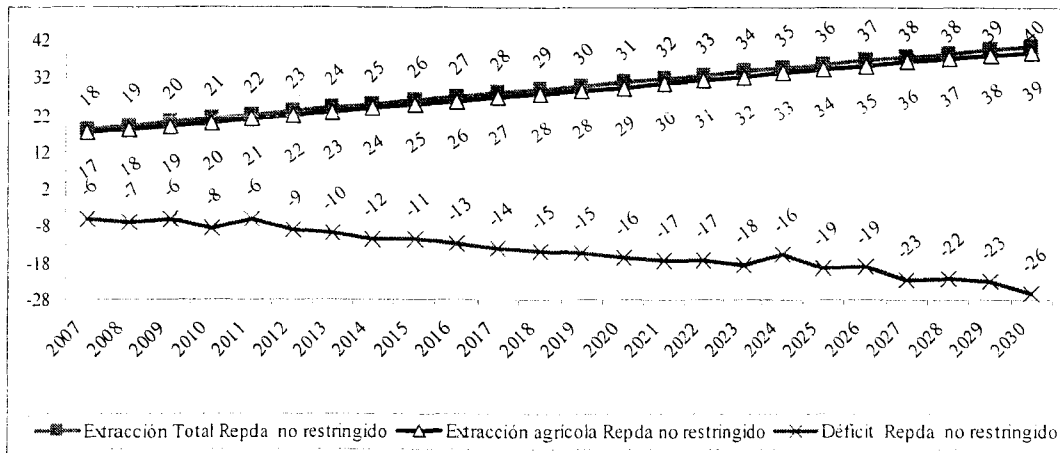
Figura 1: Escenario Inercial Sustentable, comportamiento de la Recarga y las extracciones para déficit cero (millones de metros cúbicos)



Escenario Inercial Repda No Restringido.

En este escenario, la Recarga Inercial Variable es la misma, la extracción del Uso Agrícola se hace crecer en relación lineal desde el 2007 para alcanzar los valores del Repda en el 2030. El objeto de este escenario es demostrar la imposibilidad física del mismo.

Figura 2: Escenario Inercial Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos)



La Figura 2 y la Tabla 4 muestran el comportamiento de la extracción agrícola y el déficit manteniendo la misma recarga y la misma extracción para el uso público urbano del escenario anterior.

Con una capacidad en el acuífero de 106.84 millones de metros cúbicos con este esquema se agotaría la reserva al año 2018. Por otra parte en base a los parámetros que se discutirán posteriormente al analizar los costos de bombeo, no es factible hacerlo con un nivel freático inferior a los 16 metros donde la bomba se ubicaría a 35 metros de profundidad. En base a los reportes hidrológicos se tendría un abatimiento de un metro por cada 6.84 millones de metros cúbicos de déficit, en este esquema habría que dejar de crecer la extracción en el 2013 para poder lograr mantener la extracción del agua hasta el 2030. Con este criterio se formuló el siguiente escenario.

Tabla 4. Escenario Inercial Repda No Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Metros cúbicos)

año	Extracción agrícola Repda no restringido	Extracción Total Repda no restringido	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Déficit Repda no restringido
2007	17,108,509	18,109,365	1,000,856	-6,138,682
2008	18,055,095	19,080,321	1,025,226	-6,921,594
2009	19,001,682	20,051,226	1,049,544	-6,334,041
2010	19,948,268	21,022,093	1,073,824	-8,492,401
2011	20,894,855	21,992,941	1,098,086	-6,243,021
2012	21,841,442	22,963,766	1,122,324	-8,905,782
2013	22,788,028	23,934,586	1,146,558	-9,707,177
2014	23,734,615	24,905,392	1,170,778	-11,662,085
2015	24,681,201	25,876,208	1,195,007	-11,465,650
2016	25,627,788	26,847,038	1,219,250	-12,766,585
2017	26,574,374	27,817,862	1,243,488	-13,814,860
2018	27,520,961	28,788,653	1,267,692	-14,908,965
2019	28,467,548	29,759,379	1,291,831	-15,406,909
2020	29,414,134	30,730,040	1,315,906	-16,379,448
2021	30,360,721	31,700,607	1,339,886	-17,267,362
2022	31,307,307	32,671,059	1,363,751	-17,100,070
2023	32,253,894	33,641,359	1,387,465	-18,459,833
2024	33,200,481	34,611,467	1,410,987	-15,799,077
2025	34,147,067	35,581,357	1,434,290	-19,285,308
2026	35,093,654	36,551,007	1,457,354	-19,061,441
2027	36,040,240	37,520,404	1,480,164	-22,543,668
2028	36,986,827	38,489,536	1,502,710	-22,327,342
2029	37,933,413	39,458,390	1,524,976	-22,957,620
2030	38,880,000	40,426,937	1,546,937	-26,476,170
Total	671,862,104	702,530,992	30,668,888	-350,425,092

Escenario Inercial Repda Restringido

Este escenario es similar al anterior pero al alcanzar los límites impuestos por el acuífero se hace disminuir en la misma proporción lineal la extracción del sector Agrícola. Esto permite evaluar los costos y beneficios de la sobreexplotación para su comparación con el escenario de referencia (Ver Figura 3 y Tabla 5).

Figura 3: Escenario Inercial Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos)

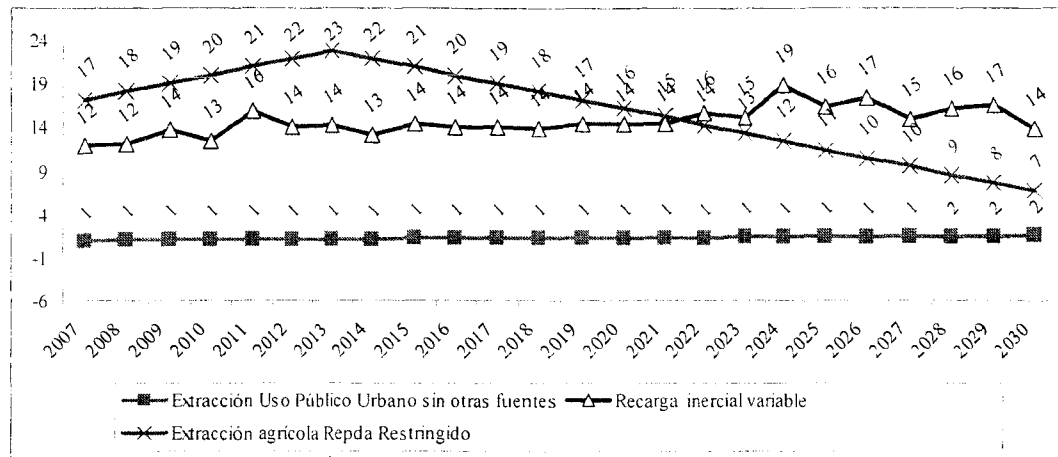


Tabla 5. Escenario Inercial Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Metros cúbicos)

año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola Repda Restringido	Déficit Acumulado
2007	11.970,683	1.000,856	17,108,509	-6,138,682
2008	12.158,726	1.025,226	18,055,095	-13,060,276
2009	13,717,185	1,049,544	19,001,682	-19,394,317
2010	12,529,692	1,073,824	19,948,268	-27,886,718
2011	15,749,919	1,098,086	20,894,855	-34,129,740
2012	14,057,983	1,122,324	21,841,442	-43,035,522
2013	14,227,408	1,146,558	22,788,028	-52,742,699
2014	13,243,307	1,170,778	21,841,442	-62,511,611
2015	14,410,558	1,195,007	20,894,855	-70,190,915
2016	14,080,453	1,219,250	19,948,268	-77,277,980
2017	14,003,002	1,243,488	19,001,682	-83,520,148
2018	13,879,688	1,267,692	18,055,095	-88,963,247
2019	14,352,470	1,291,831	17,108,509	-93,011,117
2020	14,350,592	1,315,906	16,161,922	-96,138,353
2021	14,433,245	1,339,886	15,215,336	-98,260,329
2022	15,570,989	1,363,751	14,268,749	-98,321,840
2023	15,181,525	1,387,465	13,322,162	-97,849,942
2024	18,812,390	1,410,987	12,375,576	-92,824,114
2025	16,296,049	1,434,290	11,428,989	-89,391,345
2026	17,489,566	1,457,354	10,482,403	-83,841,535
2027	14,976,736	1,480,164	9,535,816	-79,880,779
2028	16,162,195	1,502,710	8,589,229	-73,810,523
2029	16,500,770	1,524,976	7,642,643	-66,477,373
2030	13,950,767	1,546,937	6,696,056	-60,769,599
Total	352.105.899	30.668.888	382.206.611	

Como se observa en la Tabla 5 se llega al 2030 con un déficit acumulado de 61 millones de metros cúbicos.

VII.2. Escenario Inercial Sustentable. Costos y Beneficios

Parámetros técnicos.

La Tabla 6 presenta los resultados técnicos de los principales parámetros de este escenario, como son el área cultivada, el caudal promedio por pozo y el consumo eléctrico. Como ya se mencionó anteriormente se mantiene un patrón de Recarga Inercial Variable, la extracción para uso público urbano crece con el incremento de la población a expensas de la extracción agrícola para mantener un déficit cero. El sector agrícola al mantener su esquema de operación (7,672 m³/ha) disminuye el área cultivada y la diferencia se calcula con respecto al área base (2,230 ha). El nivel freático se mantiene constante a -1 metro.

Tabla 6. Escenario Inercial Sustentable. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo lps y consumo eléctrico kWh)

año	Área cultivada	Diferencia de Área cultivada	Porcentaje de área cultivada	Caudal promedio por pozo Uso Público Urbano	Caudal promedio por pozo Agrícola	Consumo Eléctrico Uso Público Urbano	Consumo Eléctrico Uso Agrícola	Consumo Eléctrico Total
2007	1,430	-800	64.12%	39.67	31.62	125,308	1,364,864	1,490,171
2008	1,451	-779	65.08%	40.64	32.09	128,504	1,385,460	1,513,965
2009	1,651	-579	74.04%	41.60	36.52	131,709	1,580,925	1,712,634
2010	1,493	-737	66.96%	42.56	33.02	134,923	1,426,172	1,561,096
2011	1,910	-320	85.64%	43.53	42.24	138,151	1,840,181	1,978,331
2012	1,686	-544	75.61%	44.49	37.29	141,390	1,615,520	1,756,909
2013	1,705	-525	76.46%	45.45	37.71	144,643	1,634,316	1,778,959
2014	1,574	-656	70.56%	46.41	34.80	147,910	1,504,586	1,652,495
2015	1,723	-507	77.25%	47.37	38.10	151,192	1,651,788	1,802,981
2016	1,676	-554	75.17%	48.33	37.08	154,492	1,605,896	1,760,388
2017	1,663	-567	74.58%	49.29	36.78	157,806	1,592,769	1,750,575
2018	1,644	-586	73.72%	50.25	36.36	161,131	1,573,760	1,734,890
2019	1,702	-528	76.34%	51.20	37.65	164,461	1,631,697	1,796,158
2020	1,699	-531	76.19%	52.16	37.58	167,798	1,628,335	1,796,133
2021	1,707	-523	76.53%	53.11	37.74	171,136	1,635,937	1,807,073
2022	1,852	-378	83.04%	54.06	40.96	174,473	1,781,457	1,955,930
2023	1,798	-432	80.63%	55.00	39.76	177,804	1,727,211	1,905,015
2024	2,268	38	101.71%	55.93	50.16	181,122	2,211,504	2,392,626
2025	1,937	-293	86.87%	56.85	42.84	184,423	1,868,036	2,052,459
2026	2,090	-140	93.71%	57.77	46.22	187,705	2,024,841	2,212,545
2027	1,759	-471	78.89%	58.67	38.91	190,963	1,688,349	1,879,312
2028	1,911	-319	85.69%	59.56	42.26	194,198	1,841,195	2,035,392
2029	1,952	-278	87.53%	60.45	43.17	197,405	1,883,201	2,080,606
2030	1,617	-613	72.50%	61.32	35.76	200,581	1,547,004	1,747,585
Total	41,898	-11,623	78.28%			3,909,228	40,245,002	44,154,230

El área cultivada sigue el patrón de la recarga afectada por el crecimiento constante de la extracción para uso público urbano, con la tendencia general de disminuir hasta alcanzar en el 2030 el 72.5 % del área base y globalmente en los 24 años se dejan de cultivar 11,623 ha lo que representa que se cultivaría el 78% del área potencialmente equipada (53,520 ha en 24 años).

Para estimar el caudal promedio por pozo la base es la extracción anual por sector la cual debe ser satisfecha por la cantidad promedio de pozos operando y las horas promedio que opera en el año. Para el Uso Público Urbano se consideró un solo pozo con un factor de operación de 80% (7,008 horas por año), lo cual genera un caudal que varía desde 40 lps hasta 61 lps de acuerdo con la demanda de Uso Público Urbano. Para el Uso Agrícola de los 200 pozos reportados se estimó la operación de 110 de ellos con un factor de operación de 10% (876 horas anuales) lo cual genera un caudal promedio por pozo desde 31 lps hasta 50 lps combinando recarga y extracción Pública Urbana. Hay que enfatizar que la relación de referencia es el producto de (caudal por pozo)(tiempo de operación), es decir no todos los pozos operan con el mismo caudal, el mismo numero de horas al año y al mismo tiempo, pero este producto promedio debe satisfacer la extracción anual

Con este esquema se simuló la operación de un equipo de bombeo promedio. La Tabla 7 presenta un ejemplo de datos de entrada, resultados intermedios y resultados de un pozo promedio. Con este esquema se simularon para cada año los pozos promedio tanto para el Uso Público Urbano como para el Uso Agrícola.

Tabla 7. Ejemplo de simulación de operación de un pozo

FLUJO POR POZO	49.31884	Kg/s	ESTIMACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO		
NÚMERO DE POZOS	1		DIÁMETRO CORAZA EN POZO	406.4	mm
ESPACIAMIENTO ENTRE POZOS	50	m	DIÁMETRO DE TUBERÍA EN POZO	244.475	mm
TEMPERATURA DEL FLUÍDO	22	°C	DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA EN POZO	228.6	mm
DENSIDAD DEL FLUÍDO	1	g/cm ³	NIVEL ESTÁTICO	-1.89746809	m
VISCOSIDAD DEL FLUÍDO	1	cp	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD	20	lps/m
PROFUNDIDAD AL ESPEJO DE AGUA	-1.89747	m	ABATIMIENTO	2.46594205	m
PRESIÓN AL ESPEJO DE AGUA	1	kg/cm ²	NPSH	15	m
CABEZAL AL ESPEJO DE AGUA	8.102532	m	PROFUNDIDAD DE POZO	40	m
NIVEL DE DESCARGA FINAL	3.660813	m	INICIA ZONA PERFORADA	19.36341014	m
PRESIÓN EN LA DESCARGA	2	kg/cm ²	PROFUNDIDAD DE BOMBA	19.36341014	m
CABEZAL EN LA DESCARGA	23.66081	m	DIÁMETRO DE TUBERÍA BOMBA	254	mm
LONG. RECTA RAMAL ALIMENTADOR	25	m	DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA BOMBA	255.27	mm
% DE LONGITUD EQUIVALENTE	20	%	LONGITUD TUBERÍA BOMBA	19.36341014	m
RAMAL ALIMENTADOR	PVC		CAIDA DE PRESIÓN TUBERÍA BOMBA	0.005735081	kg/cm ²
DIAM. RAMAL ALIMENTADOR (NPS)	254	mm	PERDIDA POR FRICCIÓN TUBERÍA BOMBA	0.05735081	m
DIAM. INTERIOR RAMAL ALIMENTADOR	254.508	mm	CABEZAL DINÁMICO EN BOMBA	28.26193681	m
NÚMERO DE REYNOLD	246357.4		PERDIDA DE POTENCIA EN FLECHA	0.07544	hp/m
RUGOSIDAD RELATIVA (e/d)	0.00018		LONGITUD DE FLECHA	19.36341014	m
FACTOR DE FRICCIÓN	0.016518		EFICIENCIA TRANSMISIÓN	0.97	
CAIDA DE PRESIÓN UNITARIA	0.000301	kg/cm ² /m	POTENCIA PERDIDA EN LA FLECHA	1.50595429	hp
CAIDA DE PRESIÓN EN RAMAL	0.009018	kg/cm ²	EFICIENCIA BOMBA	0.75	
NIVEL AL INICIO DEL RAMAL	0	m	POTENCIA REQUERIDA POR LA BOMBA	25.02658647	hp
PRESIÓN AL INICIO DEL RAMAL	2.384118	kg/cm ²	POTENCIA SUMINISTRADA POR MOTOR	26.53254076	hp
CABEZAL AL INICIO DEL RAMAL	23.84118	m	EFICIENCIA DE MOTOR	0.85	
			POTENCIA CONSUMIDA POR EL MOTOR	23.27684194	kw/pozo
			pozos	110	
			kw	2560.452613	
			horas operación	876	0.1
			kwh	2242956.489	
			mc por pozo por hora	177.5478276	
			mc por hora	19530.26104	
			mca	17108508.67	
			kwh/mca	0.131101812	
			Profundidad bomba	19.36341014	

De los escenarios se alimentaron el caudal promedio por pozo, la profundidad al espejo de agua, el número de pozos y las horas de operación. Entre los factores relevantes se mantiene constante el caudal específico (índice de productividad a 20 lps/m, con un valor relativamente alto para analizar posteriormente el impacto de la pérdida de eficiencia), así como la carga de succión neta positiva (NPSH=15) la cual depende de las características del equipo de bombeo. El modelo regresa a los escenarios la profundidad a instalar el equipo de bombeo, el consumo de electricidad por pozo, específica (kWh/mca) y el total anual.

Parámetros económicos

En la Tabla 8 se presentan los resultados de los parámetros económicos los cuales se obtuvieron con un modelo desarrollado que sustituye para cada año el porcentaje de área cultivada con respecto al área base y recalcula los costos de producción, el valor de la producción y el Beneficio Bruto de la producción (modificación de la Tabla 1 para generar resultados equivalentes de la Tabla 2).

Tabla 8. Escenario Inercial Sustentable. Parámetros económicos (pesos de 2006)

año	Costo de la producción Agrícola	Valor de la producción Agrícola	Beneficio Bruto de la producción Agrícola	Costo Electricidad Uso Publico Urbano	Costo Electricidad Uso Agrícola	Costo Electricidad Total
2007	\$211,395,267	\$425,145,492	\$213,750,225	\$150,971	\$1,191,525.86	\$1,342,497
2008	\$214,549,364	\$431,488,823	\$216,939,459	\$154,822	\$1,209,506.92	\$1,364,329
2009	\$244,113,174	\$490,945,787	\$246,832,613	\$158,683	\$1,380,147.77	\$1,538,831
2010	\$220,761,563	\$443,982,426	\$223,220,863	\$162,556	\$1,245,048.30	\$1,407,604
2011	\$282,349,783	\$567,844,963	\$285,495,180	\$166,444	\$1,606,477.81	\$1,772,922
2012	\$249,278,057	\$501,333,090	\$252,055,033	\$170,346	\$1,410,348.71	\$1,580,695
2013	\$252,075,984	\$506,960,113	\$254,884,129	\$174,266	\$1,426,757.57	\$1,601,023
2014	\$232,645,024	\$467,881,730	\$235,236,706	\$178,201	\$1,313,503.47	\$1,491,705
2015	\$254,671,750	\$512,180,563	\$257,508,812	\$182,156	\$1,442,011.23	\$1,624,168
2016	\$247,843,237	\$498,447,466	\$250,604,229	\$186,132	\$1,401,947.18	\$1,588,079
2017	\$245,883,638	\$494,506,437	\$248,622,799	\$190,125	\$1,390,487.27	\$1,580,612
2018	\$243,040,872	\$488,789,236	\$245,748,364	\$194,130	\$1,373,892.15	\$1,568,022
2019	\$251,686,489	\$506,176,783	\$254,490,295	\$198,143	\$1,424,471.28	\$1,622,614
2020	\$251,186,361	\$505,170,955	\$253,984,595	\$202,163	\$1,421,536.55	\$1,623,699
2021	\$252,317,030	\$507,444,890	\$255,127,860	\$206,185	\$1,428,172.81	\$1,634,358
2022	\$273,782,150	\$550,614,253	\$276,832,103	\$210,206	\$1,555,211.86	\$1,765,417
2023	\$265,819,979	\$534,601,212	\$268,781,233	\$214,218	\$1,507,855.00	\$1,722,073
2024	\$335,335,673	\$674,407,010	\$339,071,337	\$218,216	\$1,930,643.36	\$2,148,859
2025	\$286,395,168	\$575,980,800	\$289,585,631	\$222,193	\$1,630,795.13	\$1,852,988
2026	\$308,950,524	\$621,342,779	\$312,392,255	\$226,146	\$1,767,685.97	\$1,993,832
2027	\$260,087,190	\$523,071,771	\$262,984,580	\$230,073	\$1,473,928.52	\$1,704,001
2028	\$282,497,236	\$568,141,511	\$285,644,275	\$233,970	\$1,607,362.92	\$1,841,332
2029	\$288,592,689	\$580,400,320	\$291,807,632	\$237,834	\$1,644,034.57	\$1,881,868
2030	\$239,029,388	\$480,721,581	\$241,692,193	\$241,660	\$1,350,534.15	\$1,592,195
Total	\$6,194,287,589	\$12,457,579,991	\$6,263,292,402	\$4,709,838	\$35,133,886	\$39,843,724

El costo de la electricidad fue calculado utilizando el precio medio de 2007 en Baja California para la tarifa agrícola en baja tensión (Tarifa 9, 0.873 \$/kWh) y para la tarifa de servicios públicos bombeo de agua potable (Tarifa 6, 1.2048 \$/kWh) y los resultados por este concepto

son usados como referencia para el otro escenario, es decir no están cargados sobre el costo de la producción el cual incluye el costo reportado por concepto de riego.

Es evidente que el Beneficio Bruto varía en función de los años húmedos y secos pero la tendencia final es a la baja, de tal forma que el Beneficio promedio en los 24 años es de \$260,990,517 pesos de 2006, mientras que en el 2006 se estimó en 333,364,200 pesos es decir una disminución del 22% en promedio.

VII.3. Escenario Repda Restringido. Costos y Beneficios

Parámetros técnicos.

La Tabla 9 presenta los resultados técnicos de los principales parámetros de este escenario, como son el área cultivada, el caudal promedio por pozo y el consumo eléctrico. Se mantiene un patrón de Recarga Inercial Variable, la extracción para uso público urbano crece con el incremento de la población, pero en este caso la extracción agrícola trata de crecer linealmente para agotar el Repda incrementando inicialmente sus áreas de cultivo manteniendo su esquema de operación (7,672 m³/ha). Esto incrementa el déficit y el abatimiento de tal forma que las áreas incrementadas y equipadas tienen que dejar de regarse cuando ya no es posible sostener el bombeo por la disminución del nivel freático.

Tabla 9. Escenario Repda Restringido. Parámetros técnicos (Área cultivada ha, Caudal promedio por pozo lps y consumo eléctrico kWh)

año	Área cultivada	Diferencia de Área cultivada	Porcentaje de área cultivada	Caudal por pozo Agrícola	Variación Caudal por pozo Agrícola	Consumo Eléctrico Uso Público	Consumo Eléctrico Uso Agrícola	Consumo Eléctrico Total	Var. Consumo Eléctrico Total
2007	2,230	0	100.00%	49.32	155.96%	129,581	2,242,956	2,372,538	159%
2008	2,353	123	105.53%	52.05	162.17%	137,795	2,462,144	2,599,939	172%
2009	2,477	247	111.07%	54.78	150.00%	145,803	2,683,719	2,829,521	165%
2010	2,600	370	116.60%	57.51	174.13%	155,614	2,943,630	3,099,244	199%
2011	2,724	494	122.13%	60.23	142.61%	163,994	3,183,773	3,347,767	169%
2012	2,847	617	127.66%	62.96	168.85%	174,632	3,472,170	3,646,801	208%
2013	2,970	740	133.20%	65.69	174.21%	186,188	3,785,220	3,971,408	223%
2014	2,847	617	127.66%	62.96	180.92%	198,101	3,757,783	3,955,885	239%
2015	2,724	494	122.13%	60.23	158.11%	208,620	3,691,005	3,899,625	216%
2016	2,600	370	116.60%	57.51	155.10%	218,898	3,608,809	3,827,707	217%
2017	2,477	247	111.07%	54.78	148.92%	228,690	3,509,009	3,737,699	214%
2018	2,353	123	105.53%	52.05	143.16%	237,990	3,393,683	3,631,673	209%
2019	2,230	0	100.00%	49.32	130.99%	246,233	3,257,301	3,503,534	195%
2020	2,107	-123	94.47%	46.59	123.99%	253,778	3,107,614	3,361,392	187%
2021	1,983	-247	88.93%	43.86	116.21%	260,500	2,945,379	3,205,878	177%
2022	1,860	-370	83.40%	41.13	100.43%	265,373	2,761,949	3,027,322	155%
2023	1,736	-494	77.87%	38.40	96.58%	269,732	2,575,191	2,844,922	149%
2024	1,613	-617	72.34%	35.68	71.12%	269,706	2,351,067	2,620,773	110%
2025	1,490	-740	66.80%	32.95	76.90%	271,047	2,147,521	2,418,568	118%
2026	1,366	-864	61.27%	30.22	65.38%	270,172	1,933,832	2,204,004	100%
2027	1,243	-987	55.74%	27.49	70.65%	270,686	1,739,416	2,010,102	107%
2028	1,120	-1,110	50.20%	24.76	58.59%	268,914	1,538,040	1,806,954	89%
2029	996	-1,234	44.67%	22.03	51.03%	265,635	1,338,315	1,603,950	77%
2030	873	-1,357	39.14%	19.30	53.98%	263,797	1,157,354	1,421,151	81%
Total	49,819	-3,702	93.08%			5,361,478	65,586,880	70,948,358	161%

Se observa que el área cultivada aumenta hasta el 2013 para alcanzar hasta el 133% del área base y luego tiene que disminuir de tal forma que al 2020 ya se está por abajo del área base para llegar al 2030 con el 39%. El caudal por pozo del sector público se mantiene el mismo del escenario

sustentable, pero el caudal por pozo agrícola crece con respecto al escenario anterior hasta en 181% (en 2014), pero al final del período llega al 53%.

El efecto combinado del abatimiento del nivel freático y del caudal de extracción producen un incremento en el consumo de electricidad tanto para los pozos del sector agrícola como del sector público, pero además las bombas que estén instaladas a menos de 35 metros de profundidad ya no serán operables en forma confiable. El consumo eléctrico se incrementa hasta el 239% del escenario anterior (2014) y globalmente hasta el 161% y se puede considerar que la extracción agrícola en este esquema afecta los costos de extracción para uso público urbano considerada prioritaria.

Parámetros económicos

En la Tabla 10 se presentan los resultados de los parámetros económicos obtenidos como se describió en párrafos anteriores. Las variaciones son comparadas con respecto al escenario sustentable.

Tabla 10. Escenario Repda Restringido. Parámetros económicos (pesos de 2006)

año	Costo de la producción Agrícola	Var. Costo de la producción Agrícola	Valor de la producción Agrícola	Var. Valor de la producción Agrícola	Beneficio de la producción Agrícola	Var. del Beneficio de la producción Agrícola
2007	\$329,691,414	155.96%	\$663,055,614	155.96%	\$333,364,200	155.96%
2008	\$347,932,716	162.17%	\$699,741,427	162.17%	\$351,808,711	162.17%
2009	\$366,174,017	150.00%	\$736,427,240	150.00%	\$370,253,222	150.00%
2010	\$384,415,319	174.13%	\$773,113,052	174.13%	\$388,697,733	174.13%
2011	\$402,656,621	142.61%	\$809,798,865	142.61%	\$407,142,245	142.61%
2012	\$420,897,922	168.85%	\$846,484,678	168.85%	\$425,586,756	168.85%
2013	\$439,139,224	174.21%	\$883,170,491	174.21%	\$444,031,267	174.21%
2014	\$420,897,922	180.92%	\$846,484,678	180.92%	\$425,586,756	180.92%
2015	\$402,656,621	158.11%	\$809,798,865	158.11%	\$407,142,245	158.11%
2016	\$384,415,319	155.10%	\$773,113,052	155.10%	\$388,697,733	155.10%
2017	\$366,174,017	148.92%	\$736,427,240	148.92%	\$370,253,222	148.92%
2018	\$347,932,716	143.16%	\$699,741,427	143.16%	\$351,808,711	143.16%
2019	\$329,691,414	130.99%	\$663,055,614	130.99%	\$333,364,200	130.99%
2020	\$311,450,112	123.99%	\$626,369,801	123.99%	\$314,919,689	123.99%
2021	\$293,208,811	116.21%	\$589,683,988	116.21%	\$296,475,178	116.21%
2022	\$274,967,509	100.43%	\$552,998,176	100.43%	\$278,030,667	100.43%
2023	\$256,726,207	96.58%	\$516,312,363	96.58%	\$259,586,156	96.58%
2024	\$238,484,906	71.12%	\$479,626,550	71.12%	\$241,141,645	71.12%
2025	\$220,243,604	76.90%	\$442,940,737	76.90%	\$222,697,134	76.90%
2026	\$202,002,302	65.38%	\$406,254,925	65.38%	\$204,252,622	65.38%
2027	\$183,761,001	70.65%	\$369,569,112	70.65%	\$185,808,111	70.65%
2028	\$165,519,699	58.59%	\$332,883,299	58.59%	\$167,363,600	58.59%
2029	\$147,278,397	51.03%	\$296,197,486	51.03%	\$148,919,089	51.03%
2030	\$129,037,095	53.98%	\$259,511,674	53.98%	\$130,474,578	53.98%
Total	\$7,365,354,883	118.91%	\$14,812,760,353	118.91%	\$7,447,405,470	118.91%

Es evidente que el Beneficio Bruto se incrementa en los primeros años alcanzando el 181% del escenario sustentable, pero hay que considerar que se incrementó el área de cultivo lo cual

implicó inversiones adicionales. Después la tendencia es a la disminución pero se mantiene por arriba del sustentable hasta el 2022, y al 2030 es del 54%. Al final del período de análisis se obtiene un incremento en el Beneficio del 19% con respecto al escenario sustentable lo cual representa \$1,184 millones de pesos del 2006. Sin embargo, este incremento en el beneficio por la sobreexplotación hay que afectarlo por los costos adicionales causados por la misma.

VII.4. Impactos Económicos Ambientales

Impactos económico - ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo

Incremento en el consumo de electricidad

Como ya se mencionó el costo de la electricidad fue calculado utilizando el precio medio de 2007 en Baja California para la tarifa agrícola en baja tensión (Tarifa 9, 0.873 \$/kWh) y para la tarifa de servicios públicos bombeo de agua potable (Tarifa 6, 1.2048 \$/kWh). La Tabla 11 presenta los costos asociados al consumo de electricidad por el bombeo tanto para uso público urbano como para el uso agrícola y los compara con los estimados para el Escenario Inercial Sustentable.

Tabla 11. Impacto por el incremento en consumo de Electricidad (pesos de 2006)

año	Costo Electricidad Uso Publico Urbano	Costo Electricidad Uso Agrícola	Costo Electricidad Total	Var. costo Electricidad total	Var. costo Electricidad Total
2007	\$156,119	\$1,958,101	\$2,114,220	\$771,723	157.48%
2008	\$166,016	\$2,149,452	\$2,315,467	\$951,139	169.71%
2009	\$175,663	\$2,342,887	\$2,518,550	\$979,719	163.67%
2010	\$187,484	\$2,569,789	\$2,757,273	\$1,349,668	195.88%
2011	\$197,579	\$2,779,434	\$2,977,013	\$1,204,092	167.92%
2012	\$210,397	\$3,031,204	\$3,241,601	\$1,660,906	205.07%
2013	\$224,319	\$3,304,497	\$3,528,816	\$1,927,792	220.41%
2014	\$238,673	\$3,280,545	\$3,519,217	\$2,027,512	235.92%
2015	\$251,346	\$3,222,247	\$3,473,593	\$1,849,425	213.87%
2016	\$263,728	\$3,150,490	\$3,414,219	\$1,826,140	214.99%
2017	\$275,525	\$3,063,365	\$3,338,890	\$1,758,278	211.24%
2018	\$286,730	\$2,962,686	\$3,249,416	\$1,681,394	207.23%
2019	\$296,661	\$2,843,624	\$3,140,285	\$1,517,671	193.53%
2020	\$305,751	\$2,712,947	\$3,018,699	\$1,394,999	185.91%
2021	\$313,850	\$2,571,315	\$2,885,166	\$1,250,808	176.53%
2022	\$319,722	\$2,411,181	\$2,730,903	\$965,485	154.69%
2023	\$324,973	\$2,248,142	\$2,573,114	\$851,041	149.42%
2024	\$324,942	\$2,052,482	\$2,377,424	\$228,565	110.64%
2025	\$326,557	\$1,874,786	\$2,201,343	\$348,355	118.80%
2026	\$325,503	\$1,688,236	\$2,013,739	\$19,906	101.00%
2027	\$326,123	\$1,518,510	\$1,844,633	\$140,632	108.25%
2028	\$323,988	\$1,342,709	\$1,666,697	-\$174,636	90.52%
2029	\$320,037	\$1,168,349	\$1,488,386	-\$393,483	79.09%
2030	\$317,822	\$1,010,370	\$1,328,192	-\$264,002	83.42%
Total	\$6,459,508	\$57,257,346	\$63,716,855	\$23,873,130	159.92%

Se observa que año con año hay un incremento en el costo de la electricidad para ambos sectores y en el agrícola llega hasta el 2016 para un incremento conjunto de 215% y disminuye hasta llegar al 2030 con 83% para un incremento global de 160% que representa \$23,873,130 pesos de 2006, los cuales tienen afectar el beneficio bruto calculado por la sobreexplotación.

Efecto del Abatimiento del Nivel Freático. Incremento en el consumo de electricidad y modificación de las columnas de los pozos.

La Tabla 12 presenta los resultados en costo de la modificación de los pozos y el consumo de electricidad adicional por efecto del abatimiento del nivel freático.

Para estimar el impacto del abatimiento del nivel freático se supuso una correlación lineal entre abatimiento del nivel freático y el caudal específico (lps/m) y se simuló un pozo con un gasto de 60 lps obteniendo valores de la variación de la profundidad de la bomba y del consumo específico de electricidad (kwh/mca).

Tabla 12. Impacto por el Abatimiento del nivel freático (metros) por modificación de pozos y consumo adicional de electricidad (pesos de 2006).

año	Abatimiento	Abatimiento Acumulado	Nivel Freático	Modificación de pozos	Consumo adicional de electricidad
2007	-0.90	-0.90	-1.90	\$348,781	\$107,959
2008	-1.01	-1.91	-2.91	\$568,893	\$58,292
2009	-0.93	-2.84	-3.84	\$733,539	\$53,083
2010	-1.24	-4.08	-5.08	\$1,037,389	\$106,361
2011	-0.91	-4.99	-5.99	\$1,152,557	\$189,472
2012	-1.30	-6.29	-7.29	\$1,482,461	\$372,466
2013	-1.42	-7.71	-8.71	\$1,782,791	\$658,132
2014	-1.43	-9.14	-10.14	\$2,064,024	\$1,037,907
2015	-1.12	-10.26	-11.26	\$2,224,791	\$1,401,717
2016	-1.04	-11.30	-12.30	\$2,410,849	\$1,788,833
2017	-0.91	-12.21	-13.21	\$2,565,608	\$2,171,235
2018	-0.80	-13.01	-14.01	\$2,698,798	\$2,537,012
2019	-0.59	-13.60	-14.60	\$2,775,254	\$2,829,882
2020	-0.46	-14.06	-15.06	\$2,838,758	\$3,069,423
2021	-0.31	-14.37	-15.37	\$2,871,113	\$3,240,514
2022	-0.01	-14.37	-15.37	\$2,814,754	\$3,253,010
2023	0.07	-14.31	-15.31	\$2,786,208	\$3,224,381
2024	0.73	-13.57	-14.57	\$2,513,967	\$2,850,227
2025	0.50	-13.07	-14.07	\$2,460,689	\$2,611,009
2026	0.81	-12.26	-13.26	\$2,242,192	\$2,241,784
2027	0.58	-11.68	-12.68	\$2,173,696	\$1,998,374
2028	0.89	-10.79	-11.79	\$1,940,522	\$1,648,699
2029	1.07	-9.72	-10.72	\$1,695,096	\$1,270,296
2030	0.83	-8.88	-9.88	\$1,577,641	\$1,012,351
Total				\$47,760,372	\$39,732,419

La aproximación planteada supone que por cada metro que disminuye el nivel, disminuye en la misma proporción la carga hidráulica sobre la succión de la bomba (aún cuando se conservara la transmisividad del acuífero) lo cual influye en el caudal específico (lps/m). Esto incrementa el

consumo de electricidad específico de las bombas (kWh/mca) para el mismo gasto, indicando que se requiere gastar más electricidad para bombear el mismo caudal. Esto se refleja en la Tabla 12 como consumo adicional de electricidad la cual es costeada con un costo unitario ponderado entre la tarifa agrícola y de servicio público. Esto representa \$39,732,419 pesos de 2006 adicionales que impactan el beneficio bruto calculado por la sobreexplotación

Por otra parte, los efectos físicos mencionados anteriormente indican que la bomba tiene que ser colocada a mayor profundidad, lo cual implica modificar pozos profundizándolos y aumentando la flecha de la bomba. Se estimo que un 10% de los pozos (en base a 200) serían modificados anualmente a un costo de \$6,546 y \$3, 238 pesos de 2006 por metro de profundización de pozos y por metro adicional de flecha, respectivamente. Globalmente se obtiene una inversión adicional de \$47,760,372 pesos de 2006, los cuales también tienen que ser cargados al beneficio bruto calculado por la sobreexplotación.

Impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

En la Tabla 13 se muestra el impacto económico estimado causado por la pérdida de la reserva estratégica en el acuífero.

Tabla 13. Impacto de la disminución de la reserva del agua del acuífero (metros cúbicos y pesos de 2006).

año	Déficit	Déficit Acumulado	Impacto de la disminución de la reserva
2007	-6,138,682	-6,138,682	\$54,511,494
2008	-6,921,594	-13,060,276	\$61,463,758
2009	-6,334,041	-19,394,317	\$56,246,286
2010	-8,492,401	-27,886,718	\$75,412,521
2011	-6,243,021	-34,129,740	\$55,438,031
2012	-8,905,782	-43,035,522	\$79,083,347
2013	-9,707,177	-52,742,699	\$86,199,736
2014	-9,768,912	-62,511,611	\$86,747,937
2015	-7,679,304	-70,190,915	\$68,192,215
2016	-7,087,066	-77,277,980	\$62,933,142
2017	-6,242,167	-83,520,148	\$55,430,447
2018	-5,443,099	-88,963,247	\$48,334,720
2019	-4,047,870	-93,011,117	\$35,945,084
2020	-3,127,236	-96,138,353	\$27,769,857
2021	-2,121,976	-98,260,329	\$18,843,150
2022	-61,511	-98,321,840	\$546,220
2023	471,898	-97,849,942	-\$4,190,458
2024	5,025,828	-92,824,114	-\$44,629,349
2025	3,432,769	-89,391,345	-\$30,482,993
2026	5,549,810	-83,841,535	-\$49,282,309
2027	3,960,756	-79,880,779	-\$35,171,514
2028	6,070,256	-73,810,523	-\$53,903,871
2029	7,333,151	-66,477,373	-\$65,118,377
2030	5,707,774	-60,769,599	-\$50,685,033
Total	-60,769,599		\$539,634,037

Como ya se mencionó anteriormente en el Escenario de Repda Restringido el Uso Agrícola trata de aumentar progresivamente sus extracciones para cultivar más hectáreas teniendo como límite los derechos conferidos por el Repda. Sin embargo, relativamente pronto (en el 2014) tiene que limitar sus extracciones por el efecto del abatimiento que disminuye su posibilidad de bombeo. Aún así con este esquema puede seguir sobreexplotando el acuífero hasta el 2030 donde acumula una pérdida de reserva de 61 millones de metros cúbicos.

El problema total es definir ¿cuál es el valor estratégico del agua en la reserva del acuífero? La tendencia común es confundirse entre el costo, el precio y el valor del agua, el usuario lo relaciona con el costo del servicio, la extracción, la conducción, la distribución y en su caso la comercialización (del servicio).

La extracción de un metro cúbico para uso agrícola varía desde 0.66 $\$/m^3$ hasta 3.90 $\$/m^3$ con el valor promedio de 1.69 $\$/m^3$. Para el sector público el costo de extracción es del orden de 1.75 $\$/m^3$ (Costos de extracción)

Para el mismo sector público el costo total de suministro con indirectos asciende a 11.34 $\$/m^3$, el precio medio para el sector doméstico es de 9.14 $\$/m^3$ y para los sectores comercial e industrial 35.87 $\$/m^3$ y 41.30 $\$/m^3$, respectivamente.

Desde el punto de vista de fuentes alternas, desalar agua de mar significa invertir 5.76 $\$/m^3$ y un costo de operación nivelado de 8.88 $\$/m^3$. (Costos de agotamiento)

La Ley de Derechos del Agua ubica a Ensenada en la Zona de Disponibilidad 4 con un valor de derechos por metro cúbico de 9.1113 $\$/m^3$ lo cual comparado con la Zona 9 para la cual se establece un costo de 1.3002 $\$/m^3$ arroja una diferencia de 7.8128 $\$/m^3$ (valor de escasez)

Considerando el costo de oportunidad a través de la productividad marginal del agua, el valor promedio estimado en el 2006 fue de 19.49 $\$/m^3$, pero por cultivo se presentan variaciones desde 0.83 $\$/m^3$ hasta 28.11 $\$/m^3$, es evidente que el comportamiento de los mercados hace más representativo el valor promedio.

En base a lo anterior se seleccionó el costo de desalar agua de mar (8.88 $\$/m^3$) para evaluar este concepto considerando que es la realidad actual más cercana para satisfacer la demanda del Uso Público Urbano. Esto implica un costo global de 539,634,037 pesos de este impacto con cargo a los beneficios de la sobreexplotación.

Otros impactos asociados a la sobreexplotación.

Como se discutió anteriormente no se consideran impactos por abatimiento de la calidad del agua. En el caso de intrusión marina no se presenta en el acuífero del Valle de Vicente Guerrero y en el caso de concentración por agotamiento de la reserva estratégica no se considera que sea relevante.

No existen elementos para poder evaluar impactos por compactación y afectación de estructuras causados por la pérdida de espesor saturado, si bien se han considerados efectos indirectos por pérdida de transmisividad en la eficiencia del acuífero.

En cuánto a pérdidas de producción agrícola causadas por la sobreexplotación se tendría el efecto de incremento de salinidad que afectará el rendimiento por hectárea, no considerado en este análisis. Otro efecto es el de abrir nuevas áreas de cultivo apoyados por la sobreexplotación y al restringirse la extracción estas áreas se dejarían de regar, lo cual representa la pérdida de 123

hectáreas nuevas anuales desde el 2015 al 2030 con un costo promedio de \$147.843 pesos por ha representa un costo global de \$291,860,827 pesos de 2006.

VII.5. Resumen de los costos económicos – ambientales de sobreexplotación

La Tabla 14 presenta los resultados de la evaluación de impactos y sus costos económico ambientales de la sobreexplotación comparando con los beneficios de la misma.

Tabla 14. Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2006).

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	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios Brutos de la Sobreexplotación	Beneficios netos de la Sobreexplotación
2007	\$771,723	\$348,781	\$107,959	\$54,511,494	\$0	\$55,739,956	\$119,613,975	\$63,874,018
2008	\$951,139	\$568,893	\$58,292	\$61,463,758	\$0	\$63,042,081	\$134,869,252	\$71,827,171
2009	\$979,719	\$733,539	\$53,083	\$56,246,286	\$0	\$58,012,627	\$123,420,610	\$65,407,983
2010	\$1,349,668	\$1,037,389	\$106,361	\$75,412,521	\$0	\$77,905,939	\$165,476,870	\$87,570,931
2011	\$1,204,092	\$1,152,557	\$189,472	\$55,438,031	\$0	\$57,984,152	\$121,647,065	\$63,662,913
2012	\$1,660,906	\$1,482,461	\$372,466	\$79,083,347	\$0	\$82,599,179	\$173,531,723	\$90,932,543
2013	\$1,927,792	\$1,782,791	\$658,132	\$86,199,736	\$0	\$90,568,452	\$189,147,138	\$98,578,686
2014	\$2,027,512	\$2,064,024	\$1,037,907	\$86,747,937	\$0	\$91,877,381	\$190,350,050	\$98,472,669
2015	\$1,849,425	\$2,224,791	\$1,401,717	\$68,192,215	\$18,241,302	\$91,909,450	\$149,633,432	\$57,723,982
2016	\$1,826,140	\$2,410,849	\$1,788,833	\$62,933,142	\$18,241,302	\$87,200,265	\$138,093,505	\$50,893,240
2017	\$1,758,278	\$2,565,608	\$2,171,235	\$55,430,447	\$18,241,302	\$80,166,870	\$121,630,423	\$41,463,553
2018	\$1,681,394	\$2,698,798	\$2,537,012	\$48,334,720	\$18,241,302	\$73,493,224	\$106,060,347	\$32,567,122
2019	\$1,517,671	\$2,775,254	\$2,829,882	\$35,945,084	\$18,241,302	\$61,309,193	\$78,873,906	\$17,564,712
2020	\$1,394,999	\$2,838,758	\$3,069,423	\$27,769,857	\$18,241,302	\$53,314,339	\$60,935,094	\$7,620,756
2021	\$1,250,808	\$2,871,113	\$3,240,514	\$18,843,150	\$18,241,302	\$44,446,887	\$41,347,318	-\$3,099,569
2022	\$965,485	\$2,814,754	\$3,253,010	\$546,220	\$18,241,302	\$25,820,771	\$1,198,564	-\$24,622,207
2023	\$851,041	\$2,786,208	\$3,224,381	-\$4,190,458	\$18,241,302	\$20,912,474	-\$9,195,077	-\$30,107,551
2024	\$228,565	\$2,513,967	\$2,850,227	-\$44,629,349	\$18,241,302	-\$20,795,289	-\$97,929,692	-\$77,134,403
2025	\$348,355	\$2,460,689	\$2,611,009	-\$30,482,993	\$18,241,302	-\$6,821,639	-\$66,888,498	-\$60,066,859
2026	\$19,906	\$2,242,192	\$2,241,784	-\$49,282,309	\$18,241,302	-\$26,537,125	-\$108,139,633	-\$81,602,508
2027	\$140,632	\$2,173,696	\$1,998,374	-\$35,171,514	\$18,241,302	-\$12,617,511	-\$77,176,469	-\$64,558,959
2028	-\$174,636	\$1,940,522	\$1,648,699	-\$53,903,871	\$18,241,302	-\$32,247,985	-\$118,280,675	-\$86,032,691
2029	-\$393,483	\$1,695,096	\$1,270,296	-\$65,118,377	\$18,241,302	-\$44,305,166	-\$142,888,543	-\$98,583,377
2030	-\$264,002	\$1,577,641	\$1,012,351	-\$50,685,033	\$18,241,302	-\$30,117,742	-\$111,217,615	-\$81,099,873
Total	\$23,873,130	\$47,760,372	\$39,732,419	\$539,634,037	\$291,860,827	\$942,860,785	\$1,184,113,068	\$241,252,283

Los costos económico ambientales totalizan \$942,860,785 pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica, el 31% a la pérdida de áreas de cultivo, el 5% a la modificación de pozos y el 4% al costo excedente en electricidad. Es evidente que ante la esperanza de una ganancia adicional de \$1,184,113,068 de la sobreexplotación sobre el escenario sustentable se termina con un beneficio marginal de \$241,252,283 presentando pérdidas a partir del 2021.

VII.6. Análisis de la Relación Beneficio – costo de la Sobreexplotación

Dadas las condiciones propuestas en este análisis, al revisar el Escenario Inercial Sustentable la relación Beneficio/ Costo (B/C) es constante en 1.01 y la Productividad del Agua en Pesos de Beneficio por metro cúbico de agua extraída para la agricultura también se mantiene constante en 19.49 \$/m³. Si se analiza por separado el Escenario Repda Restringido sin considerar los costos de los impactos económico ambientales se llegaría a los mismos valores.

Al considerar los costos de la sobreexplotación para evaluar los beneficios netos de la producción en el Escenario Repda Restringido la relación Beneficio Costo (B/C) es menor a la

unidad (ver Tabla 15) y globalmente se ubica en 0.78. Por otra parte la productividad del agua es menor ubicándose globalmente en 15.52 \$/m³. Al analizar los beneficios de la sobreexplotación (diferencia de beneficios entre los dos escenarios) y compararlos con los costos de la sobreexplotación se obtiene una relación beneficio costo menor a la unidad siendo el valor global de 0.26.

Tabla 15. Relación costo Beneficio de la Sobreexplotación (pesos de 2006).

año	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios netos de la Producción Repda Restringido	B/C	Productividad del Agua	Beneficios de la Sobreexplotación	B/C	Costo del agua por la sobreexplotación
2007	\$55,739,956	\$277,624,244	0.72	16.23	\$63,874,018	1.15	\$ 9.08
2008	\$63,042,081	\$288,766,630	0.70	15.99	\$71,827,171	1.14	\$ 9.11
2009	\$58,012,627	\$312,240,595	0.74	16.43	\$65,407,983	1.13	\$ 9.16
2010	\$77,905,939	\$310,791,794	0.67	15.58	\$87,570,931	1.12	\$ 9.17
2011	\$57,984,152	\$349,158,093	0.76	16.71	\$63,662,913	1.10	\$ 9.29
2012	\$82,599,179	\$342,987,576	0.68	15.70	\$90,932,543	1.10	\$ 9.27
2013	\$90,568,452	\$353,462,815	0.67	15.51	\$98,578,686	1.09	\$ 9.33
2014	\$91,877,381	\$333,709,375	0.65	15.28	\$98,472,669	1.07	\$ 9.41
2015	\$91,909,450	\$315,232,794	0.64	15.09	\$57,723,982	0.63	\$ 11.97
2016	\$87,200,265	\$301,497,468	0.64	15.11	\$50,893,240	0.58	\$ 12.30
2017	\$80,166,870	\$290,086,352	0.65	15.27	\$41,463,553	0.52	\$ 12.84
2018	\$73,493,224	\$278,315,487	0.66	15.41	\$32,567,122	0.44	\$ 13.50
2019	\$61,309,193	\$272,055,007	0.70	15.90	\$17,564,712	0.29	\$ 15.15
2020	\$53,314,339	\$261,605,350	0.72	16.19	\$7,620,756	0.14	\$ 17.05
2021	\$44,446,887	\$252,028,291	0.75	16.56	-\$3,099,569	-0.07	\$ 20.95
2022	\$25,820,771	\$252,209,896	0.84	17.68	-\$24,622,207	-0.95	\$ -
2023	\$20,912,474	\$238,673,682	0.86	17.92	-\$30,107,551	-1.44	-\$ 44.32
2024	-\$20,795,289	\$261,936,933	1.20	21.17	-\$77,134,403	3.71	\$ 4.14
2025	-\$6,821,639	\$229,518,772	1.08	20.08	-\$60,066,859	8.81	\$ 1.99
2026	-\$26,537,125	\$230,789,747	1.32	22.02	-\$81,602,508	3.08	\$ 4.78
2027	-\$12,617,511	\$198,425,622	1.16	20.81	-\$64,558,959	5.12	\$ 3.19
2028	-\$32,247,985	\$199,611,585	1.50	23.24	-\$86,032,691	2.67	\$ 5.31
2029	-\$44,305,166	\$193,224,255	1.88	25.28	-\$98,583,377	2.23	\$ 6.04
2030	-\$30,117,742	\$160,592,320	1.62	23.98	-\$81,099,873	2.69	\$ 5.28
Total	\$942,860,785	\$6,504,544,685	0.78	17.02	\$241,252,283	0.26	\$ 15.52

Al analizar los costos de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva (déficit) el costo asociado a la misma se ubica en un promedio de 15.52\$/m³.

VII.7. Conclusiones.

- El análisis aquí presentado hace evidente los grandes riesgos de seguir manejando los recursos acuíferos sin una planificación sistémica a largo plazo. La creencia de que el recurso es inagotable y de que siempre ocurrirá una precipitación oportuna, el atractivo de la oportunidad de los mercados y la atracción de incrementar las utilidades evitando invertir y gastar en nuevas tecnologías o en proteger y mitigar los impactos al medio ambiente conducirá a daños irreparables a los sistemas en el corto plazo y finalmente la promesa de los grandes beneficios de hoy se traducirá en las pérdidas del mañana.
- La Evaluación del 2006 cultivando 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³, al compararla con un Escenario Inercial Sustentable que con los mismos parámetros implica extraer menos agua para la agricultura, cultivar menos tierra sacrificándola por la prioridad del suministro de agua a la población y reduciendo los Beneficios promedio en 22% (comparado con el 2006) implica un potencial rechazo inmediato y ante la imposibilidad o el temor de lograr extraer a la capacidad que se tiene derecho por el Repda se puede tomar la decisión del Escenario Inercial de Repda Restringido que aparenta prometer la misma relación Beneficio Costo, la misma productividad del agua, incrementar el área de cultivo y mejorar los beneficios en 19% arriba del Escenario Inercial Sustentable. Este es el gran riesgo de las tomas de decisiones tomadas sin información y estudios sustentados en la misma, sin el apoyo de una planificación integral participativa.
- Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación la falacia del Escenario Repda Restringido cae por el peso de los indicadores que reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72, el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³. Es evidente que el camino de la sobreexplotación del acuífero no es la solución técnica, económica, ambiental y social ni en el corto, mediano ni en el largo plazo. Definitivamente la base es el Escenario Sustentable No Inercial, es decir hay que optimizar para llegar a Escenarios Sustentables Tecnificados y esto es lo que soporta el desarrollo de los Planes de Manejo de los Acuíferos objeto de estos trabajos.
- Al analizar los costos y precios del agua se observa la gran diferencia entre los mismos y la discrepancia con el concepto del valor del agua. En términos del costo directo de extracción las cantidades son del orden de 1.69 \$/m³ en la agricultura y de 1.75 \$/m³ para el sector público, en este último sector conducir y poner el agua a disposición de los usuarios el costo asciende a 11.34 \$/m³, y el balance final genera 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. Considerando el uso de fuentes alternas como desalar agua de mar significa invertir 5.76 \$/m³ y un costo de operación 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 19.49 \$/m³. Los costos de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva se ubica en un promedio de 11.84 \$/m³. Esta referencia puede ser tomada como base para priorizar o calificar las acciones del Plan de Manejo por su costo cuando el valor del metro cúbico rescatado o de incremento a la disponibilidad o la combinación sean menores.

- Los costos económico ambientales totalizan \$943 millones de pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo. Un plan de manejo del acuífero con un costo similar es completamente razonable para el desarrollo sustentable del Acuífero del Valle de Vicente Guerrero.
- Tecnificación de la Agricultura, programas de ahorro y uso eficiente del agua en la agricultura y en el uso público urbano, el uso de fuentes alternas como desalar agua de mar, obras para incrementar la recarga del acuífero, el reuso de aguas residuales, el evitar la contaminación del acuífero con aguas residuales no tratadas y sobre todo la inducción y el desarrollo de una cultura para el manejo sustentable del acuífero son acciones de un plan de manejo cuya ejecución constituyen la solución en el corto mediano y largo plazo.

CONTENIDO

Capítulo VIII. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA ZOPP.	2
VIII.1. Presentación del proyecto a los sectores interesados.	3
VIII.2. Árbol de Problemas.....	3
VIII.3. Árbol de Objetivos.....	5
VIII.4. Definición de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo.	6
VIII.5. Identificación de Acciones Específicas del Plan de Manejo	7
VIII.6. Análisis de los Involucrados.	7

CAPÍTULO VIII. PLANEACIÓN PARTICIPATIVA ZOPP.

Con el fin de llevar a cabo el diseño del Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero, Municipio de Ensenada, Baja California, se utilizó el Método de planeación participativa ZOPP. Este método (por sus siglas en alemán Ziel-Orientierte Project-Planung, en español: Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos), es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada. Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes. El objetivo central es que con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro, a nivel de cada acuífero y de la región.

La metodología fue aplicada por el grupo de participantes, constituido por representantes de los diferentes usos del agua existentes en la región, y como invitados diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno y los COTAS, vinculadas con las actividades productivas de los usuarios del agua; Instituciones de Investigación y Organizaciones No Gubernamentales, todos ellos con probada capacidad de análisis de la problemática de recuperación de los acuíferos de la región. Se espera que este grupo continúe el proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones de trabajo para el análisis y atención de asuntos específicos planteados en este proyecto.

El método ZOPP conduce a un proceso ordenado de reflexión conjunta, así como también a la comprensión uniforme por todos los involucrados de la meta a lograr, la problemática que tiene que ser resuelta y las acciones a emprender y sus implicaciones de los términos empleados. De esta manera se facilita la comunicación y la cooperación entre todos los participantes.

El ZOPP como metodología de planeación tiene ventajas comparativas en todas las situaciones donde es necesario armonizar e integrar intereses diversos, generar legitimación y participación en las definiciones y ejecución. No sustituye los diagnósticos especializados y diseños técnicos —como estudios de campo y análisis sociales, ruta crítica, análisis de riesgo o jerarquización multicriterios— sino, más bien, los complementa e incluso puede integrarlos en un proceso ordenado.

Las ventajas de utilizar la metodología de planeación participativa, consisten fundamentalmente en lo siguiente:

- Lograr un entendimiento común de los problemas que deben ser resueltos para lograr la meta propuesta y de las interrelaciones que existen entre los problemas a resolver.
 - Mejorar la comunicación y establecer las bases de cooperación entre los participantes a través de la planeación conjunta.
 - Proporcionar una definición clara y realista de los medios para lograr el fin deseado y crear una base de trabajo de compromiso para todos los involucrados.
 - Definir las áreas de responsabilidad de los involucrados en la realización de las acciones planteadas con los tiempos y costos asociados.
 - Establecer los indicadores para el seguimiento y evaluación del proyecto.
-

La metodología aplicada, consta de los siguientes instrumentos:

VIII.1. Presentación del proyecto a los sectores interesados.

En esta primera serie de reuniones, conjuntamente con los asistentes, el grupo de desarrollo del proyecto hizo la presentación general del mismo, incluyendo sus objetivos general y específicos, analizó y discutió las diversas etapas que lo conforman, y se establecieron los canales de comunicación con los participantes a fin de obtener de las instituciones involucradas la información específica para la elaboración del proyecto.

El proceso de Planeación Participativa comprendió un conjunto de reuniones con los sectores involucrados, las cuales se realizaron entre los meses de octubre a diciembre de 2007, en instalaciones que se consideraron como las más adecuadas posibles en cuanto a su ubicación, capacidad, comodidad y disponibilidad de los servicios requeridos.

Es además importante señalar que independientemente de las reuniones sostenidas con los actores involucrados, se realizaron una serie de visitas de campo para constatar la existencia de los problemas que se señalaban, y que en algunas de éstas se contó con la valiosa presencia de una gran cantidad y variedad de productores y de representantes de las instituciones que participaban en las reuniones de planeación participativa.

La presentación realizada se incluye en este documento como Anexo 3-1.

VIII.2. Árbol de Problemas.

Es el diagnóstico de la situación, realizado a partir de la identificación del problema central. Se vierten todos los problemas principales existentes en el área de análisis, relacionados con el problema central identificado. Estos problemas están a su vez vinculados entre sí mediante relaciones de causa - efecto, siendo los niveles inferiores causas de los problemas situados en los niveles superiores, con los cuales tiene una relación directa, expresada mediante una línea de unión.

El árbol de problemas se incluye en este documento como Anexo 3-2.

Esta metodología, además, nos permite acoplar una herramienta para ponderar y jerarquizar la problemática identificada con el fin de identificar los factores más relevantes en el impacto social y ambiental para la definición de los objetivos del plan de manejo. Esta herramienta es la matriz de Luna Leopold.

La matriz de Luna Leopold consiste en la relación de elementos de la problemática que pueden causar impactos o alteraciones a los distintos componentes del medio biofísico, social, económico e institucional.

Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la evaluación de impacto social y ambiental, para casi todo tipo de proyecto, particularmente en la elaboración de planes de manejo sustentable.

Tiene la ventaja que permite la estimación subjetiva de los impactos, mediante la utilización de una escala numérica; la comparación de alternativas; la determinación de interacciones, la identificación de las acciones de proyecto que causan impactos de menor o mayor magnitud e importancia. En cuanto a las desventajas, además del grado de subjetividad que se emplea en la evaluación de los impactos, no considera los impactos indirectos de proyecto.

La matriz consta de los siguientes componentes:

- Identificación de los problemas que deben de ser resueltos y de los componentes del medio ambiental afectado.
- Estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala específica, con la finalidad de reflejar la magnitud del impacto o alteración.
- Evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala determinada.

En cada celda de la matriz en que se cruzan los grupos de problemas identificados o factores con las afectaciones al medio ambiente.

En nuestro caso, los problemas identificados fueron agrupados en siete factores que son:

1. Infraestructura hidráulica y mantenimiento,
2. Problemas socioeconómicos,
3. Problemas administrativos,
4. Problemas económicos
5. Problemas técnico agrícolas,
6. Problemas técnico hidráulicos, y
7. Problemas de política pública.

Posteriormente, se establece la descripción cualitativa de la interacción, así como la asignación de la fuerza de la interacción, de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. Interacción ligera
2. Interacción moderada
3. Interacción relevante
4. Interacción crítica

También se debe de tener una clara percepción del tipo de impacto que tiene el factor con respecto al medio ambiente, debiéndose clasificar en:

1. Impacto Positivo
2. Impacto Negativo

Respecto a la extensión del impacto, ésta deberá de clasificarse en:

1. Impacto Puntual
2. Impacto Parcial o Limitado
3. Impacto Extendido o Extremo
4. Impacto Total

Con respecto a la persistencia del impacto, su clasificación es en:

1. Impacto Fugaz o Transitorio
2. Impacto Temporal Recurrente
3. Impacto Temporal Cíclico o Periódico

4. Impacto Permanente

Con respecto a las consecuencias del impacto, su clasificación es en:

1. Letal
2. Irreversible
3. Mitigable
4. Recuperable

Por su Relación Causa - Efecto:

1. Impacto Directo Simple
2. Impacto Directo Acumulativo
3. Impacto Sinérgico
4. Impacto Indirecto

Este análisis de los factores que interactúan con cada una de las afectaciones al medio ambiente, permite establecer cuáles son los elementos determinantes sobre el sistema de los que hay que realizar un análisis más detallado para obtener un modelo estratégico que le de un mayor peso específico a los factores más relevantes que influyen en cada una de las afectaciones y que tienen una mayor influencia sobre el sistema en lo general y sobre los escenarios que de él se planteen.

En el siguiente punto, se presentan los objetivos para el plan de manejo, obtenidos mediante la evaluación y jerarquización de la problemática consensada con los sectores involucrados.

VIII.3. Árbol de Objetivos.

Es el procedimiento para describir la situación deseada a la que se quiere llegar mediante la solución de los problemas, transformar las relaciones causa-efecto en relaciones medios-fines e identificar las posibles alternativas para el proyecto.

Este es un ejercicio de prospectiva que se basa en construir el estado ideal del objeto de planeación, en un horizonte de tiempo determinado, contrastando con los resultados del diagnóstico de las condiciones y problemática actuales, y que finalmente proponga las estrategias y los medios operativos para definir la trayectoria que confluya con el ideal deseado.

El quehacer de la prospectiva está en el presente. Ya no son posibles los proyectos lineales, las predicciones o las adivinanzas respecto a una sociedad, un sector o una institución. El futuro es impredecible, pero puede ser construido. Por ello, cuando se intenta dar una imagen cercana de futuro, ésta se hace con la intención de propiciar cambios en la situación actual.

Este enfoque permite la observación de los fenómenos desde una nueva perspectiva. En ella se trata de incorporar la previsión del futuro al análisis de los procesos sociales, sectoriales o institucionales. El fundamento está en proyectarse desde una perspectiva del futuro y pasar de la intencionalidad a la acción con base en un proyecto construido.

Este enfoque aporta tres características básicas: contribuye a la reorientación de las condiciones presentes para adecuarlas a la visión de futuro al que se aspira, fortalece el desarrollo de una cultura previsor y proactiva, y permite las condiciones para la construcción de consensos.

En el uso de este enfoque es importante considerar que la prospectiva se preocupa más por brindar alternativas futuras que por responder a la pregunta ¿qué sucederá?. Asimismo, las imágenes futuras diseñadas no se valoran por la precisión o cumplimiento de los hechos o eventos señalados, sino por la participación, creatividad y visión integradora que encierran; pero sobre todo, por lograr a través del diseño del futuro, una mejor comprensión del presente y de nuestro activo papel en él.

El árbol de problemas se incluye en este documento como Anexo 3-3.

VIII.4. Definición de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo.

Los objetivos estratégicos que se identificaron para el Plan de Manejo, son los siguientes:

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 Específicos:

- 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 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.

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 incluye en este documento como Anexo3-4.

VIII.5. Identificación de Acciones Específicas del Plan de Manejo

El siguiente paso consiste en identificar las alternativas de solución a los problemas identificados, procurando que estas atiendan a los objetivos planteados en la forma más efectiva y que al mismo tiempo optimicen un conjunto de criterios que se establecieron para obtener las alternativas más adecuadas, viables y eficientes en términos de tiempo de ejecución, costos, beneficios esperados, etcétera.

Los criterios que se establecieron para este fin son los siguientes:

1. Costos totales en valores presentes y futuros,
2. Tiempo o duración de la acción, en que se perciben los beneficios de la acción,
3. Concentración sobre beneficiarios,
4. Viabilidad financiera y económica,
5. Viabilidad técnica,
6. Habilidad para mejorar y mantener recursos,
7. Sustentabilidad,
8. Contribución al fortalecimiento institucional y construcción de capacidad gerencial,
9. Impacto ambiental,
10. Aceptación por parte de los beneficiarios,
11. Compatibilidad del proyecto con prioridades de un sector o programa,
12. Riesgo social y económico, y
13. Impacto. Probabilidad de alcanzar el objetivo.

La matriz de acciones identificadas y seleccionadas para cada uno de los problemas descritos, así como de los objetivos y resultados planteados, se incluye en este documento como Anexo 3-5.

VIII.6. Análisis de los Involucrados.

El ámbito de acción para elaboración de las políticas públicas es un escenario de intereses muchas veces contrapuestos, donde entran en juego una multiplicidad de actores con diferentes capacidades a través de un proceso dinámico y complejo.

En este sentido, el análisis de involucrados es una técnica muy útil, cuando consideramos que:

- La participación: La participación no se da de manera espontánea y conlleva un componente conflictivo que es necesario prever para canalizarlo productivamente.
- La previsión de restricciones y de obstáculos: identificar potenciales oponentes y aliados en los distintos momentos del proceso (evaluar de manera dinámica la relación de fuerzas).
- La consecución de acuerdos: Toda toma de decisión colectiva en las políticas sociales implica establecer prioridades y acciones que favorecen a algunos y pueden perjudicar a otros. Mostrar al proyecto o a la política como un “juego de suma positiva” para todos los involucrados (o al menos para los más relevantes) es un desafío de los dirigentes sociales para posibilitar los acuerdos que garanticen la sustentabilidad.

El análisis de involucrados es una técnica complementaria al método de planeación participativa ZOPP, pero a la vez resulta valiosa en sí misma tanto para aplicarse antes, durante y después de un proyecto. El análisis de los involucrados es un instrumento esencial de la gerencia social que permite:

1. Identificar a aquellas personas y organizaciones interesadas en un determinado proyecto o política.
2. Establecer quienes pudieran ser afectadas por los objetivos del mismo (ya sea en sentido positivo y negativo).
3. Explorar quiénes y cómo pueden contribuir u obstaculizar el logro de los objetivos.
4. Analizar quienes y cómo tienen capacidad de incidir sobre los problemas que hay que enfrentar.

El propósito de esta técnica es:

1. Identificar a los actores e involucrados en una política o proyecto.
2. Definir sus intereses y percepciones de los problemas específicos sobre los cuales se intenta intervenir.
3. Identificar los recursos que cada grupo aporta en relación al problema.
4. Identificar las responsabilidades institucionales que cada grupo tiene.
5. Identificar el interés que cada grupo tiene en el proyecto.
6. Identificar los conflictos que cada grupo de actores tendría con respecto al proyecto.
7. Concluir sobre las posibilidades de viabilidad del proyecto que se sustente en la consecución de acuerdos y en la satisfacción de los intereses de los involucrados.

El Análisis de Involucrados realizado para el Plan de Manejo del Acuífero, se incluye en este documento como Anexo 3-6.

CONTENIDO

Capitulo IX. Escenarios concertados con usuarios	9
IX.1. INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS	9
IX.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	10
IX.3. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORAS CESPE	11
IX.3.1. Problema	11
IX.3.2. Acción	11
IX.3.3. Objetivo General	11
IX.3.4. Objetivos específicos	11
IX.3.5. Justificación	11
IX.3.6. Problemática.	11
IX.3.7. Evaluación de la Situación Actual	12
IX.3.8. Principales beneficios esperados.	12
IX.3.9. Principales acciones y metas.	12
IX.3.10. Principales indicadores	13
IX.3.11. Alcances	13
IX.3.12. Seguimiento y control de programas	13
IX.3.13. Costo estimado de las acciones	13
IX.3.14. Posibles fuentes de financiamiento	14
IX.3.15. Unidades responsables de ejecución	14
IX.3.16. Fecha de ejecución	14
IX.3.17. Indicadores de desempeño.	14
IX.3.18. Supuestos y limitantes del programa	14
IX.4. GESTION DE DERECHOS DE AGUA A FAVOR DEL ACUIFERO	15
IX.4.1. Problema	15
IX.4.2. Objetivo General.	15
IX.4.3. Objetivos Especificos	15
IX.4.4. Justificacion	15
IX.4.5. Problemática	15
IX.4.6. Evaluacion de la Situacion Actual	15
IX.4.7. Principales Beneficios Esperados	16
IX.4.8. Principales Acciones y Metas	16
IX.4.9. Indicadores	17
IX.4.10. Alcances	17
IX.4.11. Seguimiento y Control del Programa	17
IX.4.12. Costo Estimado	17
IX.4.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	18
IX.4.14. Unidades Responsables de la Ejecución	18
IX.4.15. Fecha de Ejecución	18
IX.4.16. Indicadores de Desempeño	18
IX.4.17. Fuentes de Verificación	18
IX.4.18. Supuestos y Limitantes del Programa	18
IX.4.19. SITUACION ACTUAL	18
IX.4.20. Prioridad	18
IX.5. ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MEDICIÓN HIDROLÓGICA	19

IX.5.1. Problema	19
IX.5.2. Objetivo	19
IX.5.3. Objetivos Particulares	19
IX.5.4. Justificación	20
IX.5.5. Problemática	20
IX.5.6. Evaluación de la Situación Actual	20
IX.5.7. Principales Beneficios Esperados	21
IX.5.8. Principales Acciones y Metas	21
IX.5.9. Indicadores	22
IX.5.10. Alcances	22
IX.5.11. Seguimiento y Control del Programa	23
IX.5.12. Costo Estimado	23
IX.5.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	24
IX.5.14. Unidades Responsables de la Ejecución	24
IX.5.15. Fecha de Ejecución	24
IX.5.16. Indicadores de Desempeño	24
IX.5.17. Fuentes de Verificación	24
IX.5.18. Supuestos y Limitantes del Programa	24
IX.5.19. Prioridad	24
IX.6. MODELO GEOHIDROLÓGICO DE VICENTE GUERRERO	25
IX.6.1. Problema	25
IX.6.2. Objetivo	25
IX.6.3. Objetivos Particulares	25
IX.6.4. Justificación	25
IX.6.5. Problemática	25
IX.6.6. Evaluación de la Situación Actual	26
IX.6.7. Principales Beneficios Esperados	26
IX.6.8. Principales Acciones y Metas	26
IX.6.9. Indicadores	27
IX.6.10. Alcances	27
IX.6.11. Seguimiento y Control del Programa	27
IX.6.12. Costo Estimado	28
IX.6.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	28
IX.6.14. Unidades Responsables de la Ejecución	28
IX.6.15. Fecha de Ejecución	28
IX.6.16. Indicadores de Desempeño	28
IX.6.17. Fuentes de Verificación	28
IX.6.18. Supuestos y Limitantes del Programa	28
IX.6.19. Prioridad	28
IX.7. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO AGRÍCOLA.	29
IX.7.1. Problema	29
IX.7.2. Objetivo General.	29
IX.7.3. Objetivos Específicos	29
IX.7.4. Problemática	29
IX.7.5. Evaluación de la Situación Actual	30
IX.7.6. Principales Beneficios Esperados	30
IX.7.7. Principales Acciones y Metas	31
IX.7.8. Indicadores	33
IX.7.9. Alcances	33
IX.7.10. Seguimiento y Control del Programa	33
IX.7.11. Costo Estimado	33

IX.7.12. Posibles Fuentes de Financiamiento	34
IX.7.13. Unidades Responsables de la Ejecución	34
IX.7.14. Fecha de Ejecución	34
IX.7.15. Indicadores de Desempeño	34
IX.7.16. Fuentes de Verificación	34
IX.7.17. Supuestos y Limitantes del Programa	35
IX.7.18. Prioridad	35
IX.8. EXPLOTACIÓN DE AGUAS DE ORIGEN MARINO (FALTA)	36
IX.9. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO PÚBLICO URBANO (FALTA)	39
IX.10. PRESA INVERTIDA (VICENTE GUERRERO).	40
IX.10.1. Problema	40
IX.10.2. Objetivo General.	40
IX.10.3. Objetivos Específicos	40
IX.10.4. Justificación	40
IX.10.5. Problemática	40
IX.10.6. Evaluación de la Situación Actual	40
IX.10.7. Principales Beneficios Esperados	41
IX.10.8. Principales Acciones y Metas	41
IX.10.9. Indicadores	41
IX.10.10. alcances	41
IX.10.11. Seguimiento y Control del Programa	42
IX.10.12. Costo Estimado	42
IX.10.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	42
IX.10.14. Unidades Responsables de la Ejecución	42
IX.10.15. Fecha de Ejecución	42
IX.10.16. Indicadores de Desempeño	42
IX.10.17. Fuentes de Verificación	42
IX.10.18. Supuestos y Limitantes del Programa	43
IX.10.19. Prioridad	43
IX.11. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA POBLACIÓN DE VICENTE GUERRERO.	44
IX.11.1. Problema	44
IX.11.2. Objetivo General.	44
IX.11.3. Objetivos Específicos	44
IX.11.4. Justificación	44
IX.11.5. Problemática	44
IX.11.6. Evaluación de la Situación Actual	44
IX.11.7. Principales Beneficios Esperados	45
IX.11.8. Principales Acciones y Metas	45
IX.11.9. Indicadores	46
IX.11.10. Alcances	46
IX.11.11. Seguimiento y Control del Programa	46
IX.11.12. Costo Estimado	46
IX.11.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	46
IX.11.14. Unidades Responsables de la Ejecución	46
IX.11.15. Fecha de Ejecución	46
IX.11.16. indicadores de Desempeño	46
IX.11.17. Fuentes de Verificación	47
IX.11.18. Supuestos y Limitantes del Programa	47

IX.11.19. Prioridad	47
IX.12. TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL E INFRAESTRUCTURA	48
IX.12.1. Problema	48
IX.12.2. Acción	48
IX.12.3. Objetivo General	48
IX.12.4. Objetivos específicos	48
IX.12.5. Justificación	48
IX.12.6. Problemática.	49
IX.12.7. Evaluación de la Situación Actual	49
IX.12.8. Principales beneficios esperados.	49
IX.12.9. Principales acciones y metas.	49
IX.12.10. Principales indicadores	50
IX.12.11. Alcances	50
IX.12.12. Seguimiento y control de programas	50
IX.12.13. Costo estimado de las acciones	50
IX.12.14. Posibles fuentes de financiamiento	51
IX.12.15. Unidades responsables de ejecución	51
IX.12.16. Fecha de ejecución	51
IX.12.17. Indicadores de desempeño.	51
IX.12.18. Fuentes de verificación	51
IX.12.19. Supuestos y limitantes del programa	51
IX.13. CONSTRUCCIÓN DE BORDOS DE RECARGA	52
IX.13.1. Problema	52
IX.13.2. Objetivo General.	52
IX.13.3. Objetivos Específicos.	52
IX.13.4. Justificación	52
IX.13.5. Problemática	52
IX.13.6. Evaluación de la situación actual	53
IX.13.7. Principales beneficios esperados	53
IX.13.8. Principales acciones y metas	53
IX.13.9. Indicadores	54
IX.13.10. Alcances	54
IX.13.11. Seguimiento y Control del Programa	54
IX.13.12. Costo Estimado	54
IX.13.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	54
IX.13.14. Unidades Responsables de la Ejecución	55
IX.13.15. Fecha de Ejecución	55
IX.13.16. Indicadores de Desempeño	55
IX.13.17. Fuentes de Verificación	55
IX.13.18. Supuestos y Limitantes del Programa	55
IX.13.19. Prioridad	57
IX.14. CONTROLAR LA LOCALIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN Y DESCARGAS DE LAS PLANTAS DESALADORAS	60
IX.14.1. Problema	60
IX.14.2. Objetivo General	60
IX.14.3. Objetivos específicos	60
IX.14.4. Justificación	61
IX.14.5. Problemática	61
IX.14.6. Evaluación de la Situación Actual	61
IX.14.7. Principales beneficios esperados.	61

IX.14.8. Principales acciones y metas.	61
IX.14.9. Indicadores	62
IX.14.10. Alcances	62
IX.14.11. Seguimiento y control de programa	63
IX.14.12. Costo estimado de las acciones	63
IX.14.13. Posibles fuentes de financiamiento	63
IX.14.14. Unidades responsables de ejecución	63
IX.14.15. Fecha de ejecución	63
IX.14.16. Indicadores de desempeño	63
IX.14.17. Fuentes de verificación	63
IX.14.18. Supuestos y limitantes del programa	63

IX.15. ESTUDIOS EXPLORATORIOS PARA PROBAR LA EXISTENCIA DE UN ACUIFERO

CONFINADO 64

IX.15.1. Problema	64
IX.15.2. Objetivo	64
IX.15.3. Objetivos Particulares	64
IX.15.4. Justificación	64
IX.15.5. Problemática	64
IX.15.6. Evaluación de la Situación Actual	65
IX.15.7. Principales Beneficios Esperados	65
IX.15.8. Principales Acciones y Metas	65
IX.15.9. Indicadores	66
IX.15.10. Alcances	66
IX.15.11. Seguimiento y Control del Programa	66
IX.15.12. Costo Estimado	66
IX.15.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	66
IX.15.14. Unidades Responsables de la Ejecución	66
IX.15.15. Fecha de Ejecución	66
IX.15.16. Indicadores de Desempeño	66
IX.15.17. Fuentes de Verificación	67
IX.15.18. Supuestos y Limitantes del Programa	67
IX.15.19. Prioridad	67

IX.16. LAGUNA SARAHEMBLA. 68

IX.16.1. Problema	68
IX.16.2. Objetivo General	68
IX.16.3. Objetivos Específicos	68
IX.16.4. Justificación	68
IX.16.5. Problemática	68
IX.16.6. Evaluación de la Situación Actual	69
IX.16.7. Principales Beneficios Esperados	69
IX.16.8. Principales Acciones y Metas	69
IX.16.9. Indicadores	70
IX.16.10. Alcances	70
IX.16.11. Seguimiento y Control del Programa	70
IX.16.12. Costo Estimado	70
IX.16.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	70
IX.16.14. Unidades Responsables de la Ejecución	71
IX.16.15. Fecha de Ejecución	71
IX.16.16. indicadores de Desempeño	71
IX.16.17. Fuentes de Verificación	71
IX.16.18. Supuestos y Limitantes del Programa	71

IX.16.19. Prioridad	71
---------------------	----

IX.17. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PETREOS EN LAS ZONAS BAJAS DE LA CUENCA. 73

IX.17.1. Problema	73
IX.17.2. Objetivo General.	73
IX.17.3. Objetivos Específicos	73
IX.17.4. Justificación	73
IX.17.5. Problemática	73
IX.17.6. Evaluación de la Situación Actual	73
IX.17.7. Principales Beneficios Esperados	73
IX.17.8. Principales Acciones y Metas	74
IX.17.9. Indicadores	74
IX.17.10. Alcances	74
IX.17.11. Seguimiento y Control del Programa	74
IX.17.12. Costo Estimado	74
IX.17.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	74
IX.17.14. Unidades Responsables de la Ejecución	74
IX.17.15. Fecha de Ejecución	75
IX.17.16. Indicadores de Desempeño	75
IX.17.17. Fuentes de Verificación	75
IX.17.18. Supuestos y Limitantes del Programa	75
IX.17.19. Prioridad	75

IX.18. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PETREOS EN LAS ZONAS ALTAS DE LA CUENCA. 76

IX.18.1. Problema	76
IX.18.2. Objetivo General.	76
IX.18.3. Objetivos Específicos	76
IX.18.4. Justificación	76
IX.18.5. Problemática	76
IX.18.6. Evaluación de la Situación Actual	76
IX.18.7. Principales Beneficios Esperados	76
IX.18.8. Principales Acciones y Metas	77
IX.18.9. Indicadores	77
IX.18.10. Alcances	77
IX.18.11. Seguimiento y Control Del Programa	77
IX.18.12. Costo Estimado	77
IX.18.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	77
IX.18.14. Unidades Responsables de la Ejecución	78
IX.18.15. Fecha de Ejecución	78
IX.18.16. Indicadores de Desempeño	78
IX.18.17. Fuentes de Verificación	78
IX.18.18. Supuestos y Limitantes del Programa	78
IX.18.19. Prioridad	78

IX.19. CONSTRUCCION DE BORDOS DE PROTECCION 79

IX.19.1. Problema	79
IX.19.2. Acción	80
IX.19.3. Objetivo General	79
IX.19.4. Objetivos Específicos	79
IX.19.5. Justificación	79
IX.19.6. Problemática.	79

IX.19.7. Evaluación de la Situación Actual	80
IX.19.8. Principales Beneficios Esperados.	80
IX.19.9. Principales Acciones y Metas.	80
IX.19.10. Principales Indicadores	81
IX.19.11. Alcances	81
IX.19.12. Costo Estimado de las Acciones	81
IX.19.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	81
IX.19.14. Unidades Responsables de Ejecución	81
IX.19.15. Fecha de Ejecución	82
IX.19.16. Indicadores de Desempeño.	82
IX.19.17. Fuentes de Verificación	82
IX.19.18. Supuestos y Limitantes del Programa	82
IX.19.19. Prioridad	82
IX.20. PROYECTO DE REFORESTACIÓN	83
IX.20.1. Problema	83
IX.20.2. Objetivo General.	83
IX.20.3. Objetivos Específicos	83
IX.20.4. Justificación	83
IX.20.5. Problemática	83
IX.20.6. Evaluación de la Situación Actual	83
IX.20.7. Principales Beneficios Esperados	83
IX.20.8. Principales Acciones y Metas	83
IX.20.9. Indicadores	84
IX.20.10. Alcances	84
IX.20.11. Seguimiento y Control del Programa	84
IX.20.12. Costo Estimado	84
IX.20.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	85
IX.20.14. Unidades Responsables de la Ejecución	85
IX.20.15. Fecha de Ejecución	85
IX.20.16. Indicadores de Desempeño	85
IX.20.17. Fuentes de Verificación	85
IX.20.18. Supuestos y Limitantes del Programa	85
IX.20.19. Prioridad	85
IX.21. FORTALECIMIENTO DEL COTAS	86
IX.21.1. Problema	86
IX.21.2. Objetivo General.	86
IX.21.3. Objetivos Específicos	86
IX.21.4. Justificación	86
IX.21.5. Problemática	86
IX.21.6. Evaluación de la Situación Actual	86
IX.21.7. Principales Beneficios Esperados	87
IX.21.8. Principales Acciones y Metas	87
IX.21.9. Indicadores	87
IX.21.10. Alcances	88
IX.21.11. Seguimiento y Control del Programa	88
IX.21.12. Costo Estimado	88
IX.21.13. Posibles Fuentes de Financiamiento	88
IX.21.14. Unidades Responsables de la Ejecución	88
IX.21.15. Fecha de Ejecución	88
IX.21.16. Indicadores de Desempeño	88
IX.21.17. Fuentes de Verificación	88

IX.21.18. Supuestos y Limitantes del Programa	88
IX.21.19. Prioridad	89
IX.22. CREACIÓN DEL CENTRO DE GESTIÓN FINANCIERA	90
IX.22.1. Objetivo General	90
IX.22.2. Objetivos Específicos	90
IX.22.3. Justificación	90
IX.22.4. Problemática	90
IX.22.5. Evaluación de la Situación Actual	90
IX.22.6. Principales Beneficios Esperados	90
IX.22.7. Principales Acciones y metas	91
IX.22.8. Indicadores	91
IX.22.9. Alcances	92
IX.22.10. Seguimiento y Control del Programa	92
IX.22.11. Costo Estimado	92
IX.22.12. Posibles Fuentes de Financiamiento	92
IX.22.13. Unidades Responsables de Ejecución	92
IX.22.14. Fecha de ejecución	92
IX.22.15. Indicadores de Desempeño	92
IX.22.16. Fuentes de Verificación	92
IX.22.17. Supuesto Limitaciones de Programa	93

CAPITULO IX. ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS

IX.1. INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS CONCERTADOS CON USUARIOS

Las alternativas para el manejo de la demanda y la disponibilidad fueron inicialmente propuestas en el año 2003, donde por medio de talleres de planeación se identificaron los principales proyectos y áreas de oportunidad para lograr un uso sustentable del acuífero.

Con base en el análisis de escenarios paramétricos, de escenarios concertados con los usuarios y las opiniones obtenidas en la cuarta serie de presentaciones a los usuarios, definirá la Alternativa de Manejo que será la base del Plan de Manejo de la zona de estudio, acorde a los intereses conjuntos de todos los involucrados, que integre las acciones de reducción de la demanda y manejo de la disponibilidad de cada acuífero y de la región en general, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucional, legales, protección ambiental y desarrollo sustentable, se presenta la siguiente cartera de proyectos:

Valle de Vicente Guerrero

Igual que en el Valle de San Simón se priorizan las acciones y se presentan en una tabla resumida, (Tabla 2).

Tabla 1. Acciones Vicente Guerrero

Construcción y mantenimiento de infraestructura.		Acciones intermedias		
		Capacitación y difusión	Estudios y proyectos.	Fortalecimiento institucional
<i>Tratamiento de agua residual e infraestructura</i>		<i>Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola</i>	<i>Explotación de aguas de origen marino</i>	
<i>Construcción de bordos de recarga</i>		<i>Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano</i>	<i>Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado</i>	<i>Creación del Centro de Gestión Financiera</i>
<i>Mantenimiento de infraestructura para eliminar pérdidas en agua urbana</i>	<i>Gestión de derechos a favor del acuífero</i>		<i>Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE</i>	
<i>Presa invertida</i>	<i>Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca</i>		<i>Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero</i>	<i>Fortalecimiento del Cotas</i>
<i>Laguna Sarahembla</i>	<i>Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras</i>		<i>Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero</i>	
<i>Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero</i>			<i>Proyecto de reforestación</i>	
<i>Construcción de Bordos de Protección</i>				

IX.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

ACUIFERO DE COLONIA VICENTE GUERRERO

IX.3. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DESALADORAS CESPE

IX.3.1. Problema

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 y se surten de pozos de los acuíferos, fuentes superficiales y norias.

Los acuíferos se consideran sobreexplotados y la calidad del agua de los mismos se está deteriorando. Esta problemática limita a la región en su desarrollo pero también limita la disponibilidad para la agricultura.

IX.3.2. Acción

Realizar el proyecto, construir y operar plantas desaladoras.

IX.3.3. Objetivo General

Contribuir en la solución del problema de abasto de agua en la zona bajo estudio con la construcción y operación de plantas desaladoras disminuyendo la sobreexplotación de los acuíferos en beneficio de su zona agrícola.

IX.3.4. Objetivos específicos

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.

Desarrollar los proyectos ejecutivos de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar.

Construcción de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar.

IX.3.5. 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 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.

IX.3.6. Problemática.

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.

IX.3.7. Evaluación de la Situación Actual

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 mmca, con una disminución en promedio de 0.6 mmca y globalmente del 2010 al 2024 en 8 millones de metros cúbicos en beneficio del acuífero y de la agricultura.

IX.3.8. Principales beneficios esperados.

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.

IX.3.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

Desarrollo de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua salobre y 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 salobre y agua de mar.

Construcción de de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar.

Metas

Contar con los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental en el segundo semestre de 2008.

Gestionar recursos en el segundo semestre de 2008 para disponer de ellos en Enero de 2009 para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Contar con los proyectos ejecutivos en el primer semestre de 2009.

Construcción y puesta en operación de 50 lps de desalación en Enero de 2010, 50 más adicionales en el 2011.

IX.3.10. Principales indicadores

Porcentaje de avance en los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental

Porcentaje de avance en la gestión de recursos y en la cantidad aprobada con respecto a la estimada

Porcentaje de avance en licitación, adjudicación y construcción de las obras

Volúmenes anuales y totales desalados

Volúmenes anuales y totales destinados a CESPE

Volúmenes anuales y totales destinados al acuífero por intercambio

Volúmenes anuales y totales utilizados por la agricultura por intercambio

IX.3.11. Alcances

Esta acción depende de:

La gestión y el logro de acuerdos entre las diferentes instancias de gobierno Federal, Estatal y Municipal y los usuarios para programar y autorizar los estudios, proyectos y construcción de las obras.

La gestión de financiamiento para los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental.

La gestión de fondos públicos y privados, nacionales e internacionales para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.

IX.3.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT

IX.3.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Costo del total del proyecto	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	100
Proyecto ejecutivo	1,000
Construcción de plantas desaladoras de agua de mar	114,000
Total	115,100
Costo relativo al porcentaje (24%) de abasto del corredor Camalú-San Simón del acuífero de Col. Vicente Guerrero	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	24

Proyecto ejecutivo	240
Construcción de plantas desaladoras de agua de mar	27,360
Total	27,624

IX.3.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada

IX.3.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, COTAS, CESPE

IX.3.16. Fecha de ejecución

2008 para iniciar operación de desaladoras en el 2010.

IX.3.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS

IX.3.18. 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.

IX.4. GESTION DE DERECHOS DE AGUA A FAVOR DEL ACUIFERO

IX.4.1. Problema

La sobreasignación de los derechos de agua permite la sobreexplotación del acuífero.

El Acuífero de Vicente Guerrero tiene una recarga promedio anual de 19.5 Mm³ u un volumen REPDA de 38.88 Mm³/año lo que representa una sobre asignación de 19.38 Mm³/año.

IX.4.2. Objetivo General.

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 por parte de los usuarios, a favor del acuífero, a mediano plazo. Sobre la base de que la recarga promedio del acuífero no satisface el REPDA vigente, que los sistemas normativos y operativos actuales lo permiten y que existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

IX.4.3. Objetivos Especificos

1. Establecer los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) de transferencia de derechos al acuífero buscando una distribución equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y el nivel socioeconómico del usuario.
2. Definir la disponibilidad promedio anual del acuífero.
3. Formular las bases para el diseño y operación de un mercado del agua.

IX.4.4. Justificacion

1. Existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.
2. La disponibilidad promedio anual del acuífero no satisface el volumen concesionado actual. (ESTOS DERECHOS NUNCA SE VAN A APROVECHAR).
3. El marco normativo vigente permite y promueve la transferencia de derechos a favor del acuífero.

IX.4.5. Problemática

El gobierno concesionó en exceso los derechos de extracción del acuífero como respuesta a una sobreestimación de las demandas de agua por parte de los usuarios. No se analizó la disponibilidad real del acuífero provocando una situación fuera de la realidad, que induce la sobreexplotación, poniendo en riesgo la sustentabilidad del acuífero y en consecuencia el desarrollo social y económico de la región.

IX.4.6. Evaluacion de la Situacion Actual

Ante las consecuencias de la sobreexplotación manifestadas por el abatimiento del nivel freático, el deterioro de la calidad del agua del acuífero y la escasez del recurso, los usuarios y el gobierno impulsan un plan de manejo sustentable del acuífero y en esta acción en particular enfrentan los siguientes obstáculos:

Los usuarios no quieren ceder sus derechos porque:

1. Desconfían que sean reasignados a otros usuarios en lugar del acuífero.
-

2. Temen ser limitados en su crecimiento futuro al reducir sus derechos.
3. Esperan que al aumentar la escasez sus derechos aumenten de valor y su ingreso por ellos sea superior al actual.
4. Los usuarios no declaran su extracción real temiendo perder el volumen concesionado, al no usarlo en su totalidad, por falta de capacidad del acuífero.
5. La sesión de derechos limitaría su oportunidad de extraer volúmenes de agua mayores en años lluviosos.

Los usuarios con mayor capacidad técnica y económica para la extracción explotan más el recurso en detrimento de los usuarios con menor capacidad técnica y económica o con problemas inherentes a su ubicación.

El gobierno:

1. Esta limitado a recuperar derechos a favor del acuífero porque no dispone de la capacidad en infraestructura y recursos humanos para medir y supervisar la explotación de los volúmenes concesionados y no existe un censo actualizado de aprovechamientos conciliados con el REPDA que le permita aplicar la ley vigente.
2. No cuenta con los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) para la transferencia de derechos de agua al acuífero consensuados con los usuarios.
3. No dispone de elementos fundamentados para gestionar recursos financieros en fondos nacionales e internacionales para compensar a los usuarios por la transferencia de derechos a favor del acuífero.
4. No tiene la transparencia y credibilidad suficiente para promover la transferencia de derechos de agua y las acciones de medición y supervisión de las extracciones.

IX.4.7. Principales Beneficios Esperados

- a. Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la conciliación de los volúmenes de agua concesionados con la disponibilidad del agua, mitigando y compensando el impacto hacia los usuarios.
- b. 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.
- c. Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y por la situación social y económica del usuario.
- d. El agua adquiera un valor por su uso y productividad económica y social generando un mercado que permita su administración integral (oferta y demanda).

IX.4.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Utilizar la información obtenida en el censo continuo de aprovechamientos y usuarios para caracterizarlos con base en parámetros técnicos, económicos, legales, sociales y

ambientales para elaborar el diagnóstico del aprovechamiento del acuífero. (véase acción censo de obras hidráulicas).

2. Utilizar la información obtenida del estudio de medición y monitoreo del acuífero y de los estudios hidrológicos para caracterizar la recarga y disponibilidad dinámica. (véase acción: medición y monitoreo del acuífero y de los pozos).
3. Con base en el diagnóstico del aprovechamiento, de la recarga y disponibilidad dinámica del acuífero establecer el volumen anual a concesionar a mediano plazo.
4. Establecer los volúmenes totales a reducir de lo concesionado y los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) para la transferencia de derechos al acuífero.
5. Establecer los procedimientos para la transferencia de derechos de agua del acuífero hacia los usuarios y entre usuario (mercado de agua).

Metas:

- a. Contribuir a la estabilidad del acuífero reduciendo el REPDA en 17.480 Mm³ anuales en un plazo de 5 años.
- b. Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y por la situación social y económica del usuario satisfaciendo las necesidades de al menos el 90% de la sociedad en un plazo de 5 años..

IX.4.9. Indicadores

1. Porcentaje de la reducción de la sobreasignación de volumen concesionado (REPDA).
2. Porcentaje de cobertura del suministro de agua a los usuarios.
3. Porcentaje de satisfacción de las necesidades de agua de la sociedad.

IX.4.10. Alcances

1. Depende de las dos acciones que serán aplicables a las acciones del acuífero de la Col.Vicente Guerrero.

IX.4.11. Seguimiento y Control del Programa

Depende de los grupos involucrados.

Integración de grupo de valuación de la productividad del agua por parcela

IX.4.12. Costo Estimado

Actividad	Mm³ liberados	Costo (10³ pesos)
Costo del total del proyecto		
Constitución del Banco		500
Acciones para definir los procedimientos		300
Costo de la adquisición de derechos (\$3.11 por m ³)	24.330	113.421.7

	Total	114,221.7
Costo relativo al déficit del REPDA del Acuífero de Guadalupe y La Misión		
Constitución del Banco		265.697
Acciones para definir los procedimientos		159.418
Costo de la adquisición de derechos (\$3.11 por m ³)	17,480	60,271.800
	Total	60,696.915

Considerando el valor del agua en \$ 3.11 por m³ se tiene un valor de \$ 60,000.000 falta considerar la constitución del banco, las acciones para definir los procedimientos, etc.

IX.4.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

SAGARPA, Sequía recurrente. Gobiernos e Inversión privada.

IX.4.14. Unidades Responsables de la Ejecución

SAGARPA, CONAGUA, CEA, CESPE, Usuarios COTAS

hay que adecuarlo a cada acuífero

IX.4.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008 y es permanente.

IX.4.16. Indicadores de Desempeño

SE EVALUAN LAS METAS

Porcentaje del logro de las metas. Se evalúa el ejecutor de la acción.

IX.4.17. Fuentes de Verificación

DE QUE ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES SALE LA INFORMACION

La CONAGUA y los COTAS.

IX.4.18. Supuestos y Limitantes del Programa

IX.4.19. SITUACION ACTUAL

1. Aprobación del plan de manejo
2. Se lleve a cabo el censo.
3. Se lleve a cabo el estudio de medición y monitoreo.
4. Falta de infraestructura.
5. Falta de interés por parte de los usuarios.
6. Falta de confianza a las instituciones del agua.

IX.4.20. Prioridad

Estabilización.

IX.5. ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MEDICIÓN HIDROLÓGICA

IX.5.1. Problema

La información concerniente a los ingresos, los egresos y la calidad del agua del acuífero es escasa y carece de continuidad y consistencia. No es posible obtener un buen diagnóstico de la situación actual del acuífero ni hacer buenas proyecciones a futuro.

IX.5.2. Objetivo

Contar con un procedimiento confiable de observación y control de los componentes del sistema de aguas subterráneas que permita: (1) hacer un diagnóstico de 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; (4) verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la concesión de aguas nacionales; y (5) proveer un sistema de alerta para asegurar el buen funcionamiento de las fuentes de agua potable ante emergencias originadas por fenómenos naturales y/o inducidos tales como prolongados periodos de sequía o riesgos de contaminación químico o bacteriano.

IX.5.3. Objetivos Particulares

1. Integrar un censo permanente y actualizable de obras hidráulicas que incluya pozos, norias, acueductos, plantas desaladoras, plantas de tratamiento de aguas residuales y sus sitios y volúmenes de descarga.
 2. Establecer y mantener estaciones climatológicas tanto en las inmediaciones del acuífero de la Colonia Vicente Guerrero como en las partes altas de la cuenca que nos permitan la estimación real de la recarga por precipitación y el cálculo de las pérdidas por evaporación.
 3. Construir varias estaciones hidrométricas a lo largo de la cuenca para conocer el volumen de agua precipitada que escurre y así estimar su potencial contribución a la recarga del acuífero.
 4. Instaurar un sistema de medición y de registro continuo de los volúmenes de extracción por pozo para conocer con precisión las descargas por bombeo en el acuífero y determinar las condiciones de equilibrio.
 5. Diseñar una red de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua a largo plazo (20 años o más) que permita mediciones frecuentes (automáticas o mensuales) y moderado a intenso análisis de datos. Este diseño deberá considerar la importancia de los puntos medidos históricamente, la distribución más eficiente de los puntos de medición, la disponibilidad de aprovechamientos en desuso que puedan ser incorporados a dicha red y la profundidad óptima en el diseño de piezómetros.
 6. Delinear una estrategia de muestreo y análisis químico que permita conocer las condiciones de la calidad del agua subterránea de manera eficiente y a un costo mínimo. Este rubro incluye el monitoreo de aguas residuales tratadas y otras descargas que puedan tener contacto con el acuífero por infiltración.
 7. Establecer un sistema de medición y registro continuos de los volúmenes de agua residual tratada que ingresa a la región y, sobre todo, de los sitios y volúmenes de descarga de las aguas de rechazo de las plantas desaladoras.
-

8. Instalar y automatizar una red de piezómetros para el monitoreo de niveles estáticos y de calidad de agua que preferentemente sea independiente del sistema de pozos para riego y de distribución de agua potable.

9. Asignar al/los organismo(s) responsable(s) de la red de monitoreo y de las estaciones climatológicas e hidrométricas (COTAS, CONAGUA, etc.) y proveer de equipo y capacitación al personal a cargo de los mismos.

IX.5.4. Justificación

1. Existe la voluntad de los usuarios y del gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

2. Existe el interés de conocer las condiciones de equilibrio del acuífero.

3. Existe la inquietud de aumentar la disponibilidad de agua en la región utilizando agua residual tratada y/o agua desalada.

4. No existe una red de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua que permita establecer con claridad los preceptos descritos en el objetivo.

5. No existe suficientes estaciones climatológicas activas en las inmediaciones del acuífero de Vicente Guerrero o a lo largo de la cuenca como para tener un buen control de los fenómenos meteorológicos que influyen en la recarga.

6. No se conocen con precisión los volúmenes de agua subterránea que se extraen por bombeo.

7. No se cuenta con estaciones hidrométricas que midan los volúmenes de flujo superficial.

IX.5.5. Problemática

Durante décadas se ha explotado el agua subterránea del valle de la Colonia Vicente Guerrero sin conocer con relativa precisión las condiciones de equilibrio y sanidad del acuífero. La sobrestimación de los recursos hidráulicos, un sistema de extracción que frecuentemente excede a la recarga y la falta de herramientas de evaluación y control han llevado al acuífero a un serio estado de sobreexplotación y potencial intrusión marina, poniendo en riesgo su sustentabilidad y en consecuencia el desarrollo social y económico de la región.

IX.5.6. Evaluación de la Situación Actual

Tanto los usuarios del acuífero de Colonia Vicente Guerrero como el organismo regulador (CONAGUA) están interesados en continuar y hacer más eficientes los esfuerzos de monitoreo del acuífero y de los pozos en el valle.

Hasta el momento el monitoreo se ha limitado a la medición de los niveles estáticos como única herramienta de diagnóstico de la evolución y tendencias del acuífero. Dicho monitoreo se ha llevado a cabo utilizando aprovechamientos de particulares, lo que ha dado lugar a abundantes irregularidades y omisiones en los registros debido, entre otras, a las siguientes razones:

1. El pozo no ha sido desactivado y no ha recuperado su nivel estático por lo que no es viable para la medición

2. No hay acceso al sitio de medición

3. El pozo o noria no contiene agua o ha sido reubicado

4. El pozo no ha sido registrado legalmente
5. Falta de personal
6. Falta de recursos para cubrir los costos de la toma de muestras y los análisis químicos

Otro problema es la confusión producida al momento de registrar, renombrar y/o restituir aprovechamientos agotados o dañados. La lista de aprovechamientos que alguna vez fueron visitados para monitoreo asciende a 213, sin embargo, la mayoría de ellos se encuentra inactivo y ha sido reemplazado por otro pozo localizado en otra sección del acuífero. Los nombres y las numeraciones varían y al final se pierde la continuidad de las mediciones.

A pesar de que la lluvia es generalmente la primera fuente de recarga, directa o indirecta, de un acuífero, en la cuenca de la Colonia Vicente Guerrero no se tiene una buena cobertura de los registros de precipitación. Además, una fracción de dicha precipitación se convierte en escurrimiento superficial y a su vez un porcentaje de ese escurrimiento se infiltra y alcanza al acuífero; no obstante, no se cuenta con estaciones hidrométricas que permitan definir la relación local de escurrimiento-infiltración.

Por otro lado, la principal forma de descarga en esta zona agrícola es la extracción por bombeo para riego. En este acuífero no se ha logrado establecer un sistema de medidores por lo que no se conocen con exactitud los volúmenes extraídos para tal actividad. Tampoco se cuenta con datos climatológicos que permitan medir las pérdidas por evaporación.

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. De hecho, ya se cuenta con un número no determinado de plantas desaladoras que operan dentro de las zonas afectadas por intrusión marina, extrayendo agua salobre en volúmenes no reportados y descargando sus aguas de rechazo sin supervisión ni control. Por lo tanto, es prioritario establecer la reglamentación que permita tener un control de los volúmenes de ingreso al sistema y, principalmente, de los sitios y volúmenes de las descargas de agua de rechazo de las plantas desaladoras.

Finalmente, se sabe que el acuífero de Colonia Vicente Guerrero está siendo seriamente afectado por intrusión marina, con el consecuente deterioro en la calidad del agua subterránea, sin embargo, no se ha establecido un programa permanente de monitoreo que permita visualizar la magnitud del problema y los datos de calidad de agua son prácticamente inexistentes.

IX.5.7. Principales Beneficios Esperados

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

IX.5.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Utilizar el censo permanente de obras hidráulicas para identificar los factores implicados y los volúmenes involucrados en la disponibilidad y calidad de agua subterránea.
2. Valerse de la información de precipitación y escurrimientos superficiales para caracterizar la dinámica de la recarga del acuífero
3. Usar los datos climatológicos y de volúmenes de extracción para evaluar los procesos de descarga del acuífero.
4. Evaluar la evolución de los niveles piezométricos para identificar cambios en el volumen de almacenamiento y la velocidad de respuesta del acuífero ante eventos meteorológicos extraordinarios.
5. Aplicar la ecuación de balance de masas para evaluar la disponibilidad dinámica del agua del acuífero, determinar las tendencias de evolución, elaborar planes para el uso de los recursos y prevenir contingencias en el uso y abuso de los mismos.
6. Analizar los datos de calidad del agua para evaluar el deterioro del acuífero y para prevenir riesgos futuros debido a intrusión salina, aplicación de agentes químicos y/o mala disposición de agua de rechazo, residuos sólidos y desechos orgánicos.

Metas

1. Conocer la situación actual en cantidad y calidad de los recursos hidráulicos subterráneos (diagnostico).
2. Determinar las tendencias en la disponibilidad y la evolución química del agua subterránea (pronostico)
3. Planear el uso sustentable de los recursos usando las herramientas geohidrológicas sugeridas (planeación)
4. Verificar el cumplimiento de las condiciones propuestas para lograr el manejo sustentable del acuífero (verificación)
5. Alertar a los usuarios de posibles contingencias provocadas por fenómenos naturales o inducidos (alerta)

IX.5.9. Indicadores

1. Porcentaje de avance en el censo permanente de obras hidráulicas
2. Porcentaje de aprovechamientos que cuenten con medidores volumétricos
3. Porcentaje de cobertura del sistema de monitoreo de niveles piezométricos y de calidad de agua
4. Porcentaje de cobertura del sistema de monitoreo del acuífero (estaciones climatológicas e hidrométricas)
5. Porcentaje de recuperación de los niveles estáticos en el acuífero
6. Porcentaje de recuperación en la calidad del agua del acuífero
7. Porcentaje de satisfacción de las necesidades de agua de la comunidad.

IX.5.10. Alcances

Geográficos: El área de acción de la mayoría de las propuestas corresponde a los límites del acuífero de Colonia Vicente Guerrero. El establecimiento de estaciones climatológicas e hidrométricas tiene influencia en toda la cuenca.

Temporales: Es deseable que el proceso de monitoreo de largo plazo sea de al menos 20 años. El corto plazo corresponde a unos pozos meses y el mediano de 5 a 10 años.

Económicos: La recuperación, estabilización y uso sustentable de los recursos hidráulicos alcanzan a todos los ámbitos económicos de la región.

IX.5.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento y control del programa de monitoreo deberá ser asignado en acuerdo entre los usuarios y el organismo regulador del agua subterránea. Se deberá contar con la asesoría de expertos capaces de evaluar la evolución del acuífero y de recomendar las modificaciones adecuadas para la sustentabilidad del mismo.

IX.5.12. Costo Estimado

Actividad	Costo Unitario 10³ pesos	Unidades	Costo Total 10³ pesos
Construcción			
Censo de obras hidráulicas	\$500	1	\$500
Adquisición e instalación de estación climatológica automatizada	\$150	3	\$450
Instalación de piezómetros de 30 m de profundidad	\$50	15	\$1,500
Instalación de medidores de nivel automatizados	\$10	15	\$150
Instalación de estaciones hidrométricas automatizada	\$250	2	\$500
Instalación de medidores volumétricos automatizados	\$7	200	\$1,400
		Total	\$4,500
Operación			
Actualización anual del censo			\$28
Análisis químicos y bacteriológicos			\$600
Recolección y análisis de datos			\$320
		Total	\$948

IX.5.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, SEFOA, INIFAB, SAGARPA, CESPE, SEMARNAT, COTAS e inversión privada.

IX.5.14. Unidades Responsables de la Ejecución

SAGARPA, CONAGUA, CESPE, Usuarios COTAS, UABC, CICESE y SEMARNAT

IX.5.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008 y es permanente.

IX.5.16. Indicadores de Desempeño

Se evalúa el porcentaje del logro de los objetivos y metas.

IX.5.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS.

IX.5.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Que el plan de manejo se apruebe.
2. Que exista voluntad para sujetarse a los requerimientos de un programa de monitoreo constante.
3. Que exista voluntad para aceptar el diagnostico y las medidas necesarias para la recuperación y el uso sustentable del acuífero.
4. Que se cuente con los recursos económicos necesarios para implementar y sostener una red de monitoreo por al menos 20 años.
5. Que haya interés de cuidar de las instalaciones y la administración de la red de monitoreo
6. Falta de confianza a las instituciones del agua.
7. Falta de honestidad al tramitar y registrar las obras hidráulicas

IX.5.19. Prioridad

Estabilización

IX.6. MODELO GEOHIDROLÓGICO DE VICENTE GUERRERO

IX.6.1. Problema

La información relativa a las características y la evolución del acuífero de Colonia Vicente Guerrero es escasa y carece de continuidad y consistencia. A la fecha no se cuenta con un modelo geohidrológico que permita conocer el funcionamiento del sistema y evaluar su interacción con el medio.

IX.6.2. Objetivo

Contar con un modelo geohidrológico dinámico y flexible que permita, entre otras cosas: (1) definir el funcionamiento del acuífero; (2) determinar la relación del mismo con los fenómenos superficiales que originan la recarga; (3) predecir el efecto de un posible cambio en el régimen de descargas; (4) conocer la interacción con el sistema marino adyacente; (5) establecer el flujo y transporte de los componentes químicos del agua subterránea; (6) disponer de información de referencia que apoye la planeación y el manejo del acuífero; y (7) mantener una constante actualización en la cuantificación de los recursos hidráulicos.

IX.6.3. Objetivos Particulares

- c. Desarrollar un modelo conceptual que integre en una forma eficaz y congruente las características y propiedades físicas del acuífero y su relación con el entorno superficial y marino.
- d. Obtener un modelo hidrogeoquímico que permita establecer las condiciones, dinámica y evolución de la calidad del agua del acuífero y su interacción con la química natural o inducida del medio.
- e. Generar un modelo geohidrológico que permita un análisis predictivo del impacto de diversas acciones sobre el acuífero en los próximos años.

IX.6.4. Justificación

- e. Existe la voluntad de los usuarios y del gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero de colonia Vicente Guerrero.
- f. Existe el interés de conocer las condiciones actuales y de equilibrio del acuífero.
- g. No existe un modelo conceptual integral que permita mejorar la comprensión de los fenómenos físicos que determinan los componentes del sistema de agua subterránea.
- h. No existe un modelo hidrogeoquímico que represente las características y la evolución química del sistema de flujo subterráneo.
- i. No existe un modelo numérico que permita integrar la información geohidrológica y simular la respuesta del acuífero ante las acciones de los planes de manejo y ante los eventos naturales extremos.

IX.6.5. Problemática

Durante décadas se ha explotado el agua subterránea del valle de la Colonia Vicente Guerrero sin conocer con relativa precisión las condiciones de equilibrio y sanidad del acuífero. La sobrestimación de los recursos hidráulicos, un sistema de extracción que frecuentemente excede a la recarga y la falta de herramientas de evaluación y control han llevado al acuífero a un estado de sobreexplotación y potencial intrusión marina, poniendo en riesgo su sustentabilidad y en consecuencia, el desarrollo económico y social de la región.

IX.6.6. Evaluación de la Situación Actual

Tanto los usuarios del acuífero de Colonia Vicente Guerrero como el organismo regulador del agua subterránea (CONAGUA) están interesados en el desarrollo de un modelo geohidrológico integral que permita continuar y hacer más eficientes los esfuerzos de recuperación y estabilización del acuífero.

A la fecha se ha generado una limitada cantidad de información que puede ser de utilidad en el desarrollo del modelo conceptual, sin embargo, ésta no ha sido integrada ni analizada para determinar la cantidad de datos que deberán generarse hasta lograr un modelo adecuado. Entre la información existente se encuentra el censo preliminar de obras hidráulicas (aprovechamientos), la determinación de la geometría del acuífero, un par de estudios geohidrológico y la medición anual de la profundidad de los niveles estáticos de algunos pozos.

Por otro lado, el acuífero de Colonia Vicente Guerrero se ubica junto al océano Pacífico. Este hecho sumado a su estado de sobreexplotación lo hace sumamente susceptible a la intrusión marina, sin embargo, no existen un sistema de mediciones continuas de la calidad del agua subterránea. Los datos hidrogeoquímicos más completos fueron generados en 1991-1992 por lo que se puede considerar que la información de transporte de solutos y evolución química del agua subterránea es prácticamente inexistente. No obstante, es del conocimiento general que la zona costera del acuífero contiene agua salobre de diferentes concentraciones aunque no se ha medido el impacto que las prácticas de explotación vigentes hayan ejercido sobre la calidad del agua del acuífero.

Para lograr el modelo de simulación geohidrológica es indispensable contar con los modelos conceptuales e hidrogeoquímicos por lo que es recomendable dirigir los esfuerzos de recuperación y estabilización hacia acciones que generen conocimiento básico para el desarrollo de dichos modelos.

IX.6.7. Principales Beneficios Esperados

- a. Aumentar el conocimiento del funcionamiento del acuífero.
- b. Conocer cómo se relaciona el acuífero con las condiciones naturales o inducidas de su entorno.
- c. Disponer de una herramienta dinámica y flexible para: (1) diagnosticar las condiciones del acuífero, (2) predecir su futuro comportamiento, y (3) definir planes y acciones de manejo para el acuífero.

IX.6.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Generar una base de datos de las características físicas y químicas del acuífero y su entorno.
-

2. Integrar la información de la caracterización geohidrológica en un modelo conceptual.
3. Integrar la información de calidad de agua, composición química, transporte de solutos y evolución de la concentración en un modelo hidrogeoquímico.
4. Utilizar ambos modelos para desarrollar un tercer modelo, que sería el de simulación geohidrológica.
5. Calibrar y probar el modelo.
6. Mantener y actualizar el modelo permanentemente.

Metas:

1. Conocer la situación actual de los recursos hidráulicos subterráneos.
2. Comprender el funcionamiento del acuífero y de los procesos que determinan la interacción entre éste y su entorno superficial y marino (Recarga y descarga).
3. Entender los fenómenos de transporte y evolución de la calidad del agua del acuífero así como la dinámica que involucra el avance del frente marino.
4. Obtener la habilidad de predecir la respuesta del sistema ante los planes de manejo y las políticas de explotación.
5. Alertar a los usuarios de posibles contingencias provocadas por fenómenos naturales o inducidos.

IX.6.9. Indicadores

1. Porcentaje de avance en la generación de la base de datos.
2. Porcentaje de avance en la integración del modelo conceptual.
3. Porcentaje de avance en la integración del modelo hidrogeoquímico.
4. Porcentaje de avance en el desarrollo del modelo de simulación geohidrológica.
5. Porcentaje de avance en la calibración y pruebas del modelo.

IX.6.10. Alcances

Geográficos: El área de acción del modelo geohidrológico corresponde a los límites del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

Temporales: El desarrollo del modelo es un proceso a corto plazo de aproximadamente dos años. El mantenimiento y actualización del modelo es permanente.

Económicos: La recuperación, estabilización y uso sustentable de los recursos hidráulicos alcanzan a todos los ámbitos económicos de la región.

IX.6.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento y control del desarrollo del modelo geohidrológico deberá ser asignado en acuerdo entre los usuarios y el organismo regulador del agua subterránea. Se deberá contar con la asesoría de expertos capaces de evaluar el funcionamiento y la capacidad del modelo.

IX.6.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10³ pesos)
Generación del modelo de simulación geohidrológica	\$2,000.00
Total	\$2,000.00

Incluye adquisición de datos hidrogeoquímicos e hidrodinámicos, base de datos, análisis de datos, modelo conceptual, modelo hidrogeoquímico, modelo numérico, calibración y pruebas.

IX.6.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, COTAS e inversión privada.

IX.6.14. Unidades Responsables de la Ejecución

CONAGUA, Usuarios COTAS, UABC y SEMARNAT.

IX.6.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008, actualización anual.

IX.6.16. Indicadores de Desempeño

Se evalúa el porcentaje del logro de los objetivos y metas.

IX.6.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS.

IX.6.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Que el desarrollo del modelo se apruebe.
2. Que se cuente con información geohidrológica, geológica, climatológica, geoquímica, hidrológica, etc. suficiente para los objetivos del modelo.
3. Que se cuente con los recursos económicos necesarios para el desarrollo del modelo.
4. Que haya interés por parte de las instituciones involucradas.
5. Que se cuente con asesoría calificada.
6. Falta de confianza en las instituciones.

IX.6.19. Prioridad

Estabilización.

IX.7. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO AGRÍCOLA.

IX.7.1. Problema

El agua disponible para la actividad agrícola en el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero no es suficiente. Por lo que es necesario desarrollar un programa de optimización y uso eficiente del agua que permita impulsar el desarrollo de la principal actividad económica de la región (actividad agrícola), que solvete los principales problemas identificados en el sector, que son:

- Falta de una adecuada selección de cultivos.
- Aumento en el número de ciclos de cultivos.
- Falta de optimización en el uso del agua en la agricultura.
- Insuficiente capacitación agropecuaria.
- Insuficiente tecnificación agrícola (sistemas de riego tecnificado, drenaje parcelario, cultivo en invernadero e hidroponía y labranza de conservación).

IX.7.2. Objetivo General.

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.

IX.7.3. Objetivos Específicos

Analizar de forma detallada cuales cultivos son los más apropiados para la región, haciendo una selección de los mismos, con base en el valor de la producción del sistema producto y el consumo de agua.

Alcanzar el equilibrio en el número de ciclos de cultivos adecuados para la región, con base en la disponibilidad de agua y el consumo por ciclo.

Optimización en el uso del agua en irrigación de los cultivos.

Capacitar a los agricultores para que alcancen mayores rendimientos en sus cosechas.

Incentivar a los agricultores para que aumenten la tecnificación de los cultivos, transformando a técnicas de riego tecnificado, en los cultivos que sea posible.

IX.7.4. Problemática

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. Se considera que estas acción ayudaría ha retener e infiltrar el agua durante los períodos de lluvias.

La sobreexplotación ha ocasionado la intrusión del agua del mar con la consecuente salinización del agua en el acuífero. Esto ha ocasionado que los agricultores busquen alternativas para obtener agua (en volumen y calidad), lo que han solucionado con la instalación de plantas desaladoras y acueductos desde zonas del acuífero no afectadas por la intrusión marina. Esto ha ocasionado el aumento en los costos de producción aunque también ha obligado a la

tecnificación en los cultivos y en el riego y ha buscado cultivos rentables. Sin embargo, existen un buen número de agricultores que no han podido desarrollarse en este tenor.

El análisis de los volúmenes extraídos para la agricultura, muestran que aproximadamente el 97% del agua se destina para el riego de 4 cultivos (fresa, tomate, cebolla y frambuesa) que ocupan aproximadamente el total de las hectáreas sembradas. En estos cultivos los rendimientos y valores de producción son altos, aunque es necesario realizar un análisis de los restantes cultivos para hacer una adecuada selección de cultivos.

Algunos cultivos están tecnificados, pero 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 y cambiar a cultivos más adecuados para la región, (rentables y poco demandantes de agua).

IX.7.5. Evaluación de la Situación Actual

El sector agrícola en la región ha manifestado la reducción de sus actividades debido a que sus pozos han observado una disminución considerable del nivel del agua por sobreexplotación. A su vez esta sobreexplotación ha ocasionado la salinización del agua en el acuífero por la intrusión marina. De este modo, los agricultores han buscado alternativas para obtener agua (en volumen y calidad), lo que han solucionado con la instalación de plantas desaladoras y acueductos desde zonas del acuífero no afectadas por la intrusión marina. Esto ha provocado por un lado el aumento de la salinización, ya que el agua sigue siendo extraída del acuífero y por otro el abatimiento del nivel freático.

Las nuevas alternativas para obtener agua ha ocasionado un aumento en los costos de producción aunque también ha permitido la tecnificación de los cultivos y del riego y buscar esquemas de comercialización y cultivos rentables. Sin embargo, existen un buen número de agricultores que no han podido desarrollarse en este tenor.

Así la reducción de los niveles piezométricos y la salinización ha creado preocupación en los usuarios del agua subterránea, de tal forma que, a través del COTAS están impulsando un plan de manejo que les permita formular acciones para hacer un uso sustentable del recurso.

El sector agrícola relaciona la falta de agua con que existen usuarios del mismo sector que cuentan con captaciones de agua irregulares, en el mismo Valle o en sus inmediaciones, que no están contabilizados en el balance general. Este punto se aborda en la acción: regulación de obras de captación irregulares.

Se observa que, el crecimiento en la superficie de cultivo impulsado por el desarrollo de la actividad agrícola ha dado lugar al incremento de la demanda de agua para este fin, aunque no se tiene una buena documentación del tema.

Los agricultores creen que algunas maneras de reducir la demanda de agua, sin disminuir el crecimiento económico de la región es; optimizar el uso del agua aplicando técnicas agrícolas más eficientes en el uso del agua; tecnificando los cultivos que aún no cuentan con tecnología de punta para irrigar; formular un programa de capacitación agrícola; y, seleccionar los cultivos más idóneos para la región.

IX.7.6. Principales Beneficios Esperados

Figura 3. Uso del invernadero para el aumento de la productividad del cultivo haciendo un uso eficiente del agua. Tomada de Ruiz, 2008.

IX.7.8. Indicadores

1. Aumento de la relación producción agrícola (Ton/ha)/volumen de agua utilizado (m³/ha).
2. Número de hectáreas de cultivo con alto consumo de agua convertidas a hectáreas de cultivo con bajo consumo de agua. (por ejemplo: Alfalfa a tomate, frutales a flores, etc).
3. Número de auditorías de eficiencia hidroagrícolas aplicadas en la región por año.
4. Número de medidas reductoras del consumo del agua aplicadas en cultivos.
5. Número de financiamientos obtenidos para reducción en el consumo de agua agrícola.

IX.7.9. Alcances

La reducción del volumen de agua extraído por su uso eficiente y optimizado en la agricultura, hasta alcanzar el volumen disponible, impactará positivamente en las actividades económicas de los pobladores de la Colonia Vicente Guerrero permitiendo su desarrollo sostenible.

IX.7.10. Seguimiento y Control del Programa

Para el seguimiento y control del programa se requiere la participación conjunta de autoridades federales (CONAGUA, SEMARNAT), estatales (CESPE y SEFOA), instituciones privadas como la asociaciones agrícolas, académicas (UABC, INIFAP y CICESE) y sociedad civil, especialmente el COTAS. Será necesario evaluar de forma periódica los indicadores y apoyar las acciones de financiamiento necesarias para optimizar el uso del agua, convertir a cultivos más rentables y menos demandantes de agua.

IX.7.11. Costo Estimado

Es necesario llevar a cabo la primera actividad para evaluar el costo de la transformación de los cultivos, ya que no se conoce el sistema de riego y su viabilidad técnica de cambio de sistema de riego y/o cultivo.

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Elaboración de padrón de cultivos (3,077 ha)	106.70
Planeación y selección de cultivos	100.04
Auditorías de eficiencia hidroagrícola	829.50
Propuesta de acciones de optimización del uso del agua	165.90
Asistencia técnica para la implementación de la técnica	276.50
Capacitación en la tecnificación agrícola S/curso (3 cursos)	20.00
Transformación de riego rodado a goteo	995.40

Instalación de malla sombra	8,212.00
Invernadero media tecnología	43,797.60
Invernadero alta tecnología	36,498.00
total	91,001.04

Tabla 2. **Ejemplo de rendimiento de tomate bajo diversos esquemas de producción, en los que disminuye la demanda de agua del cultivo y aumenta su rendimiento. Tomada de Ruiz, 2008.**

Sistema de producción	Costo \$/m2	Rendimiento kg/m2/año
Malla sombra SQ	25-30	18 a 20
Invernadero media tecnología (EEUU)	30-100	55
invernadero de alta tecnología (Holanda)	100-200	65 a 75

IX.7.12. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la SAGARPA y sus programas de apoyo al campo.

El gobierno estatal a través de la SEFOA.

Apoyos internacionales al BID y BANCO MUNDIAL.

Iniciativa privada. Empresas que producen y/o comercializan los implementos y el equipamiento para el riego por goteo, mallas sombras, etc (NETAFIM).

IX.7.13. Unidades Responsables de la Ejecución

La delegación SAGARPA en el Estado de Baja California, la SEFOA, la CONAGUA y los COTAS. Los usuarios deben insistir a las autoridades para la ejecución de las diferentes acciones de este programa. A la vez solicitar las asesorías correspondientes tanto a instituciones públicas y privadas.

IX.7.14. Fecha de Ejecución

El programa se debe desarrollar permanentemente desde el inicio del Plan de Manejo.

IX.7.15. Indicadores de Desempeño

1. Aumento de la producción agrícola con el mismo volumen de agua.
2. Aumento de las hectáreas sembradas con el mismo volumen de agua.
3. Disminución del volumen aplicado de agua por hectárea sembrada
4. Establecimiento de cultivos económicamente factibles.
5. Mejoramiento de los ingresos económicos de los agricultores.

IX.7.16. Fuentes de Verificación

La SAGARPA y los COTAS o Asociaciones de Usuarios Agrícolas serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.7.17. Supuestos y Limitantes del Programa

Supuestos:

Se considera que los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del recurso.

Los usuarios están convencidos de que continuar extrayendo los mismos volúmenes de agua del acuífero los llevará a una sobreexplotación que no puede ser sostenida y las actividades económicas se colapsarían.

Limitantes:

Los agricultores medianos y pequeños podrían resistirse al cambio argumentando la falta de apoyos para realizarlos. Se debe buscar el fondo y los incentivos para hacer atractiva la transformación del cultivo.

Los agricultores grandes creen que están suficientemente tecnificados y sus sistemas de riego optimizados.

Se necesita establecer con precisión el volumen de agua a reducir, es decir la recarga media considerando los prolongados períodos de baja precipitación que se presentan en la cuenca.

IX.7.18. Prioridad

Estabilización.

Los principales beneficios esperados se pueden resumir en:

1. 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.
2. 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.
3. Incentivar la conversión a cultivos más rentables, principalmente entre los pequeños productores.
4. 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. Figura 1.

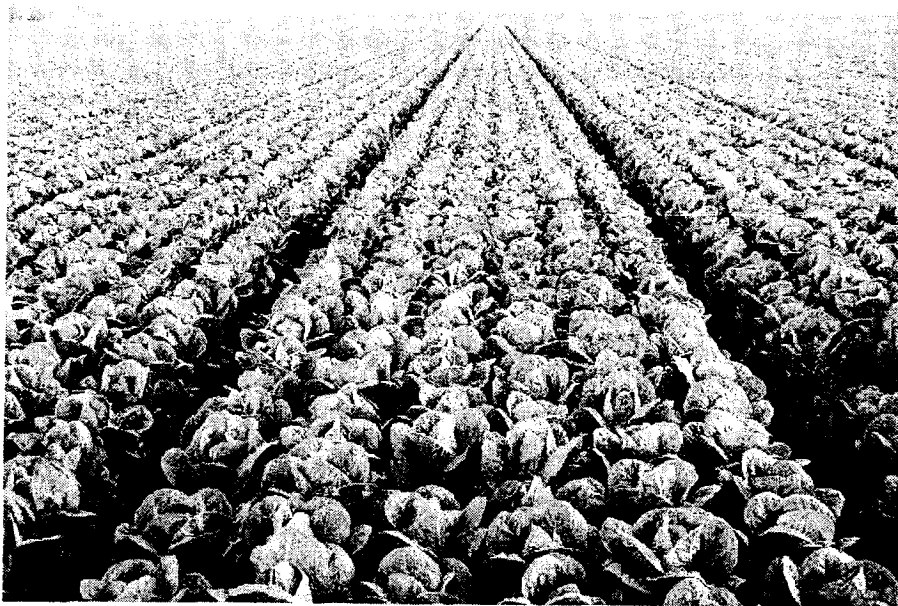


Figura 2. Cultivo con riego por goteo. Se observa el aumento de la productividad y calidad de la hortaliza. Tomada de Ruiz, 2008.

IX.7.7. Principales Acciones y Metas

Las acciones principales se relacionan a los objetivos específicos mencionados, estas acciones son:

1. Establecer junto con las organizaciones de agricultores una planeación y selección adecuada de cultivos.
2. Mantener un equilibrio en el número de ciclos de cultivos y la disponibilidad de agua.

IX.8. EXPLOTACIÓN DE AGUAS DE ORIGEN MARINO

IX.8.1. Problema

Los acuíferos se consideran sobreexplotados y la calidad del agua de los mismos se está deteriorando. Esta problemática limita a la región en su desarrollo pero también limita la disponibilidad para la agricultura. Se requiere obtener agua de otras fuentes distintas a la del acuífero. El agua de mar es una opción rentable para obtener volúmenes adicionales de agua para la agricultura. Esto evitaría el aumento de la intrusión salina por la explotación de pozos salobres para la desalación, como hasta ahora se ha realizado.

IX.8.2. Acción

Realizar el proyecto, construir y operar plantas desaladoras de agua de origen marino.

IX.8.3. Objetivo General

Contar con un volumen adicional de agua para la agricultura que permita disminuir la extracción del acuífero y mantener o aumentar la superficie sembrada con la construcción y operación de plantas desaladoras de agua de origen marino.

IX.8.4. Objetivos específicos

Desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua de mar para fundamentar la gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Desarrollar los proyectos ejecutivos de plantas desaladoras de agua de mar.

Construcción de plantas desaladoras de agua de mar.

Reducción de los volúmenes de agua extraídos del acuífero por el uso de agua de mar desalada.

IX.8.5. Justificación

La construcción y operación de plantas desaladoras coadyuvará en el abasto de la demanda durante el horizonte de planeación y los excedentes en los periodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

IX.8.6. Problemática.

El volumen de agua requerido para dar sustentabilidad a todo el sistema requiere de nuevas fuentes de suministro, tales como: el ahorro y uso eficiente del agua, la desalación de agua salobre o 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.

IX.8.7. Evaluación de la Situación Actual

Principales beneficios esperados.

Aprovechar los volúmenes desalados en el período 2010-2024 para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y aumentar su disponibilidad en beneficio de la agricultura.

Principales acciones y metas.

Acciones:

Desarrollo de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua salobre y 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 salobre y agua de mar.

Construcción de de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar.

Metas

Contar con los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental en el segundo semestre de 2008.

Gestionar recursos en el segundo semestre de 2008 para disponer de ellos en Enero de 2009 para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Contar con los proyectos ejecutivos en el primer semestre de 2009.

Construcción y puesta en operación de __ lps de desalación en Enero de 2010, 50 más adicionales en el 2011.

Principales indicadores

Porcentaje de avance en los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental

Porcentaje de avance en la gestión de recursos y en la cantidad aprobada con respecto a la estimada

Porcentaje de avance en licitación, adjudicación y construcción de las obras

Volúmenes anuales y totales desalados

Volúmenes anuales y totales destinados al acuífero por intercambio

Volúmenes anuales y totales utilizados por la agricultura por intercambio

Alcances

Esta acción depende de:

La gestión y el logro de acuerdos entre las diferentes instancias de gobierno Federal, Estatal y Municipal y los usuarios para programar y autorizar los estudios, proyectos y construcción de la obras.

La gestión de financiamiento para los estudios de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental.

La gestión de fondos públicos y privados, nacionales e internacionales para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.

Seguimiento y control de programas

CONAGUA, COTAS, SEMARNAT

Costo estimado de las acciones

Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada

Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, COTAS, CESPE

Fecha de ejecución

2008 para iniciar operación de desaladoras en el 2010.

Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS

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.

IX.9. PROGRAMA DE OPTIMIZACIÓN Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE USO PÚBLICO URBANO (EALTA)

IX.10. PRESA INVERTIDA (VICENTE GUERRERO).

IX.10.1. Problema

El agua infiltrada por precipitación en la cuenca tiene salida directa al mar. La presa invertida permitiría detener esta salida, permitiendo un almacenamiento de agua de 65 Mm^3 (Macedo, 2007). En otro estudio se menciona un volumen anual de 13 Mm^3 (Libra, 2000) Esto es, ya que no se tiene una salida subterránea al mar el agua se podría acumular hasta la parte superior de la presa. Para este tipo de obras se requiere un mejor control de los agroquímicos y descargas de agua en el sistema ya que al bloquearse la salida natural del agua subterránea provocaría una acumulación de contaminantes.

IX.10.2. Objetivo General.

Establecer una barrera impermeable que impida la infiltración del agua del mar y el incremento del agua al acuífero.

IX.10.3. Objetivos Específicos

1. Incrementar la disponibilidad del agua en el acuífero.
2. Impedir la infiltración del agua del mar.
3. Evitar la salinización del agua del acuífero.

IX.10.4. Justificación

1. La principal actividad económica de la región es la agricultura la cual se ha visto frenada por la escasez de agua.
2. Abastecer de agua al 100% de la población en la región.

IX.10.5. Problemática

1. El Agua Infiltrada Por Precipitación En La Cuenca Tiene Salida Directa Al Mar. Además Al extraer agua del acuífero se tiene un avance de la interfase salina provocando la salinización del agua del acuífero.
2. La extracción media anual actual excede la recarga media de agua subterránea. Sin embargo, en un año lluvioso (recarga de agua subterránea alta), la recarga de agua subterránea puede exceder la extracción, elevando el nivel de agua subterránea y permitiendo que cuantiosos volúmenes de escurrimiento superficial e incluso subterráneo escapen al mar sin poder ser aprovechados. De este modo, la presa subterránea retendría estos volúmenes excedentes lo que aumentaría la oferta de agua en la región.

IX.10.6. Evaluación de la Situación Actual

El sector agrícola en la región ha manifestado que sus pozos han observado una disminución considerable del nivel del agua, lo que ha provocado el abandono de sus actividades al no tener agua para cultivar. Este problema es más notorio en las zonas cercanas a la desembocadura del arroyo de Santo Domingo, en donde además se presenta en la parte acuífera intrusión salina con la consecuente salinización del acuífero.

Aunque se tiene una gran adaptación del sector agrícola las condiciones actuales con la implementación de técnicas de cultivo y de riego sofisticados, cultivo de alta rentabilidad y un

esquema de comercialización excelente que ha permitido mantener esta actividad económica como la palanca de desarrollo en la región. Sin embargo, agricultores de bajos recursos tienen que buscar otras alternativas para subsistir o buscar tierras más alejadas de la costa para desarrollar su actividad.

IX.10.7. Principales Beneficios Esperados

1. Aumentar la oferta de agua.
2. Disminuir la intrusión salina.
3. Mejorar la calidad del agua, al menos en la parte costera.
4. recuperación del nivel freático.

IX.10.8. Principales Acciones y Metas

Existe ya un estudio básico y anteproyecto de esta acción, así que se requeriría actualizar el costo real de la obra, cuantificar los beneficios de esta y buscar los mecanismos y apoyos económicos para su desarrollo.

Acciones:

1. Actualizar el anteproyecto de construcción de la presa invertida y costos de la obra.
2. Analizar los beneficios del almacenamiento.
3. Establecer políticas de explotación del agua almacenada.
4. Relocalizar los pozos que queden aguas debajo de la cortina.

Metas:

Las metas serían establecer con esta obra un esquema de explotación sustentable para los diferentes usuarios del agua en el acuífero, en base a los puntos siguientes:

1. Mantener la oferta de agua.
2. Disminuir la intrusión salina
3. Mejorar la calidad del agua alrededor de la cortina impermeable
4. Recuperación del nivel freático

IX.10.9. Indicadores

1. Disminución o estabilización de la salinidad próxima a la cortina
2. Recuperación del nivel freático
3. Mejora de la calidad del agua próxima a la cortina.
4. Aumento en la oferta de agua, tanto para la ciudad como para el sector agrícola.

IX.10.10. alcances

Esta obra permitiría en el corto plazo (1 año) que el sector agrícola satisfaga en un 100 % su demanda de agua. Se debe estudiar la evolución del sistema con la cortina impermeable ya que al cambiarse el régimen de flujo permitiría con el tiempo un llenado del acuífero. De este modo, esta acción se debe complementar con una serie de pozos de observación para su control.

IX.10.11. Seguimiento y Control del Programa

Se debe considerar un seguimiento de los cambios ocurridos por la cortina impermeable ya que se cambiará completamente el régimen de flujo, pudiéndose ocurrir acumulación de contaminantes. Así, es de vital importancia instalar pozos de observación para el control del nivel estáticos y de calidad de agua.

IX.10.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10³ pesos)
Estudios	215.00
Proyecto ejecutivo	2,150.00
Construcción	215,000.00
Total	217,365.00

Se considera un costo que varía de los 100 millones de pesos (M.N.) estimado por la empresa Grupo Libra y de 215 millones de pesos por una empresa de ingeniería consultada. Si se considera el incremento del almacenamiento de 13 Mm³/año se tiene un costo de \$7.75/m³ y \$16.5/m³ para el primer año. Pero si se considera que la capacidad total de almacenamiento de la presa en el acuífero es de 65 Mm³, el costo disminuiría considerablemente.

IX.10.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la CONAGUA sería la fuente principal de financiamiento. El gobierno estatal a través de la misma CESPE y/o del CEA. Además se pueden solicitar apoyos internacionales al BID, NAD-BANK y BANCO MUNDIAL.

IX.10.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La CONAGUA debe ser la responsable de la ejecución de la obra con el apoyo del gobierno estatal a través de la CEA.

IX.10.15. Fecha de Ejecución

Se tiene que realizar el anteproyecto y concursar la obra, posiblemente a finales del 2008 inicio del 2009 para terminar en 6 a 12 meses.

IX.10.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje del logro de las metas.

1. Mantener la oferta de agua.
2. Disminuir la intrusión salina
3. Mejorar la calidad del agua alrededor de la cortina impermeable
4. Recuperación del nivel freático

IX.10.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS serán los responsables de verificar los resultados de la obra y regular las posibles nuevas condiciones que el acuífero pueda tener.

IX.10.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Debe considerarse que aunque esta obra permite mantener un volumen considerable de agua, las extracciones de los diferentes usuarios debe controlarse ya que la fuente de agua en la región es hasta ahora el acuífero el cual tiene una capacidad de almacenamiento finita. Sin embargo, esta obra debe de acompañarse de una serie de pozos de control que permitan evaluar el volumen y calidad del agua bajo las nuevas condiciones hidrodinámicas que generaría la presa subterránea.

IX.10.19. Prioridad

Conservación

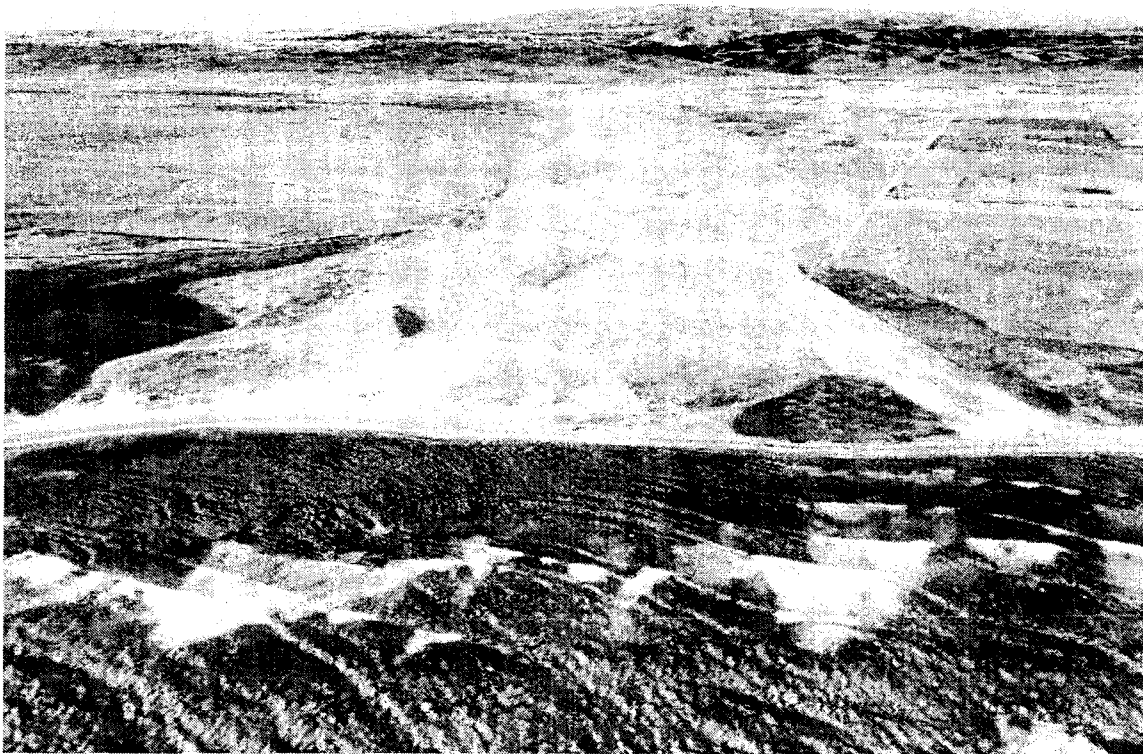


Figura 4. Ubicación de la presa invertida en la Colonia Vicente Guerrero.

IX.11. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO A LA POBLACIÓN DE VICENTE GUERRERO.

IX.11.1. Problema

El ritmo de crecimiento de redes e infraestructura hidráulica y de saneamiento en el poblado de Vicente Guerrero, perteneciente al poblado de Vicente Guerrero, es menor que el de la población por lo que existen evidentes rezagos principalmente las zonas de reciente creación.

IX.11.2. Objetivo General.

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.

IX.11.3. Objetivos Específicos

1. Establecer las condiciones de diseño del nuevo sistema de agua potable y alcantarillado de la población Vicente Guerrero, Ensenada, Baja California.
2. Definir la capacidad de carga de diseño de los nuevos sistemas de agua potable y alcantarillado.

IX.11.4. 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.

IX.11.5. Problemática

La problemática asociada a estos rubros en gran medida, se asocia a la falta de capacidad de las ciudades para acompañar el crecimiento de la demanda, relacionada al rápido crecimiento demográfico y a una rezagada dinámica económica local, que genera:

1. Déficit en la cobertura que se centra principalmente en la margen derecha del arroyo de Vicente Guerrero y su periferia en asentamientos ubicados por encima de la cota 50.
2. Escasez de fuentes de agua accesibles para asegurar la demanda futura.
3. Las condiciones físicas de algunas líneas de distribución e insuficiencia del tanque de almacenamiento.
4. Actualmente, la deficiente cobertura alcantarillado sanitario en el área de estudio, hace que los pobladores se vean obligados a emplear fosas sépticas, letrinas o descargas a cielo abierto para satisfacer sus necesidades de desalojo de aguas residuales. Es de esperarse que una parte de estas descargas alcance cuerpos de agua o cauces superficiales, creando con ello un problema potencial de salud pública.

IX.11.6. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente, la estructura urbana de Vicente Guerrero se encuentra dividida por el arroyo, por lo que la margen izquierda del arroyo cuenta con un sistema de distribución de agua potable y tanque almacenamiento, mientras que en la margen derecha se encuentra excluida de este sistema. Esta situación es promovida por la falta de un programa de desarrollo urbano de centro

población que permita la integración tanto de la estructura urbana como la de las infraestructuras de agua potable y saneamiento. En este sentido se pueden entrelazar la planeación del centro de población y la planeación del agua y el drenaje.

Esta situación plantea los siguientes obstáculos:

1. Desconocimiento de los planes y proyectos estatales y federales en materia de desarrollo económico y turístico para la región y en especial para la población de Vicente Guerrero.
2. Temen perder sus fuentes de ingreso al migrar de una actividad productiva primaria como lo es la agricultura a las actividades del turismo.
3. Temen a la fiscalización debido a la regularización de sus terrenos, y los pagos por cambio de uso.

IX.11.7. Principales Beneficios Esperados

- a. Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la oferta de los volúmenes de agua residual tratada.
- b. Disposición de procedimientos transparentes y efectivos para la transferencia de volúmenes de agua residual tratada de agua hacia el acuífero contribuyendo a su manejo sustentable y al desarrollo social y económico de la región.
- c. Mejorar las condiciones de salubridad de la población, evitando las descargas superficiales de agua residuales domésticas y urbanas.
- d. 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.

IX.11.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

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

Metas:

- a. Mejorar e incrementar la infraestructura hidráulica que favorezca el crecimiento de la productividad en aquellas áreas donde sea factible un desarrollo turístico-comercial y agrícola.
 - b. Ampliación en el control de mantenimiento y rehabilitación de los pozos en los acuíferos explotables de la región, especialmente los destinados al proceso de potabilización del agua.
-

- c. Reglamentar la construcción y utilización de plantas de tratamiento de aguas negras en desarrollos turísticos y centros urbanos.
- d. Generar un programa de incentivos para los nuevos desarrollos que apliquen tecnologías de ahorro y aprovechamiento de aguas residuales.
- e. Mejoramiento en la cantidad y calidad de agua potable y alcantarillado, considerando la negociación de financiamientos a través de créditos, inversión privada o subsidios.

IX.11.9. Indicadores

- 1. Porcentaje de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.
- 2. Porcentaje de viviendas que disponen de agua potable y drenaje.

IX.11.10. Alcances

Límites de la acción, Geográficos, temporales y de recursos

- 1. El sistema de agua potable y alcantarillado deberá ser diseñado para cubrir las necesidades de la actual mancha urbana de la población de Vicente Guerrero, y proyectarse en el mediano plazo hasta su fundo legal.
- 2. El sistema contará con una capacidad de 1,344,203 m³/año.

IX.11.11. Seguimiento y Control del Programa

CESPE, Comisaría Ejidal, y grupos involucrados.

IX.11.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de factibilidad	1,556.00
Proyecto ejecutivo	7,781.00
Construcción de sistema de alcantarillado sanitario	57,616.00
Construcción Sistema de distribución de agua potable	98,000.00
Total	164,953.00

IX.11.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

SEDESOL, SEDECO, NAD BANK, e Inversión privada.

IX.11.14. Unidades Responsables de la Ejecución

CESPE, CONAGUA y Usuarios.

IX.11.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el segundo semestre del año 2008 y es permanente.

IX.11.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje de población con servicios de agua potable.

Porcentaje de población con servicios alcantarillado sanitario.

Porcentaje de facturación cobrada por servicios de alcantarilla de agua potable.

IX.11.17. Fuentes de Verificación

CESPE.

IX.11.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Aprobación del Programa de Desarrollo Urbano del poblado de Vicente Guerrero, Ensenada, Baja California.
2. Actualización y rediseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado existentes.
3. Puesta al día, del sistema de recaudación y monitoreo.
4. La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales.

IX.11.19. Prioridad

Estabilización

IX.12. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES E INFRAESTRUCTURA

IX.12.1. Problema

Actualmente se vierten las aguas sin tratar de 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), por carecer de la infraestructura para recolectarlas y tratarlas.

Esta situación además de los problemas de salud inherentes para los mismos habitantes de la zona, contaminan el acuífero afectando la calidad de los productos agrícolas y su imagen en el mercado nacional e internacional.

IX.12.2. Acción

Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores incluyendo todos los elementos para su funcionamiento en la región que impacta a los acuíferos de Vicente Guerrero y San Simón.

IX.12.3. Objetivo General

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 la contaminación del acuífero y sus consecuencias.

IX.12.4. Objetivos específicos

Desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de la Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores para fundamentar la gestión de recursos financieros para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.

Desarrollar los proyectos ejecutivos para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores.

Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores.

IX.12.5. Justificación

La contaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales se ha constituido en una preocupación de primer orden en virtud de su incidencia sobre la calidad de vida de la población y el desarrollo de las actividades económicas que requieren del uso del agua de tales cuerpos. Esta preocupación ha dado lugar al surgimiento de un esquema jurídico-administrativo para la regulación de este problema, el que, a su vez, ha estimulado el crecimiento de las inversiones en proyectos de saneamiento ambiental.

Vicente Guerrero, San Simón y los centros de población vecinos atendidos por CESPE utilizando como fuentes acuíferos de Vicente Guerrero, San Simón y San Quintín están en continuo crecimiento.

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.

La construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores permitirá mejorar la calidad de vida de sus habitantes y cumplir con la normatividad ambiental para contribuir a la sustentabilidad de los acuíferos.

IX.12.6. Problemática.

Actualmente se vierten las aguas sin tratar de los centros de población en los arroyos y en el subsuelo por que se carece de la infraestructura para recolectarlas y tratarlas.

Esta situación además de los problemas de salud inherentes para los mismos habitantes de la zona, contaminan el acuífero y ponen en riesgo la producción agrícolas y sus mercados.

Con el crecimiento de la población asentada sobre los acuíferos, la sobreexplotación de los mismos tanto para uso agrícola como para el uso público urbano, las descargas de aguas residuales no tratadas y no controladas contaminan los acuíferos reduciendo su disponibilidad e impactando la salud de los usuarios incrementando los costos por atención médica y disminuyendo la productividad por ausentismo en las actividades productivas.

IX.12.7. Evaluación de la Situación Actual

De acuerdo a la información existente la población estimada al 2007 en la zona bajo estudio es del orden de 46,000 habitantes que equivalen a 12.000 usuarios del sector doméstico con un consumo de 2.8 Mm³/año (88 lps) con una recuperación del 75% se tienen 2.0 Mm³/año. Para el 2030 se estima que la población será del orden de 72.000 habitantes con un consumo de 4.3 Mm³/año (136 lps) con una recuperación de aguas a tratar del orden de 3.2 Mm³/año.

IX.12.8. 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.

IX.12.9. Principales acciones y metas.

Acciones:

Realizar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de la Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores.

Gestionar los recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

Desarrollar los proyectos ejecutivos para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores.

Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores.

Metas:

Contar con los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental en el primer semestre de 2008.

Obtener los recursos financieros para proyectos ejecutivos y la construcción de las obras en el segundo semestre de 2008.

Terminar los proyectos ejecutivos para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores en el primer semestre de 2009.

Terminar la Construcción de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores para iniciar operaciones en el 2010.

IX.12.10. Principales indicadores

Porcentaje de población atendida con el servicio de recolección de aguas residuales.

Porcentaje de agua residual recuperada, m³/año y totalizados.

Porcentaje de agua residual recuperada tratada, m³/año y totalizados.

Porcentaje de agua residual descargada dentro de norma, m³/año y totalizados.

IX.12.11. Alcances

Esta acción depende de:

La gestión y el logro de acuerdos entre las diferentes instancias de gobierno Federal, Estatal y Municipal y los usuarios para programar y autorizar los estudios, proyectos y construcción de la obra.

La gestión de financiamiento para los estudios de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental.

La gestión de fondos públicos y privados, nacionales e internacionales para el proyecto ejecutivo y la construcción de la obra.

IX.12.12. Seguimiento y control de programas

CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT.

IX.12.13. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10³ pesos)
Red completa	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	200.00
Proyecto Ejecutivo	2,000.00
Construcción de la red	90,000.00
total	92,200.00
Porcentaje del costo de la Red para Col. V. Guerrero (37%)	
Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental	73.80
Proyecto Ejecutivo	738.00
Construcción de la red	33,209.85

total	34,021.65
--------------	------------------

Estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental \$200,000.00.

Proyectos ejecutivos para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores \$2,000,000.00.

Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores. \$90,000,000.00.

IX.12.14. Posibles fuentes de financiamiento

ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada.

IX.12.15. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, CESPE.

IX.12.16. Fecha de ejecución

2008 para iniciar operaciones en el 2010.

IX.12.17. Indicadores de desempeño.

Porcentaje del logro de las metas.

IX.12.18. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS.

IX.12.19. Supuestos y limitantes del programa

La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales.

IX.13. CONSTRUCCIÓN DE BORDOS DE RECARGA

IX.13.1. Problema

Falta de obras de infraestructura para retener el agua del Arroyo de Santo Domingo para aumentar la disponibilidad. En una tormenta típica se estiman flujos de hasta 100 m³/s (Agricultores de la zona, com., pers.). En los años 2004-2005, el Arroyo Santo Domingo vertió al mar más de 100 millones de m³ (Macedo, 2007).

IX.13.2. Objetivo General.

Aumentar el tiempo de permanencia del agua superficial para permitir de este modo su infiltración hacia el acuífero mediante la construcción de bordos de recarga o presas de infiltración.

IX.13.3. Objetivos Específicos.

Propiciar la infiltración del agua de lluvia

Aumentar la recarga del agua superficial al acuífero

Propiciar la recarga del acuífero en zonas ideales

IX.13.4. 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.

IX.13.5. Problemática

La falta de obras civiles ha sido uno de los problemas principales para aumentar la disponibilidad de agua en la región.

Debido a que la actividad principal en la región es la agricultura, un aumento en las superficies sembradas significaría un aumento en la demanda de agua del sector. Aunque el sector agrícola en la región ha tecnificado sus sistemas de cultivo y de riego la falta de una fuente adicional de agua ha limitado su crecimiento. Es de resaltar que aunque se logre aumentar la oferta de agua es necesario mantener un equilibrio respecto a esta oferta total de agua.

Los bordos de recarga tienen como objetivo aumentar el tiempo de permanencia del agua superficial para permitir de este modo su infiltración hacia el acuífero. A diferencia de una presa esta no tendrá el objetivo de almacenar agua para su uso como agua superficial, así que se tendrán que desarrollar los mecanismos legales para otro uso que no sea el de recargar el acuífero.

Un bordo de recarga (presa subterránea) se puede definir como un sistema para almacenar agua por la instalación de una pared que retiene el flujo del agua superficial a través de un canal de aguas subterráneas (Overseas Environmental Cooperation Center, 2004)

Para la construcción de los bordos de recarga (presas de infiltración) se deberá de realizar un estudio previo del sitio elegido para corroborar la eficiencia del sistema de recarga. Cabe resaltar que la eficiencia de la acción dependerá del tipo de obra que se construya por lo que se sugiere

no optar por simples bordos de retención que corren el riesgo de ser derribados en temporadas de lluvias abundantes. Las presas de infiltración en la Cuenca del Arroyo Santo Domingo manejan el concepto de microcuencas y de acuerdo a la posición geográfica de la cuenca se dividen en tres tipos: Micropresas de infiltración, Vasos de infiltración y Presas de infiltración. Las primeras tienen una amplia gama de materiales de construcción y métodos de control, las segundas son reservorios construidos en las zonas permeables de la cuenca y las últimas son presas derivadoras colocadas en sitios permeables de la cuenca. Los pozos de absorción no se contemplan debido a las altas tasas de producción de sedimentos de las cuencas hídricas de la región.

A continuación se enlistan los costos por tipo de bordo de recarga o presas de infiltración:

	Costo (\$)	Volumen (m ³)	\$/m ³
Micropresas de infiltración	\$425,000.00	2,500	\$170.00
Vaso de infiltración	\$850,000.00	12,500	\$68.00
Presa de infiltración	\$9,000,000.00	1,600,000	\$5.63

IX.13.6. Evaluación de la situación actual

En la actualidad, en la temporada de lluvia cuando el suelo se satura y se suceden precipitaciones considerables, el agua sale al mar al recorrer rápidamente el cauce principal y los cauces secundarios debido a la pendiente tan grande que tiene el Arroyo de Santo Domingo. Debido a que no existen estructuras que detengan, o disminuyan la velocidad de tránsito del agua, el tiempo de residencia del agua en el Arroyo es bajo lo que no permite la infiltración y recarga del acuífero. Esto se propicia también en que las lluvias se suceden copiosamente en un lapso de tiempo muy corto de allí la necesidad de obras hidráulicas que retengan esta agua y permitan su posterior recarga al acuífero.

La construcción de bordos de recarga ha sido uno de las acciones que se han venido proponiendo como una de las alternativas de solución para aumentar la oferta de agua. Sin embargo, estas acciones solo se han desarrollado como esfuerzos personales por parte de usuarios agrícolas, aunque sin algún sustento técnico para hacer más eficiente estas obras. En la figura 2 se puede apreciar una de estas obras realizadas por los mismos residentes de la región.

IX.13.7. Principales beneficios esperados

Con la construcción de los bordos de recarga se pretende aumentar la disponibilidad de la oferta de agua como se muestra en la tabla 1.

IX.13.8. Principales acciones y metas

Acciones:

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

Metas:

1. Localizar al menos 15 sitios en los cuales sea posible tener una micropresa de almacenamiento y una sección de arroyo en la que pueda construirse un represo, a bajo costo.

2. Localizar al menos 13 sitios en los cuales sea posible tener un vaso de almacenamiento y una sección de arroyo en la que pueda construirse un represo, a bajo costo.
3. Cuantificar el volumen infiltrado mediante la observación de la evolución del nivel en la micropresa o vaso de almacenamiento y la evaporación del agua.
4. Estimar la posible degradación de la calidad del agua por evaporación.

IX.13.9. Indicadores

Aumento de la recarga horizontal subterránea en piezómetros de control.

IX.13.10. Alcances

El sector agrícola es el que demanda el mayor volumen de agua, sin embargo, no se conoce con exactitud este valor ya que se tienen diferentes valores de acuerdo a las fuentes. Si se considera un promedio de las diferentes fuentes la demanda sería aproximadamente 20 millones de m³. Así para cubrir esta demanda con estas obras se requerirían aproximadamente 12 presas de infiltración. Cabe resaltar que no se está considerando la tasa de infiltración para estas obras por lo que seguramente el número de obras sería menor. Por ejemplo una presa de infiltración, considerando el promedio anterior, cubriría aproximadamente un 8 % de la demanda del sector agrícola.

IX.13.11. Seguimiento y Control del Programa

El indicador principal de la acción sería la medición del aumento de la recarga horizontal subterránea en piezómetros de medición. .

IX.13.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Volumen de agua retenida e infiltrada al acuífero (195,000 m ³ /año)	
Estudio de viabilidad técnica, de impacto ambiental y financiero	170.00
Proyecto ejecutivo	854.00
Construcción de las obras (15 micropresas)	6,375.00
Construcción de las obras (13 vasos de infiltración)	10,710.00
Total	18,109.00

Los costos estimados de las acciones se resumen en la tabla. Se requiere un estudio técnico para la ubicación de las obras y el número de ellas. En la figura 1 se da la zona propuesta para la ubicación de las obras.

IX.13.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

La fuente de financiamiento sería fondos públicos tanto federales como estatales (SEFOA, CONAGUA, FIRCO). En las diferentes reuniones realizadas para el desarrollo de este plan los

usuarios consideraron la posibilidad de participar en esta acción, principalmente en especie (uso de maquinaria, trabajadores, etc.) y también económicamente.

IX.13.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La unidad responsable de la ejecución sería una empresa particular que bajo concurso propuesto por la CONAGUA pudiera dar la información técnica de la ubicación y tipo de obra para cada ubicación. De este modo, se requiere un estudio de factibilidad para cada obra de acuerdo los objetivos mencionados.

IX.13.15. Fecha de Ejecución

La ejecución de las obras se realizaran en el corto y mediano plazo, esto es en un periodo de 1 a 5 años.

IX.13.16. Indicadores de Desempeño

Volumen recuperado a favor del acuífero

Número de usuarios beneficiados o hectáreas sembradas

Aumento del nivel freático

Disminución de la salinidad en el acuífero

IX.13.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS o Asociaciones de Usuarios Agrícolas serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.13.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Aspectos ambientales

Las micropresas y vasos de infiltración son obras de pequeña escala en las que no se espera una afectación importante de la flora y fauna en las áreas en que se desarrollaran estas obras. Para las presas de infiltración se requerirían un estudio de impacto ambiental ya que se tendría una mayor zona de inundación con la consecuente afectación del área inundable. Esta presas al manejarse como presas derivadoras solo mantendrían los volúmenes señalados por un tiempo corto no mayor a la siguiente temporada de lluvia o antes, lo que dependerá también de la capacidad de infiltración del sitio donde se ubique.

Aspectos técnicos.

Dada las condiciones fisiográficas de la región, esto es, subcuencas pequeñas con encañonamientos y un cauce del arroyo bien marcado, se preveé una buena factibilidad técnica para realizar este tipo de obras. Una condicionante sería solo que las áreas seleccionadas en realidad permitan la recarga del acuífero.

Sin embargo, ya que la obtención de información de los sitios detectados como ideales es por reconocimientos aéreos, terrestres o de gabinete, se deben realizar los siguientes estudios preliminares:

a) Visitas de inspección: Reconocimiento del lugar del proyecto que consiste en inspección ocular del sitio con personal de experiencia y práctica. Además se recopilan datos para obtener una idea global del proyecto

- b) Estudios socioeconómicos: Con el objeto de aprovechar al máximo es importante elegir el tipo de obra para recuperar la inversión, además lo referente a la operación y mantenimiento de la obra.
- c) Estudios técnicos: Los estudios técnicos preliminares contemplan los Topográficos, Geológicos, Hidrológicos, Agrológicos, mecánica de suelos y legales principalmente la tenencia de la tierra.
- d) Anteproyecto: Realizar varios anteproyectos para elegir de acuerdo a las ventajas y desventajas el más adecuado para el sitio en estudio en relaciones a la eficiencia, costo, detalles constructivos, tenencia de la tierra, etc.
- e) Conclusiones: Se puntualizan las conveniencias de cada anteproyecto, al finalizar este trabajo se consigue la factibilidad económica y constructiva del sitio de interés para la cual se deben de realizar los siguientes:

Una vez seleccionado los sitios se tienen que realizar los siguientes estudios definitivos:

- a) Topográficos: Localización del sitio de derivación, Cuenca hidrográfica de captación, planos topográficos del sitio de derivación y datos relativos a la zona de riesgo.
- b) Hidrológicos: Régimen de la corriente, avenida máxima de proyecto, curva tirantes gastos de la corriente, capacidad de la obra de toma, azolves, acarreo, poder destructivo de las crecientes y remanso.
- c) Geológicos: Cortes geológicos, Descripción de los materiales del sitio seleccionado en cauce y ladera, espesor de los estratos y estimación de la capacidad de carga de los estratos, granulometría y coeficiente adecuado de filtración.
- d) Agrológicos: Clasificación agrícola del terreno, planos del suelo, superficie de riego factible a beneficiar, tipos de cultivos recomendables, tipo y características del riego recomendable, calidad del agua, coeficiente de riego, avalúo de los terrenos agrícolas, notificación recomendada, drenaje necesario, fertilización adecuada, cultivos recomendados, fertilidad del suelo.
- e) Mecánica de Suelos: La magnitud física de la obra determinará la amplitud magnitud y exactitud del estudio. Se deberá estimar la granulometría, capacidad de carga, estabilidad de taludes, ángulo de reposo y fricción interna, sobre todo la permeabilidad de la cimentación.
- f) Construcción: Es necesario realizar una memoria descriptiva que incluya: Existencia de materiales locales y regionales que contenga volúmenes y calidad, épocas del año recomendables para trabajar, manos de obra especializada, análisis de salarios, caminos de acceso existentes y necesarios, maquinaria y equipo, transportes, etc.
- g) Ambientales: Se debe realizar un manifiesto de impacto y beneficios ambientales.
- h) Legales: Es importante tomar en cuenta la tenencia de la tierra y los accesos a los sitios en etapa de construcción, operación y mantenimiento.

Aspectos económicos.

El periodo de recuperación debe considerarse para un tiempo largo de 10 a 20 años. Si se dan las condiciones para poder retener el volumen máximo que se muestra en la tabla 1 para cada obra por año, obviamente la recuperación económica variaría de acuerdo a la obra con un tiempo

máximo de recuperación de 15 años (con un costo del agua de \$11.33/m³). Cabe resaltar que no se está considerando para esta acción mantenimiento lo que de requerirse aumentaría el tiempo de recuperación. Este mantenimiento estaría relacionado a posibles desazolves por la colmatación de material fino que reduciría la capacidad de infiltración de las obras.

Aspectos institucionales

Como se señaló anteriormente y ya que a diferencia de una presa esta no tendrá el objetivo de almacenar agua para su uso como agua superficial, se tendrán que desarrollar los mecanismos legales para que el uso del agua retenida en la obra no sea otro que el de recargar el acuífero. Así se tendría que regular o revisar las concesiones de aguas superficiales de los predios de particulares que afecten estas obras y evitar posteriores malos entendidos o problemas legales.

Aspectos sociales

El beneficiario directo sería los agricultores e indirectamente se beneficiaría la población al aumentar la generación de empleos a la vez que una mejor calidad de vida por el aumento en la oferta de agua. Aunque este beneficio estaría relacionado a otras acciones que se tienen que realizar en la región (por ejemplo el aumento en la cobertura de agua potable). Mantener y aumentar la principal actividad económica de la región que es la agricultura ayudaría a mantener un equilibrio social. Esto acompañado de una educación de calidad para todos, sueldos mejor remunerados y ampliar la oferta de trabajo hacia proyectos no agropecuarios (microindustria, turismo alternativo, servicios ambientales, entre otros) ayudaría a una mejor calidad de vida en la región.

IX.13.19. Prioridad

Conservación

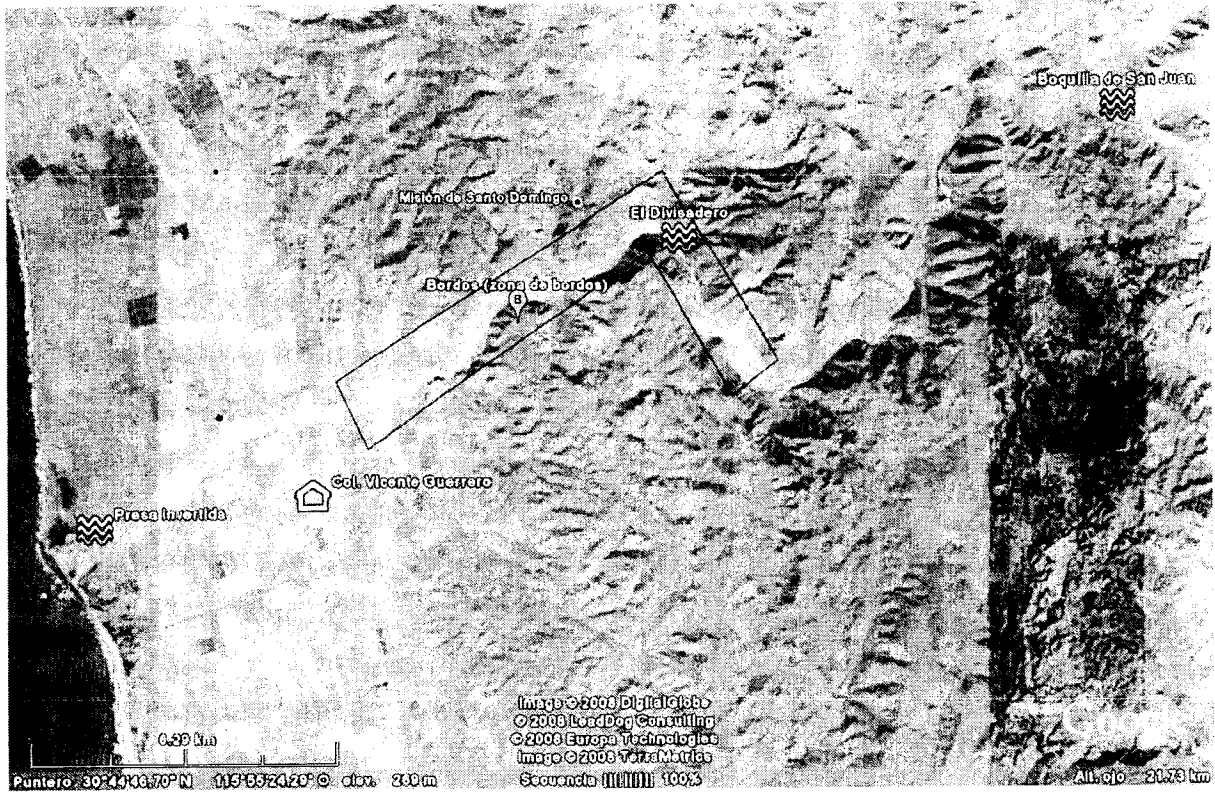


Figura 5. Zona propuesta para la ubicación de los bordos o presas de infiltración



Figura 6. Ejemplo de bordos hechos por agricultores

IX.14. CONTROLAR LA LOCALIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN Y DESCARGAS DE LAS PLANTAS DESALADORAS

IX.14.1. Problema

La productividad de algunos cultivos permite el uso de agua producto de procesos de desalación aún cuando su costo puede ser de 5 a 10 veces más alto que el agua extraída de los acuíferos.

En temporadas de lluvias los agricultores prefieren usar agua directamente del acuífero, cuando se incrementa la salinidad operan plantas desaladoras y la extracción es de agua salobre del acuífero no agua marina, aún cuando existen algunas operaciones de prueba en la interfase.

Se reportan 35 plantas, 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.

En los casos en que se obtuvo un permiso para operar una planta desaladora fue obligatorio hacer una notificación a la CONAGUA en la que se indican cuales pozos y que caudales serán utilizados en el proceso de desalación. Que volumen se desalará y en donde se llevará a cabo dicha descarga. Existe la legislación en la que se regulan la actividad sin embargo, no se pudieron obtener dichos registros. Es preciso señalar que la desalación cuenta con un subsidio en el consumo de energía eléctrica por lo que se debe contar con un padrón de plantas muy preciso ya que el ahorro que significa este subsidio es muy importante.

Una planta desaladora de agua salobre de 5000 ppm a un 80% de recuperación descargará agua a 20,000 ppm y con agua de mar al 50% de recuperación el rechazo será de 68,000 ppm, su disposición sobre el acuífero, en la interface salina y aún en la costa tiene impactos severos si no es correctamente realizada.

IX.14.2. Objetivo General

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.

IX.14.3. Objetivos específicos

- Proteger las zonas del acuífero con calidades de agua aceptables para el consumo humano y para los diferentes cultivos (de acuerdo a sus tolerancias a la salinidad) de la contaminación por salmueras de rechazo de plantas.
 - Utilizar los datos de las acciones de monitoreo de calidades de agua para zonificar los acuíferos y las áreas costeras definiendo y regulando las zonas donde se puede extraer agua salobre para plantas desaladoras y las zonas y condiciones donde se puede disponer las salmueras de rechazo.
-

- Establecer los términos en base a estudios de evaluación social, económica y ambiental de las plantas actuales y proyectos futuros, para permitir su operación o reubicación según el caso.

IX.14.4. Justificación

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.

IX.14.5. Problemática

Existe un conocimiento general de usuarios y de gobierno de la existencia de las plantas desaladoras así como de los proveedores de tecnología, equipos y servicios que no están siendo regulados y supervisados acorde con la normatividad ambiental, no existe un registro de la ubicación de las plantas y de sus condiciones de operación ni de las descargas de salmueras de rechazo.

No existen mapas confiables actualizados con curvas de salinidad que permitan definir la ubicación correcta de los pozos salobres que abastezcan las plantas desaladoras y sus descargas para evitar daños ambientales, ni estudios que valoren la relación costo beneficio de la operación de estas plantas.

IX.14.6. Evaluación de la Situación Actual

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.

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.

IX.14.7. 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 para incrementar la disponibilidad del agua en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

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.

IX.14.8. Principales acciones y metas.

Utilizar la información del monitoreo continuo de salinidad para 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 ubicando las plantas desaladoras actuales y realizar evaluaciones de impacto ambiental periódicas para su permanencia o en su caso reubicación.

Instrumentar cada una de las plantas actuales que se autorice su ubicación o si es el caso en su reubicación 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.

Metas

Contar con una zonificación preliminar para localización de plantas desaladoras en un plazo de 6 meses la cual se actualizara con la información de las acciones de monitoreo.

Contar en 6 meses con un censo de plantas desaladoras que además de su ubicación incluya los expedientes técnicos y sus registros de operación para crear el padrón de plantas desaladoras y de proveedores de servicios.

Realizar las evaluaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de las plantas actuales en un plazo no mayor de un año para dictaminar sobre su permanencia, ubicación o en su caso reubicación.

Instrumentar cada una de las plantas autorizadas con medidores de extracción, producción y descargas tanto en volúmenes como en calidades y establecer procedimientos de registro y supervisión en un plazo no mayor de 2 años.

Revisar, adaptar y actualizar la normatividad vigente para reglamentar los permisos de operación de plantas desaladoras, certificación y licencias de proveedores de servicio en un plazo no mayor a un año.

IX.14.9. Indicadores

Porcentaje de plantas censadas

Porcentaje de área de acuíferos y costeros zonificados

Volúmenes de agua extraída del acuífero disminuidos por la reubicación y cancelación de operación de plantas desaladoras.

Volúmenes de agua de rechazo que dejan de ser descargados en zonas no permitidas.

Volúmenes de agua desalada producidos en condiciones reguladas.

Relaciones costo beneficio del programa de regularización de plantas desaladoras.

IX.14.10. Alcances

Esta acción depende de:

Los resultados de las acciones de monitoreo de calidad de agua del acuífero.

El compromiso de usuarios y gobierno para regularizar la ubicación y operación de las plantas desaladoras.

Las acciones de evaluación e instrumentación de las plantas desaladoras requieren de un financiamiento compartido entre gobierno y usuarios.

IX.14.11. Seguimiento y control de programa

CONAGUA, SEMARNAT, COTAS, CESPE

IX.14.12. Costo estimado de las acciones

Actividad	Costo (10³ pesos)
Proceso de zonificación, censo y evaluación	\$934
Reglamentación	\$78
Instrumentación	\$467
Operación y Mantenimiento	\$311
Total	\$1,790

IX.14.13. Posibles fuentes de financiamiento

SEMARNAT, ONUDI, NADBANK, Gobierno e inversión privada

IX.14.14. Unidades responsables de ejecución

CONAGUA, SEMARNAT, COTAS

IX.14.15. Fecha de ejecución

2008 inicio y permanente

IX.14.16. Indicadores de desempeño

Porcentaje del logro de las metas

IX.14.17. Fuentes de verificación

Estadísticas de CONAGUA, CESPE y COTAS

IX.14.18. 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.

IX.15. ESTUDIOS EXPLORATORIOS PARA PROBAR LA EXISTENCIA DE UN ACUIFERO CONFINADO

IX.15.1. Problema

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero ha sido diagnosticado como sobreexplotado, con un déficit en sus recursos hidráulicos de casi 2 Mm³. La escasa disponibilidad de agua en el acuífero anima a los usuarios a buscar y echar mano de fuentes menos accesibles tales como los acuíferos confinados profundos.

IX.15.2. Objetivo

Probar la existencia de un acuífero confinado y profundo que venga a aumentar la disponibilidad de agua subterránea de buena calidad.

IX.15.3. Objetivos Particulares

1. Contratar estudios geofísicos que permitan determinar de manera no invasiva la presencia de un acuífero confinado a más de 200 m de profundidad.
2. Una vez identificada una anomalía geofísica que pueda interpretarse como un horizonte saturado, proceder a escoger el sitio para una perforación profunda.
3. Perforar un pozo a la profundidad indicada por los estudios geofísicos para comprobar la presencia de horizontes saturados.
4. Una vez comprobada la presencia de uno o varios horizontes saturados, correr registros geofísicos de pozos que permitan conocer las propiedades del acuífero.
5. Una vez estimadas las propiedades del acuífero, proceder al cálculo de volúmenes y rendimiento específico.

IX.15.4. Justificación

1. Existe la necesidad de aumentar la disponibilidad de agua, tanto subterránea como superficial, para sostener el ritmo de la actividad agrícola.
2. Existe el interés de buscar fuentes de agua profunda y acuíferos confinados ya que estos se consideran una opción deseable para la obtención de recursos hidráulicos adicionales.
3. Algunos usuarios tiene la voluntad de contratar estudios exploratorios que permitan comprobar la existencia de fuentes profundas de agua subterránea.
4. El organismo regulador del agua subterránea está dispuesto a apoyar a los usuarios en sus intereses exploratorios.

IX.15.5. Problemática

Durante décadas se ha explotado el agua del acuífero de Colonia Vicente Guerrero sin un control cuidadoso de las condiciones de equilibrio y sanidad del acuífero. La sobrestimación de los recursos hidráulicos, un sistema de extracción que frecuentemente excede a la recarga y la falta de herramientas de evaluación y control han llevado al acuífero a un estado de seria sobreexplotación y potencial intrusión marina. No hay recursos hidráulicos disponibles para

aumentar las concesiones. Mientras tanto, el ritmo de la actividad agrícola exige la búsqueda de fuentes alternas de agua que permitan mantener el desarrollo económico y social de la región.

IX.15.6. Evaluación de la Situación Actual

Tanto los usuarios de Colonia Vicente Guerrero como el organismo regulador del agua (CONAGUA) están encaminando sus esfuerzos hacia la recuperación y estabilización del acuífero. Sin embargo, los compromisos comerciales previamente adquiridos y la dinámica de desarrollo de la región exigen buscar y encontrar fuentes alternas de agua tanto superficial como subterránea lo más rápido posible.

Se han contemplado varias opciones para aumentar el volumen de agua disponible. De hecho, el agua salobre de la región costera está siendo aprovechada a través de plantas desaladoras, sin embargo, esta tecnología aumenta la disponibilidad de agua para riego a un alto costo económico y ambiental. Sin embargo, la mayoría de las alternativas arrojaría resultados a mediano y largo plazos.

Por otro lado, la perforación de pozos de producción profundos ha llevado a encontrar volúmenes importantes de agua en zonas de roca fracturada, más allá de los niveles de los depósitos aluviales que constituyen al acuífero libre. Este hecho se ha interpretado como el resultado de la presencia de un acuífero confinado profundo, por lo que se ha despertado el interés de contratar estudios exploratorios que lo confirmen.

IX.15.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contar con información fidedigna sobre la posibilidad de existencia de un acuífero confinado que pudiera aumentar la disponibilidad de agua.
2. Contribuir con el conocimiento de las características geológicas, geohidrológica e hidráulicas de la zona acuífera.
3. Disponer de más herramientas para determinar los volúmenes y las tendencias en la evolución del acuífero.

IX.15.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Utilizar la información geofísica para establecer la presencia y profundidad de un acuífero confinado.
2. Emplear la interpretación de los datos para seleccionar el sitio y contratar la perforación de un pozo exploratorio profundo.
3. Analizar los materiales extraídos mediante la perforación para corroborar la presencia de un acuífero confinado.
4. Interpretar los resultados de los registros geofísicos de pozos para estimar las propiedades del acuífero confinado y determinar los volúmenes y el rendimiento potencial.

Metas

- Determinar la presencia de un acuífero confinado profundo.
-

- Contribuir con el aumento en la disponibilidad de agua subterránea del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

IX.15.9. Indicadores

- Porcentaje de avance en el estudio geofísico y análisis de datos.
- Porcentaje de avance en la perforación de un pozo exploratorio profundo y en la recolección y análisis de los materiales extraídos.
- Porcentaje de avance en los estudios de registro geofísico de pozos.
- Porcentaje de avance en la determinación de volúmenes y rendimiento específico.

IX.15.10. Alcances

Geográficos: El área de acción de esta propuesta corresponde a los límites del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

Temporales: Se trata de una propuesta realizable a corto plazo (meses)

Económicos: La comprobación de la presencia de un acuífero confinado no tienen por si misma alcances económicos. Sin embargo, es deseable que los gastos en estudios exploratorios sean equiparables al aumento en la disponibilidad. Un acuífero confinado con una extensión similar a la del acuífero libre, de 5 m de espesor y con un coeficiente de almacenamiento del 10% producirían aproximadamente 35Mm³. El rendimiento específico de este tipo de acuíferos suele ser muy bajo.

IX.15.11. Seguimiento y Control del Programa

El seguimiento y control de los estudios exploratorios deberán ser asignados en acuerdo entre los usuarios y el organismo regulador del agua subterránea. Se deberá contar con la asesoría de expertos capaces de evaluar los resultados de la exploración.

IX.15.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10³ pesos)
Estudios Geofísicos	850.00
Perforación, supervisión, análisis e implementación de un pozo exploratorio profundo	1,230.00
Total	2,080.00

IX.15.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, CESPE, SEMARNAT, COTAS e inversión privada.

IX.15.14. Unidades Responsables de la Ejecución

CONAGUA, Usuarios COTAS y UABC

IX.15.15. Fecha de Ejecución

A partir de marzo de 2008.

IX.15.16. Indicadores de Desempeño

IX.16. LAGUNA SARAHEMBLA.

IX.16.1. Problema

El agua que escurre por el Arroyo de Santo Domingo se pierde en el mar.

El agua que recibirá esta laguna será la que discurre por el Arroyo de Santo Domingo y que ya no es capaz de infiltrarse ni utilizarse.

La desviación hacia la laguna se ubicaría a menos de 2 km de la desembocadura del mar.

IX.16.2. Objetivo General

Aumentar la disponibilidad de agua en el acuífero mediante el almacenamiento superficial temporal en la Laguna Sarahembla.

Problemática

Debido a que el agua que escurre por el Arroyo de Santo Domingo se pierde en el mar, la desviación de esta agua hacia la Laguna de Sarahembla es una opción para aumentar la disponibilidad de agua con el almacenamiento en esta laguna costera natural. El volumen aproximado de agua que podría captar esta laguna es de 8 Mm³ (considerando un área de 8 km² y una profundidad de 1 a 2 m) aunque debe considerarse la alta evaporación de alrededor de 1 m anual lo que reduciría considerablemente el volumen disponible, aunado a que el agua sería salobre dada las condiciones naturales de la laguna.

De este modo, se requeriría realizar un bordo para dirigir el agua del Arroyo de Santo Domingo hacia esta Laguna, y reducir el desnivel del mencionado arroyo con la laguna con un canal de aproximadamente 2 km para que el agua fluya por gravedad hacia la Laguna.

Sería necesario desarrollar los mecanismos legales para el posible uso del agua almacenada en esta Laguna. En la figura 1 se marca la zona probable para realizar el bordo y el canal de desviación hacia la Laguna Sarahembla. Esta obra se realizarían en el corto plazo (1 años) y su mantenimiento podría ser realizado por la Asociación Agrícola de la Colonia Vicente Guerrero.

IX.16.3. Objetivos Especificos

1. Recuperar agua superficial a favor del acuífero.
2. Almacenar agua superficial.
3. Establecer una zona de recreación para la población.

IX.16.4. Justificacion

Un volumen adicional considerable de cerca de 8 Mm³ es una cantidad considerable que ayudaría a la demanda de agua en la región. Dado que el costo de la acción se considera bajo con un costo estimado de \$500,000.00 la acción se considera muy factible.

IX.16.5. Problemática

La falta de obras civiles para aumentar la disponibilidad de agua en la región ha sido uno de los problemas principales.

La recuperación de un volumen adicional de agua obtenido de los escurrimientos del Arroyo de Santo Domingo que inevitablemente discurrirían al mar presenta una acción muy justificable.

Debe considerarse que pueden existir años en los que no existan estos escurrimientos del arroyo por lo que pueda no fluir agua hacia la Laguna, así que cualquier otra actividad que se desarrolle a expensas de esta agua puede verse afectada. Para estos casos una alternativa sería meter agua directamente del mar aunque obviamente se incrementaría el problema de salinización cuando nuevamente discurriera agua desde el Arroyo Santo Domingo. Es de resaltar que aunque se logre aumentar la oferta de agua es necesario mantener un equilibrio respecto a esta oferta total de agua.

IX.16.6. Evaluación de la Situación Actual

En la actualidad, en la temporada de lluvia, el agua sale al mar al recorrer rápidamente el cauce principal y los cauces secundarios debido a la pendiente tan grande que tiene el Arroyo de Santo Domingo. Debido a que no existen estructuras que detengan el agua en el Arroyo, la desviación hacia la Laguna Sarahembla podría incrementar la disponibilidad en los años en que halla escurrimientos por alrededor de 8 Mm³.

Las características naturales de esta laguna costera permitirían una obra de bajo costo y con un volumen considerable de agua adicional. Además podría ser utilizado para usos recreativos por la población de la región.

Para su construcción solo se tendría que realizar un bordo para desviar el agua del Arroyo y un canal para que discurra hacia la laguna el agua por gravedad.

Se requerirían un estudio de impacto ambiental ya que se tendría una zona de inundación con la consecuente afectación del área inundable. El tiempo de residencia estimado podría ser de alrededor de 1 año.

IX.16.7. Principales Beneficios Esperados

Con la construcción del bordo de desviación hacia la Laguna Sarahembla se pretende aumentar la disponibilidad de la oferta de agua en aproximadamente 8 Mm³. Es de resaltar que esta agua estaría disponible solo en los años de escurrimientos extraordinarios del Arroyo Santo Domingo.

IX.16.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

Establecer el sitio ideal para realizar el bordo de desviación del Arroyo y el canal hacia la Laguna Sarahembla.

Estimar el costo de la obra, involucrando a los usuarios.

Definir el uso del agua en la Laguna.

Reglamentar su uso.

Establecer un plan de manejo de la Laguna.

1. Evaluación de la Factibilidad Técnica, Económica, Social y Ambiental para realizar el bordo de desviación del Arroyo y el canal hacia la Laguna Sarahembla.
 2. Gestión Financiera.
 3. Formulación del Proyecto Ejecutivo.
 4. Ejecución de las Acciones.
-

5. Puesta en Operación.
6. Operación y Mantenimiento del Proyecto.
7. Seguimiento y Evaluación de Resultados.
8. Establecer un plan de manejo de la Laguna.

Metas:

Aumentar la oferta de agua.

IX.16.9. Indicadores

Volumen de agua almacenada.

Número de usuarios beneficiados o hectáreas sembradas.

IX.16.10. Alcances

El sector agrícola es el que demanda el mayor volumen de agua, sin embargo, no se conoce con exactitud este valor ya que se tienen diferentes valores de acuerdo a las fuentes. En la tabla 1 se dan estos valores con sus respectivas fuentes. Si se considera un promedio de las diferentes fuentes la demanda sería aproximadamente 20 millones de m³.

Si el agua se destinará para el sector agrícola, el porcentaje de la demanda de agua que se cubriría con esta obra sería del 40%. Esto obviamente si toda el agua pudiera utilizarse, si no se consideran las pérdidas por evaporación, si existen los escurrimientos superficiales suficiente para llenar la laguna, entre otras.

IX.16.11. Seguimiento y Control del Programa

Para el seguimiento y control del programa se requiere la participación conjunta de la autoridad federal (CONAGUA), estatal (SEFOA) y sociedad civil, especialmente el COTAS. Será necesario evaluar de forma periódica los indicadores y apoyar las acciones de financiamiento necesarias para mantener la obra.

IX.16.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudios geotécnicos e hidráulicos	80.00
Proyecto Ejecutivo	100.00
Construcción de canal y compuertas	600.00
Total	780.00

El costo estimado de la obra es de \$780,000.00. En esta obra se considera que los usuarios realizarían con sus maquinarias el levantamiento del bordo de desviación y el canal para enviar el agua hacia la Laguna.

IX.16.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

La fuente de financiamiento sería la CONAGUA y los usuarios. En las diferentes reuniones realizadas para el desarrollo de este plan los usuarios consideraron la posibilidad de participar en

esta acción, principalmente en especie (uso de maquinaria, trabajadores, etc.) y también económicamente.

IX.16.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La unidad responsable de la ejecución sería la CONAGUA y los usuarios a través de los COTAS y la Asociaciones de Agricultores de la Colonia Vicente Guerrero.

IX.16.15. Fecha de Ejecución

La ejecución de las obras se realizarán en el corto plazo, esto es en un periodo de 1 año.

IX.16.16. Indicadores de Desempeño

El volumen de agua almacenada en Mm^3 .

Número de usuarios beneficiados o hectáreas sembradas.

IX.16.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA y los COTAS serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.16.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Dado que el costo económico es relativamente bajo y las acciones a desarrollar son pocas se prevé una factibilidad técnica buena para realizar esta obra. Así que se debe analizar más el aspecto ambiental e institucional (legal) para el uso de esta agua. De este modo, se tendrán que desarrollar los mecanismos legales para el uso del agua retenida en la obra. Aunque inicialmente hay que definir su uso. Así se tendría que regular o revisar las concesiones de aguas superficiales de los predios de particulares que afecten estas obras y evitar posteriores malos entendidos o problemas legales.

El beneficio social dependerá del uso final para el que se destine el agua. Aunque inicialmente sería una cantidad considerable de agua que aumentaría la oferta de agua en la región.

IX.16.19. Prioridad

Estabilización.

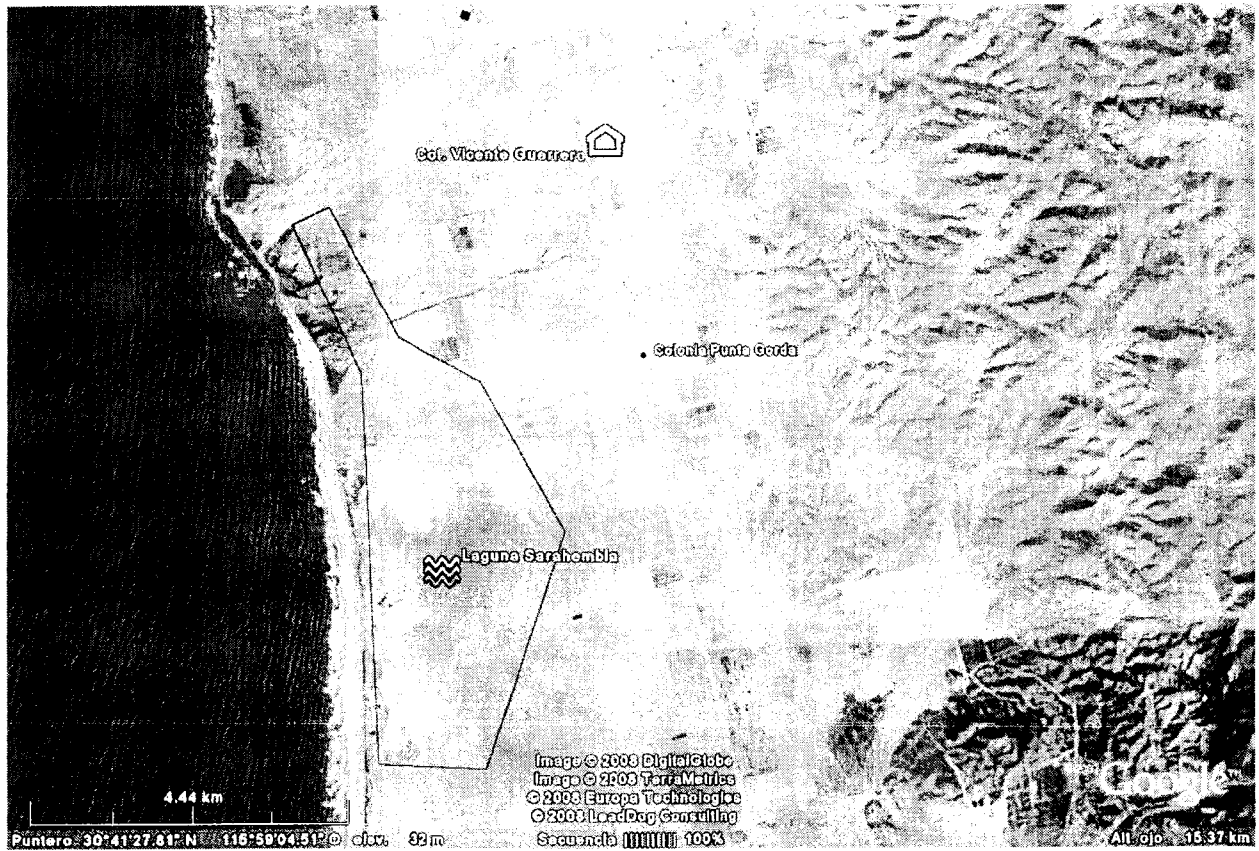


Figura 7. Ubicación aproximada de la Laguna Sarahembla y el bordo de desviación desde el Arroyo de Santo Domingo.

IX.17. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PÉTREOS EN LAS ZONAS BAJAS DE LA CUENCA.

IX.17.1. Problema

Disminución de la disponibilidad debido a la reducción de zonas de infiltración y a la alta evaporación en las zonas bajas.

IX.17.2. Objetivo General.

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.

IX.17.3. Objetivos Específicos

1. Regular la extracción de materiales pétreos.
2. Establecer criterios en la normativa para que se restituya las zonas explotadas.
3. Revisar la normativa de extracción de materiales pétreos.

IX.17.4. 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 regulaciones y especificaciones de extracción acordes con la hidrogeología del acuífero y la hidrodinámica del arroyo.

IX.17.5. Problemática

Al disminuir la zona recargable por la extracción de materiales pétreos, el agua viaja a una velocidad mayor, disminuyendo el volumen infiltrado y por lo tanto la cantidad de agua en el acuífero acompañado por un aumento en la evaporación. De este modo, es necesaria la regulación de la extracción en las zonas bajas.

IX.17.6. Evaluación de la Situación Actual

La extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca ha modificado el comportamiento hidráulico de los arroyos, ocasionado un aumento en la velocidad de flujo del agua, disminución de la zona de recarga, disminución del volumen de agua infiltrado al acuífero y un aumento de la evaporación.

IX.17.7. Principales Beneficios Esperados

1. Restablecer el comportamiento hidráulico del arroyo.
 2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo.
 3. Mantener la zona de recarga.
 4. Disminuir la evaporación.
-

IX.17.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Revisar la normativa vigente y adecuarla a la protección de los acuíferos y cauces.
2. Vigilar el cumplimiento de la normativa.
3. La vigilancia de la extracciones tanto por parte de las autoridades como por los mismos usuarios (hacer la denuncia correspondiente a la autoridad).
4. Revisar y mejorar la normativa sobre las extracciones y principalmente lo relacionado a la recuperación de áreas concesionadas.

Metas:

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 3 m de profundidad.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.17.9. Indicadores

1. Recuperación del nivel freático.
2. Disminución de la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Aumento de la recarga.

IX.17.10. Alcances

La regulación de las extracciones de materiales pétreos permitirá un incremento en el tiempo de estancia del agua en el arroyo lo que permitirá aumentar el volumen infiltrado al acuífero.

IX.17.11. Seguimiento y Control del Programa

Ya existe la normativa para regular la extracción de materiales pétreos, solo es necesario la vigilancia por parte de las autoridades, la denuncia por parte de los usuarios y la revisión de la normativa para mejorar la remediación u obras a realizar una vez terminada la extracción.

IX.17.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de la hidrodinámica del arroyo a explotar	400.00
Lineamientos técnicos específicos para cada explotación	180.00
total	580.00

IX.17.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la CONAGUA es quien debe financiar esta acción ya que existe una tarifa para cada concesión para las extracciones de materiales pétreos.

IX.17.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La CONAGUA debe ser la responsable de la supervisión y ejecución de esta acción. Los usuarios agrícolas o particulares tienen todo el derecho de denunciar alguna actividad irregular relacionada a la extracción de materiales pétreos. Incluso demandar al funcionario que incurra en faltas por obviar la normativa.

IX.17.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008 y es permanente.

IX.17.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje del logro de las metas.

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 3 m de profundidad.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.17.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA, los usuarios y los COTAS serán los responsables de verificar los resultados de esta acción, a partir de la regulación, supervisión y la denuncia.

IX.17.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Se debe considerar como limitante la misma normativa ya que pueden existir dentro de ella algunos puntos que aunque se llegan a cumplir pueden no ser los ideales para mantener un comportamiento hidráulico adecuado para el arroyo. De allí que se proponga la revisión de la normativa para zanjar estas posibles fallas.

IX.17.19. Prioridad

Estabilización.

IX.18. REGULAR EXTRACCIONES DE MATERIALES PÉTREOS EN LAS ZONAS ALTAS DE LA CUENCA.

IX.18.1. Problema

El método y la cantidad de extracción de materiales pétreos disminuye el volumen de arena, canaliza el cauce de los arroyos y aumenta la velocidad de flujo en el lecho del arroyo. Este aumento de la velocidad del agua disminuye el tiempo de residencia del agua sobre el lecho permeable con lo cual se reduce el volumen infiltrado al acuífero.

IX.18.2. Objetivo General.

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

IX.18.3. Objetivos Específicos

1. Regular la extracción de materiales pétreos.
2. Establecer criterios en la normativa para que se restituya en las zonas explotadas la velocidad de flujo natural.
3. Revisar la normativa de extracción de materiales pétreos.

IX.18.4. Justificación

La extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la cuenca genera un aumento en la velocidad de flujo del agua en el arroyo. Se considera que este material pétreo es parte de la zona de recarga del acuífero. Al quitar esta capa de materiales pétreos disminuye el almacenamiento y el agua en el arroyo tiende a viajar a una velocidad mayor hasta llegar al mar. De este modo, el volumen infiltrado en el acuífero disminuye. Además al disminuir la zona de recarga o no saturada del acuífero puede poner en una posición somera o incluso al descubierto el agua del acuífero con un posible incremento en la evaporación.

IX.18.5. Problemática

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. De este modo, es necesaria la regulación de la extracción en las zonas altas.

IX.18.6. Evaluación de la Situación Actual

La extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la cuenca ha modificado el comportamiento hidráulico de los arroyos, ocasionado un aumento en la velocidad de flujo del agua, disminución de la zona de recarga, disminución del volumen de agua infiltrado al acuífero y un aumento de la evaporación.

IX.18.7. Principales Beneficios Esperados

1. Restablecer el comportamiento hidráulico del arroyo.
 2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo.
 3. Mantener la zona de recarga.
 4. Disminuir la evaporación.
-

IX.18.8. Principales Acciones y Metas

Se requieren una serie de acciones para atacar este problema:

1. Revisar la normativa vigente y adecuarla a la protección de los acuíferos y cauces.
2. Verificar el cumplimiento de la normativa.
3. La vigilancia de la extracciones tanto por parte de las autoridades como por los mismos usuarios (hacer la denuncia correspondiente a la autoridad).
4. Revisar y mejorar la normativa sobre las extracciones y principalmente lo relacionado a la recuperación de áreas concesionadas.

Las metas serían establecer un esquema de extracción de pétreos sustentable con los siguientes objetivos:

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 3 m de profundidad.
2. Disminuir la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.18.9. Indicadores

1. Recuperación del nivel freático.
2. Disminución de la velocidad de flujo del agua en los arroyos.
3. Aumento de la recarga.

IX.18.10. Alcances

La regulación de las extracciones de materiales pétreos permitirá un incremento en el tiempo de estancia del agua en el arroyo lo que permitirá aumentar el volumen infiltrado al acuífero.

IX.18.11. Seguimiento y Control Del Programa

Ya existe la normativa para regular la extracción de materiales pétreos, solo es necesario la vigilancia por parte de las autoridades, la denuncia por parte de los usuarios y la revisión de la normativa para mejorar la remediación u obras a realizar una vez terminada la extracción.

IX.18.12. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Estudio de la hidrodinámica del arroyo a explotar	400.00
Lineamientos técnicos específicos para cada explotación	180.00
total	580.00

IX.18.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

El gobierno federal a través de la CONAGUA es quien debe financiar esta acción ya que existe una tarifa para cada concesión para las extracciones de materiales pétreos.

IX.18.14. Unidades Responsables de la Ejecución

La CONAGUA debe ser la responsable de la supervisión y ejecución de esta acción. Los usuarios agrícolas o particulares tienen todo el derecho de denunciar alguna actividad irregular relacionada a la extracción de materiales pétreos. Incluso demandar al funcionario que incurra en faltas por obviar la normativa.

IX.18.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008 y es permanente.

IX.18.16. Indicadores de Desempeño

Porcentaje del logro de las metas.

1. Mantener la profundidad del nivel freático al menos a 3 m de profundidad del nivel de la extracción.
2. Al terminar la extracción dejar el cauce del arroyo de tal forma que se reduzca la velocidad de flujo del agua.
3. Realizar obras en las zonas concesionadas para permitir la retención del agua en el arroyo como bordos para incrementar la recarga al acuífero.

IX.18.17. Fuentes de Verificación

La CONAGUA, los usuarios y los COTAS serán los responsables de verificar los resultados de esta acción, a partir de la regulación, supervisión y la denuncia.

IX.18.18. Supuestos y Limitantes del Programa

Se debe considerar como limitante la misma normativa ya que pueden existir dentro de ella algunos puntos que aunque se llegan a cumplir pueden no ser los ideales para mantener un comportamiento hidráulico adecuado para el arroyo. De allí que se proponga la revisión de la normativa para zanjar estas posibles fallas.

IX.18.19. Prioridad

Estabilización.

IX.19. CONSTRUCCION DE BORDOS DE PROTECCION

IX.19.1. Problema

Las avenidas extraordinarias de los cauces principales, en las partes bajas de las cuencas, ponen en riesgo la vida de las poblaciones, parcelas de cultivo e infraestructura hidroagrícola.

IX.19.2. Objetivo General

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.

IX.19.3. Objetivos Específicos

1. Definir las áreas de inundación bajo condiciones del caudal de diseño con un período de retorno entre 10 y 100 años mediante su simulación hidráulica.
2. Llevar a cabo la construcción del bordo de protección en el margen con mayor peligro de rompimiento por erosión.

IX.19.4. Justificación

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

A su vez, al observar la inestabilidad de los taludes en las zonas bajas de las cuencas hidrológicas que coinciden con la ubicación de los acuíferos, se pueden identificar tramos en peligro de ser erosionados.

Esto se hizo evidente en el arroyo Santo Domingo, en la Col. Vicente Guerrero durante las lluvias del mes de enero, (Fotografía 2). Estas lluvias no fueron de magnitud extraordinaria, pero provocaron suficiente caudal para inundar el caudal principal, destruir los bordos de protección y en algunos sitios los caminos laterales al cauce principal.

La falta de bordos de contención y protección pone en riesgo tanto a la población de la Col. Vicente Guerrero como las parcelas de cultivo, la infraestructura hidroagrícola de invernadero, así como la infraestructura de comunicaciones como es el puente de la carretera federal No.1.

IX.19.5. Problemática.

No se han realizado obras de protección para el cauce con maquinaria, técnicas de construcción, cálculos de ingeniería y materiales adecuados, para evitar que en caudales importantes (no se cuenta con el caudal de diseño de la cuenca de escurrimiento a su salida al Valle de la Col. Vicente Guerrero) cambien la trayectoria del arroyo Santo Domingo e invadan zonas de cultivo. Las únicas acciones relacionadas con esto han sido realizadas por los usuarios de forma artesanal pero en las precipitaciones de este año (enero, 2008) no fueron suficientes ni construidas con materiales adecuados, así que el arroyo las derribó y puso en peligro a la población.

- Llevar a cabo el levantamiento topográfico del lecho del arroyo, taludes y área de inundación.
- Llevar a cabo una simulación hidráulica del cauce del arroyo bajo un caudal de diseño específico (10 a 100 años).
- Proponer un proyecto de construcción de bordos de protección a lo largo de la margen izquierda del arroyo Santo Domingo.
- Construir los bordos de protección a lo largo del cauce y sobre la margen izquierda del arroyo.

Metas:

- Contar con un plano topográfico del arroyo Santo Domingo desde la Peña Colorada hasta la línea de costa.
- Contar con un estudio de demarcación del arroyo Santo Domingo.
- Establecer la longitud, geometría y tipo de bordo de protección requerido para la margen izquierda del arroyo.
- Contar con los bordos de protección para antes de la próxima época de lluvias (diciembre-febrero del 2009).

IX.19.3. Principales Indicadores

IX.19.4. Alcances

El alcance Seguimiento y control de programas
CONAGUA, COTAS, CESPE, SEMARNAT

IX.19.5. Costo Estimado de las Acciones

Actividad	Costo (10³ pesos)
Costo del total del proyecto	
Levantamiento topográfico	100.00
Simulación hidráulica del cauce del arroyo	60.00
Proyecto de Construcción	150.00
Construcción de bordo de protección (10 km)	12,000.00
Total	12,310.00

IX.19.6. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA, SEFOA, Usuarios Locales.

IX.19.7. Unidades Responsables de Ejecución

CONAGUA, Gob. del Estado de Baja California y Municipio de Baja California.

IX.19.8. Fecha de Ejecución

Durante el 2008.

IX.19.9. Indicadores de Desempeño.

Porcentaje del logro de las metas

IX.19.10. Fuentes de Verificación

CONAGUA, COTAS y Asociaciones de Usuarios Agrícolas serán los responsables de verificar los resultados del programa.

IX.19.11. Supuestos y Limitantes del Programa

Supuestos:

Existe un consenso gobierno y usuarios para la realización de esta obra.

Hay una responsabilidad de las autoridades del agua y de protección civil por llevar a cabo la construcción de obras de protección.

Limitantes:

Carencia de recursos financieros para llevar a cabo la obra.

IX.19.12. Prioridad

Estabilización

IX.20. PROYECTO DE REFORESTACIÓN

IX.20.1. Problema

Falta de mecanismos para la captación, retención de volúmenes y reducción de la velocidad del flujo de agua superficial en los cauces del arroyo Santo Domingo.

IX.20.2. Objetivo General.

Manejar las áreas forestales en la parte alta de San Pedro Mártir, para incrementar la recarga de mantos acuíferos, reducir la sedimentación y azolvamiento de cuerpos de agua en la parte baja de la cuenca.

IX.20.3. Objetivos Específicos

1. Restaurar áreas forestales degradadas y zonas críticas, para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el azolvamiento de arroyos.
2. Mejorar la calidad de las masas forestales mediante la correcta aplicación de técnicas silvícolas, utilizando apoyos financieros federales y estatales disponibles.

IX.20.4. Justificación

1. Existe consenso entre los usuarios y gobierno, para hacer el manejo de reforestación de la sierra de San Pedro Mártir para captación de humedad y regulación de caudales.
2. El marco normativo vigente permite y promueve la forestación a través de incentivos otorgados a través de la CONAFORT.

IX.20.5. Problemática

La velocidad y el volumen de escurrimiento del arroyo Santo Domingo, es vista por los usuarios agrícolas como un problema de captación de agua para la infiltración y recarga del acuífero. Esta situación promueve el consenso sobre la posibilidad de manejo de la cubierta forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir como mecanismo para el control de caudal para permitir la infiltración de volúmenes de agua provenientes de la lluvia y el deshielo de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.

IX.20.6. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente, los usuarios conocen los beneficios hidrológicos del mantenimiento en buen estado de la cubierta forestal en la cuenca alta. También es cierto, que se desconocen las técnicas y las posibles fuentes de financiamientos federales y estatales para los proyectos de reforestación.

IX.20.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración en el cauce del arroyo.
2. Incremento de la recarga, y la disponibilidad de agua en el acuífero

IX.20.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Gestión de permisos y financiamientos para la reforestación de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.
2. Realizar un programa de difusión y cultura forestal permanente para informar y concientizar a la sociedad sobre la importancia de la conservación y protección de los recursos forestales.
3. Contribuir a la estabilidad del acuífero con el manejo forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir de forma permanente.

Metas:

1. Establecer el área de proyecto de reforestación anual.
2. Establecer el programa de reforestación del área que resulte dañada en cada temporada de incendios.

IX.20.9. Indicadores

1. Densidad de la cubierta forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro mártir.
2. Hectáreas reforestadas con financiamientos federales, estatales y privados.

IX.20.10. Alcances

Límites de la acción, Geográficos, temporales y de recursos

1. Capacidad de organización de los usuarios.
2. Accesibilidad al área de reforestación.

IX.20.11. Seguimiento y Control del Programa

Depende de los grupos involucrados.

IX.20.12. Costo Estimado

Actividad	Número de Programas	Ha	Costo (10 ³ pesos)
Proyecto de reforestación con fines de captación de agua.			200,00
Reforestación (con vivero)	10	1500	1,500.00
Reforestación (con vivero y obra de suelo)	10	1500	3,525.00
Protección de Áreas reforestadas	20	3000	477.00
Mantenimiento de Áreas reforestadas	20	3000	1,450.00
Total			7,152.00

Utilizar los incentivos y apoyos disponibles, como el PRODEPLAN, PRONARE, PRODER y PROGRESA, Pro-Árbol, entre otros, para fortalecer el desarrollo forestal impulsando la protección, conservación y restauración forestal en las cuencas hidrológica. Se consideran 10

programas apoyados durante 5 años, para reforestar con vivero, con vivero y obra de suelo así como la protección y mantenimiento para esas superficies reforestadas.

IX.20.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAFORT, SAGARPA, Gobiernos e Inversión privada.

IX.20.14. Unidades Responsables de la Ejecución

Usuarios y COTAS.

IX.20.15. Fecha de Ejecución

Inicia desde el primer año 2008 y es permanente.

IX.20.16. Indicadores de Desempeño

Hectáreas reforestadas.

Monto anual para apoyo a la reforestación.

IX.20.17. Fuentes de Verificación

CONAFORT, Usuarios, COTAS.

IX.20.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Los propietarios de los predios en la zona alta de la Cuenca están interesados en la reforestación.
2. Los usuarios del agua están dispuestos a contribuir con la mano de obra para el sembrado y mantenimiento de las áreas reforestadas.

IX.20.19. Prioridad

Conservación

IX.21. FORTALECIMIENTO DEL COTAS

IX.21.1. Problema

La falta de capacidad operativa y de liderazgo del COTAS de Vicente Guerrero, en materia de gestión de trámites, supervisión del uso sustentable del recurso y operación de proyectos de mejoramiento, permite la sobreexplotación y degradación del acuífero.

IX.21.2. Objetivo General.

Contar con un cuerpo técnico del COTAS, mejor organización, participación activa en la promoción y ejecución de las acciones, en la evaluación y seguimiento de planes y proyectos de mejoras del acuífero, así como también el en apoyo a los usuarios en la gestión de trámites ante la CONAGUA que le de autoridad y liderazgo en el manejo de los problemas del agua

IX.21.3. Objetivos Específicos

1. Mejorar los procedimientos de gestión y de seguimiento de planes y proyectos para el mejoramiento del acuífero, siempre impulsando acciones que permitan una distribución equitativa de los derechos de explotación por el tipo de uso y el nivel socioeconómico del usuario.
2. Posicionarse como organismo de seguimiento del estatus geohidrológico del acuífero para establecer la disponibilidad real del acuífero.
3. Generar informes pertinentes para manejar las oportunidades de mercado del agua en el acuífero.
4. Crear una unidad de gestoría de trámites a través de la cual los usuarios localmente puedan integrar los expedientes requeridos para diversas acciones en el uso del agua para ser sometidas a la CONAGUA y sus trámites sean mucho más expeditos y viables.

IX.21.4. Justificación

1. Existe la voluntad por parte del COTAS y de CONAGUA para hacer sustentable el manejo del acuífero.
2. El marco normativo vigente permite y promueve la operación del COTAS como figura gestora de acciones y proyectos a favor del acuífero.

IX.21.5. Problemática

La falta de consolidación del COTAS lo hace ineficaz para ejercer liderazgo sobre las acciones de mejora de la situación actual del acuífero, debido la falta de coordinación entre los usuarios agrícolas y las dependencias involucradas en el aprovechamiento del agua. Los usuarios no consideran al COTAS como una organización con respaldo de la CONAGUA.

IX.21.6. Evaluación de la Situación Actual

En este momento, el COTAS como gestor le falta capacidad para consolidar compromisos económicos con los usuarios del agua, desperdiciando las áreas de oportunidad para el aprovechamiento y mejoramiento eficiente del agua, en busca de maximización de la productividad agrícola local.

Destacan los siguientes puntos:

- a. No se ha logrado solvencia operativa para aterrizar planes y proyectos de mejoramiento y tecnificación de las actividades de irrigación y de producción agrícola de bajo consumo de agua.
- b. No prevé, ni dispone de recursos económicos, ni de mecanismos de gestión para el mantenimiento de los proyectos y programas.

IX.21.7. Principales Beneficios Esperados

1. Contar con personal competente y organizado a cargo del diseño, construcción e inspección de las acciones a favor del acuífero, que cuente con una visión global de la sobreexplotación del recurso.
2. Personal suficiente y capacitado para realizar las tareas de supervisión tanto de los volúmenes de extracción como de las acciones para aumentar la oferta y lograr un uso sustentable del acuífero.
3. Contar con una organización de usuarios con liderazgo en aspectos relacionados con la explotación del acuífero.
4. Agilizar los trámites de los usuarios para el aprovechamiento del agua subterránea y orientarlos en la viabilidad de los mismos con base en el uso sustentable del recurso.

IX.21.8. Principales Acciones y Metas

Acciones:

1. Capacitar al cuerpo técnico en actividades de dirección y ejecución del Plan de Manejo del Acuífero.
2. Formalizar los documentos compromisos de participación en el Plan de Manejo del Acuífero.
3. Concertar reuniones periódicas de seguimiento y evaluación de las acciones del Plan.
4. Evaluar participativamente el funcionamiento del COTAS.
5. Adquirir conocimiento sobre la tramitología de la CONAGUA.

Metas:

1. Establecer un plan de fortalecimiento del COTAS.
2. Sensibilizar a la población sobre la situación actual del recurso.
3. Programar un foro de presentación del Plan.
4. Establecer un programa de seguimiento y evaluación de acciones.
5. Definir ámbito de ejecución del proyecto.
6. Identificar capacidades técnicas y científicas relacionadas con el proyecto.
7. Promover la gestión de trámites de los usuarios ante la CONAGUA.

IX.21.9. Indicadores

1. Número de programas gestionados por el COTAS.
 2. Monto anual del financiamiento para proyectos de mejoramiento del acuífero.
-

3. Número de sesiones al año.
4. Número de trámites apoyados por el COTAS

IX.21.10. Alcances

Las acciones del COTAS alcanzan el ámbito de todas las instituciones y usuarios que hagan uso del recurso hídrico del acuífero de la Col. Vicente Guerrero, por lo que todas las acciones deberán ser diseñadas incluyendo a todos los usuarios. En este aspecto, el grupo de usuarios con menor grado de organización son los urbanos y suburbanos, algunos de ellos están geográficamente dispersos en el valle.

Aunque algunas de las acciones a realizar en este Plan de Manejo son a largo plazo, la función del COTAS debe centrarse en la consecución de las metas a corto plazo ya que el Plan debe ser muy dinámico y ajustarse a la evolución del uso del recurso.

Es preciso hacer notar que las acciones del COTAS dependen de

IX.21.11. Seguimiento y Control del Programa

Depende de los grupos involucrados.

IX.21.12. Costo Estimado

Actividad (3 años)	Costo (10 ³ pesos)
Capacitación	1,200.00
Atención red de monitoreo, programa de seguimiento del Plan de Manejo	2,400.00
Total	3,600.00

IX.21.13. Posibles Fuentes de Financiamiento

CONAGUA.

IX.21.14. Unidades Responsables de la Ejecución

COTAS y CONAGUA

IX.21.15. Fecha de Ejecución

De uno a dos años, a la fecha han realizado las reuniones con los usuarios, programando fechas de seguimiento.

IX.21.16. Indicadores de Desempeño

1. Porcentaje del logro de las metas.
2. Se evalúa el ejecutor de la acción.

IX.21.17. Fuentes de Verificación

COTAS y CONAGUA.

IX.21.18. Supuestos y Limitantes del Programa

1. Aprobación del plan de fortalecimiento del COTAS.
2. Se lleve a cabo el plan.
3. Falta de infraestructura.
4. Falta de interés por parte de los usuarios.

IX.21.19. Prioridad

Conservación

IX.22. CREACIÓN DEL CENTRO DE GESTIÓN FINANCIERA

IX.22.1. Objetivo General

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

IX.22.2. Objetivos Específicos

Establecer las bases del diseño y operación del Centro de Gestión Financiera (CGF).

Crear un CGF que identifique y gestione los fondos internacionales y nacionales en función de la orientación de las acciones a realizar.

Obtener a través del CGF los recursos económicos necesarios para hacer frente a los costos de las acciones requeridas para el Plan de Manejo.

IX.22.3. 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 en gestión financiera que sea capaz de hacer llegar estos recursos a los usuarios.

IX.22.4. Problemática

El Plan requiere llevar a cabo una serie de acciones para lograr que se haga un uso sustentable del acuífero. Los usuarios no cuentan con los recursos financieros para llevarlas a cabo. Existen recursos para llevar a cabo estas acciones en organismos de financiamiento internacionales y nacionales. Los usuarios no conocen este tipo de financiamientos ni los procesos que se deben realizar para acceder a ellos. Se requiere una empresa que enlace la necesidad de realizar la acción, con la empresa que la puede llevar a cabo y con el o los organismos que la pueden financiar.

IX.22.5. Evaluación de la Situación Actual

Actualmente los usuarios del agua están en franca competencia por un recurso limitado y que esta siendo sobreexplotado. Esta competencia entre sectores y usuarios no les permite llevar a cabo acciones que solucionen la problemática de forma integral y que requieren la cooperación y colaboración entre ellos. Esta falta de armonía entre los intereses de cada usuario favorece el acceso a financiamientos nacionales e internacionales que permitan llevar a cabo acciones de mayor escala que la individual y que den solución a la problemática. Es claro que las soluciones no pueden ser llevadas a cabo por ninguno de los usuarios de forma individual, incluso el organismo operador. No obstante, si se logra configurar un ente que les permita a través de organizarse como un colectivo con un objetivo común, es factible obtener el aval de un organismo de gobierno para acceder a fondos que permitan realizar acciones globales integrales.

IX.22.6. Principales Beneficios Esperados

La obtención de financiamiento externo y de forma organizada como un colectivo permitirá hacer realizable el Plan de Manejo los usuarios están imposibilitados a llevar a cabo las acciones planteadas sin tener un ente financiero externo que le permita hacer frente a dichos costos.

La organización de los usuarios del agua para abordar la solución de un problema común, como es el uso sustentable del recurso hídrico subterráneo, es en si misma benéfica. Esta organización de los usuarios será mucho más viable y corto y mediano plazo con la concurrencia de un organismo de gestión que los convenza de las ventajas y beneficios a obtener haciendo un frente común.

IX.22.7. Principales Acciones y metas

Acciones:

1. Formular las bases de diseño para la generación de un centro de gestión.
 - ¿Quién o quiénes formarán parte de él?
 - ¿Cuáles serán sus funciones específicas?
 - ¿Cómo van a operar?
 - ¿De dónde va a tomar sus recursos para operación?
2. Crear y operar el Centro de Gestión Financiera

Identificar las posibles instituciones que pudieran contribuir al financiamiento, considerando que se trata de un problema que ha sido considerado como prioritario en distintas reuniones mundiales (por ejemplo: Foro Mundial del Agua, México, 2007).

Relacionar al organismo financiero con la acción a financiar.

Relacionar el agente técnico que realizaría el proyecto de factibilidad y en general los estudios requeridos por el organismo financiero para que sean llevados a cabo.

Promover entre los usuarios que desean llevar a cabo la acción su interés por realizarla, agrupándolos, organizándolos de acuerdo a los requerimientos del ente financiero.

Buscar los fondos concurrentes para solicitar el financiamiento, de ser requeridos.

Realizar la tramitología necesaria para obtener los recursos financieros, es decir, llenar los formularios requeridos, cumplir con los requisitos solicitados, convocar a otras instituciones nacionales o extranjeras a participar, de ser esto necesario, etc.

Metas:

Emitir un documento en el que se establezcan las bases del diseño del centro de gestión, en común acuerdo con los usuarios, el organismo operador y los distintos niveles de gobierno, fundamentalmente la CONAGUA.

Conformar el Centro de Gestión con las prerrogativas de ley, para que pueda funcionar de forma autónoma y su única motivación sea la consecución de financiamiento para las acciones plasmadas en el Plan de Manejo.

IX.22.8. Indicadores

Los indicadores que permitirán medir la eficiencia de la acción son:

1. Número de proyectos financiados con el apoyo del centro de Gestión por año.
2. Número de proyectos financiados sin el apoyo del Centro de Gestión por año.
3. Miles de pesos obtenidos por el financiamiento de entes externas a los usuarios para acciones del Plan de Manejo.

IX.22.9. Alcances

El organismo de gestión deberá incluir a todos los involucrados, considerando desde los organismos de gobierno como los usuarios del agua en la región del acuífero. Por lo que la gestión debe alcanzar el ámbito urbano de la Col. Vicente Guerrero y el corredor agroindustrial Camalú,-San Simón. Debe constituirse el organismo para operar durante toda la vigencia del plan que en el mejor de los casos debe ser de forma indefinida, con las adecuaciones y mejoras pertinentes.

IX.22.10. Seguimiento y Control del Programa

Este programa debe ser supervisado y controlado por la CONAGUA, SEFOA y el COTAS de Col. Vicente Guerrero.

IX.22.11. Costo Estimado

Actividad	Costo (10 ³ pesos)
Instalación del organismo	150
Gasto de mantenimiento de oficinas y de gestión	720
Total	870

El resto de los gastos deben ser cubiertos por los mismos recursos obtenidos por el organismo en las diferentes organizaciones financieras.

IX.22.12. Posibles Fuentes de Financiamiento

Financiamiento Inicial de arranque, la CONAGUA, a través del programa de financiamiento y apoyo de los COTAS.

IX.22.13. Unidades Responsables de Ejecución

CONAGUA, SEFOA y COTAS

IX.22.14. Fecha de ejecución

Debe iniciarse su creación desde que inicie la ejecución del Plan de Manejo.

IX.22.15. Indicadores de Desempeño

Número de proyectos promovidos por el CGF.

Porcentaje del costo de los proyectos financiado por organismos concertados por el CGF.

IX.22.16. Fuentes de Verificación

Reducción de volúmenes de extracción del acuífero.

IX.22.17. 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. En muchas ocasiones los organismos internacionales aportan financiamiento si el recurso puede ser monitoreado, si existen medidores que indiquen que se está extrayendo el volumen que se pactó.

CONTENIDO

CONTENIDO	1
Capítulo X. Opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad.	2
X.1. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA	3
X.2. OPCIONES DE MANEJO DE LA DISPONIBILIDAD.	5
TABLA 1. CRITERIOS	3
TABLA 2. PONDERACIÓN	3
TABLA 3. CALIFICACIÓN DE ACCIONES	4
TABLA 4. PONDERACIÓN DE ACCIONES	4
TABLA 5. CALIFICACIÓN DE ACCIONES	5
TABLA 6. PONDERACIÓN DE ACCIONES	5

CÁPITULO X. OPCIONES DE MANEJO DE LA DEMANDA Y DE LA DISPONIBILIDAD.

Para el desarrollo de este apartado se establecieron las siguientes referencias:

Manejo de la Demanda. El manejo o administración de la demanda tiene el enfoque de reducir la extracción y/o la tendencia de crecimiento de la extracción en los acuíferos. Para el logro de lo anterior las acciones pueden estar orientadas a reducir la demanda y/o la tendencia de crecimiento de la demanda de los usuarios público-urbano (que integra doméstico, público, comercial e industrial) y agrícola, o bien a incorporar otras fuentes de suministro diferentes a la extracción del acuífero, diversificando la oferta para satisfacer la demanda de los usuarios.

Manejo de la Disponibilidad. En el manejo o administración de la demanda el enfoque está orientado a incrementar la recarga de los acuíferos o en su caso disminuir las pérdidas no asociadas a la explotación o extracción de los usuarios.

Acciones de efecto directo. Para el análisis de las acciones con el fin de discriminarlas y en su caso priorizarlas, de la propuesta de acciones del plan de manejo se seleccionaron sólo aquellas que tienen un efecto directo sobre la demanda o sobre la disponibilidad, considerando que las otras acciones son intermedias para el logro de las primeras, o bien que otras acciones están relacionadas a otros objetivos y resultados del plan de manejo, y sin dejar de ser importantes no inciden sobre la demanda o sobre la disponibilidad.

Parámetros. Si bien en el plan de manejo se revisaron y discutieron hasta 13 parámetros de discriminación y evaluación, para los fines de Demanda y Disponibilidad se consideraron como los más significativos volumen, costo, impacto y tiempo.

Volumen. Este parámetro se seleccionó como el elemento clave para lograr la recuperación, estabilización y manejo de los acuíferos en el sentido de que las acciones que mayor volumen de agua liberen para los acuíferos ya sea disminuyendo la demanda sobre ellos o aumentando sus disponibilidades se reflejarán en el desarrollo regional.

Costo. Para este parámetro se consideró el costo involucrado para el desarrollo de la acción en forma relativa a otras acciones sobre la base de que una de las principales limitantes o restricción del plan de manejo será el acceso a los recursos financieros.

Impacto. El impacto se conceptualizó como la probabilidad de alcanzar el objetivo de las acciones analizadas, así por ejemplo un bordo de recarga ofrece incrementar la disponibilidad pero está sujeto a la probabilidad de la precipitación.

Tiempo. En relación al tiempo se analizó por los plazos (corto, mediano, largo) en que la acción puede surtir efecto.

Criterios. Los criterios para calificar las acciones se resumen en la Tabla 1, la cual asigna valores de 1 a 3 para los calificativos Alto, Medio y Bajo de acuerdo al efecto de la acción sobre el parámetro evaluado. La calificación de las acciones se realizó por consenso mediante la reunión del grupo técnico que formuló las acciones.

Ponderación. Para los fines de priorizar globalmente las acciones se propusieron los factores que se presentan en la Tabla 2 en escala de 1 a 5 con un mayor peso para el parámetro de Volumen, seguido por el Costo y finalmente el Impacto y el Tiempo con la misma ponderación.

	1	2	3
Volumen	Bajo	Medio	Alto
Costo	Alto	Medio	Bajo
Impacto	Bajo	Medio	Alto
Tiempo	Alto	Medio	Bajo

Tabla 1. Criterios

	Factor
Volumen	5
Costo	3
Impacto	2
Tiempo	2

Tabla 2. Ponderación

Flexibilidad. El esquema de análisis planteado tiene la flexibilidad de que la ponderación e incluso la calificación de parámetros pueden ser modificados creando diferentes posibilidades de acción en función de los aspectos contextuales y coyunturales en que se esté realizando la evaluación para la toma de decisiones, siempre y cuando todas las acciones sean evaluadas con los mismos parámetros, criterios y ponderación.

Acuíferos. No todas las acciones son aplicables a todos los acuíferos y no necesariamente los parámetros de cada acción tienen la misma calificación para todos los acuíferos en que se aplican. En este análisis se consideraron en forma conjunta los acuíferos de Vicente Guerrero y San Simón para tener un primer análisis regional, pero es posible un mayor detalle para cada acuífero.

Los siguientes puntos presentan los resultados de aplicación de la metodología descrita anteriormente para las opciones de manejo de la demanda y la disponibilidad de los acuíferos de Vicente Guerrero y San Simón en base a las acciones seleccionadas, sin ser excluyente ni limitativa

X.1. Opciones de manejo de la demanda

En el análisis de opciones de manejo de la demanda se consideraron las siguientes acciones:

- Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE
- Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero
- Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola
- Cambios en el uso y vocación del suelo.
- Regulación de obras de captación irregulares.
- Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano

Las tablas 3 y 4 presentan los resultados de calificación y ponderación de acciones para el manejo de la demanda:

Acción	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo
Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	1	3	3	2
Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero	1	3	1	2
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	1	3	1	2
Cambios en el uso y vocación del suelo.	3	2	1	1
Regulación de obras de captación irregulares.	2	2	1	1
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	3	1	1	1

Tabla 3. Calificación de acciones

Acción	3 Costo	5 Volumen	2 Impacto	2 Tiempo	Total
Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	3	15	6	4	28
Compra y cesión de derechos de agua a favor del acuífero	3	15	2	4	24
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	3	15	2	4	24
Cambios en el uso y vocación del suelo.	9	10	2	2	23
Regulación de obras de captación irregulares.	6	10	2	2	20
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	9	5	2	2	18

Tabla 4. Ponderación de acciones

Con los parámetros y criterios antes expuestos así como los valores considerados para la ponderación, se observa que las acciones de desalar agua orientada a otras fuentes de suministro está mejor evaluada por el doble efecto de incrementar la oferta diversificando las fuentes disminuyendo la presión sobre los acuíferos.

En el siguiente nivel se ubican las acciones con un mayor componente administrativo y normativo como es la compra y cesión de derechos y las que tienen como enfoque el ahorro y uso eficiente del recurso en la agricultura la cual incide disminuyendo la extracción sobre los acuíferos con un mejor aprovechamiento del recurso, satisfaciendo las necesidades de los usuarios. No ocurre lo mismo con el uso público urbano ya que es una zona rural donde los servicios públicos no están desarrollados.

El esquema anterior también permite realizar una discriminación y priorizar acciones por parámetro, por ejemplo, observando el parámetro de costo, el cambio en el uso y vocación del suelo sería la acción con menor costo y con mayor factibilidad en un ambiente de limitación de recursos financieros.

X.2. Opciones de manejo de la disponibilidad.

En el análisis de opciones de manejo de la disponibilidad se consideraron las acciones de:

Construcción de bordo de desviación hacia la laguna Sarahembla.

Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado.

Presa Invertida.

Construcción de bordos de recarga.

Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca

Proyecto de Reforestación

Las tablas 5 y 6 presentan los resultados de calificación y ponderación de acciones para el manejo de la disponibilidad:

Acción	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo
Construcción de bordo de desviación hacia la laguna Sarahembla.	2	3	2	3
Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado.	3	2	1	3
Presa Invertida.	1	2	3	3
Construcción de bordos de recarga.	1	2	3	2
Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca	3	1	1	2
Proyecto de Reforestación	3	1	1	1

Tabla 5. Calificación de acciones

Acción	3	5	2	2	Total
	Costo	Volumen	Impacto	Tiempo	
Construcción de bordo de desviación hacia la laguna Sarahembla.	6	15	4	6	31
Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado.	9	10	2	6	27
Presa Invertida.	3	10	6	6	25
Construcción de bordos de recarga.	3	10	6	4	23
Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca	9	5	2	4	20
Proyecto de Reforestación	9	5	2	2	18

Tabla 6. Ponderación de acciones

Sobre la misma base discutida anteriormente se observa que las acciones orientadas a mejorar la recarga induciendo la infiltración y evitando que el agua fluya superficialmente hacia la costa son mejor evaluadas dándole prioridad a la construcción de la laguna Sarahembla.

La reforestación tiene una menor prioridad pero su costo es bajo y sus efectos a muy largo plazo, por lo que no debe descartarse. Como se mencionó el esquema y la metodología pueden ser utilizados como herramientas dinámicas para el análisis y la toma de decisiones en escenarios contextuales y coyunturales.

1

2

3

CÁPITULO XI. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO.

XI.1. Objetivos

Los objetivos estratégicos que se identificaron para la Alternativa de Manejo Integrado, son los siguientes:

XI.1.1. 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.

XI.1.2. Objetivos Específicos

- 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.

XI.1.3. Resultados Esperados

Finalmente, en este rubro se establecieron los resultados esperados, planteados en forma prospectiva que lograran 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.

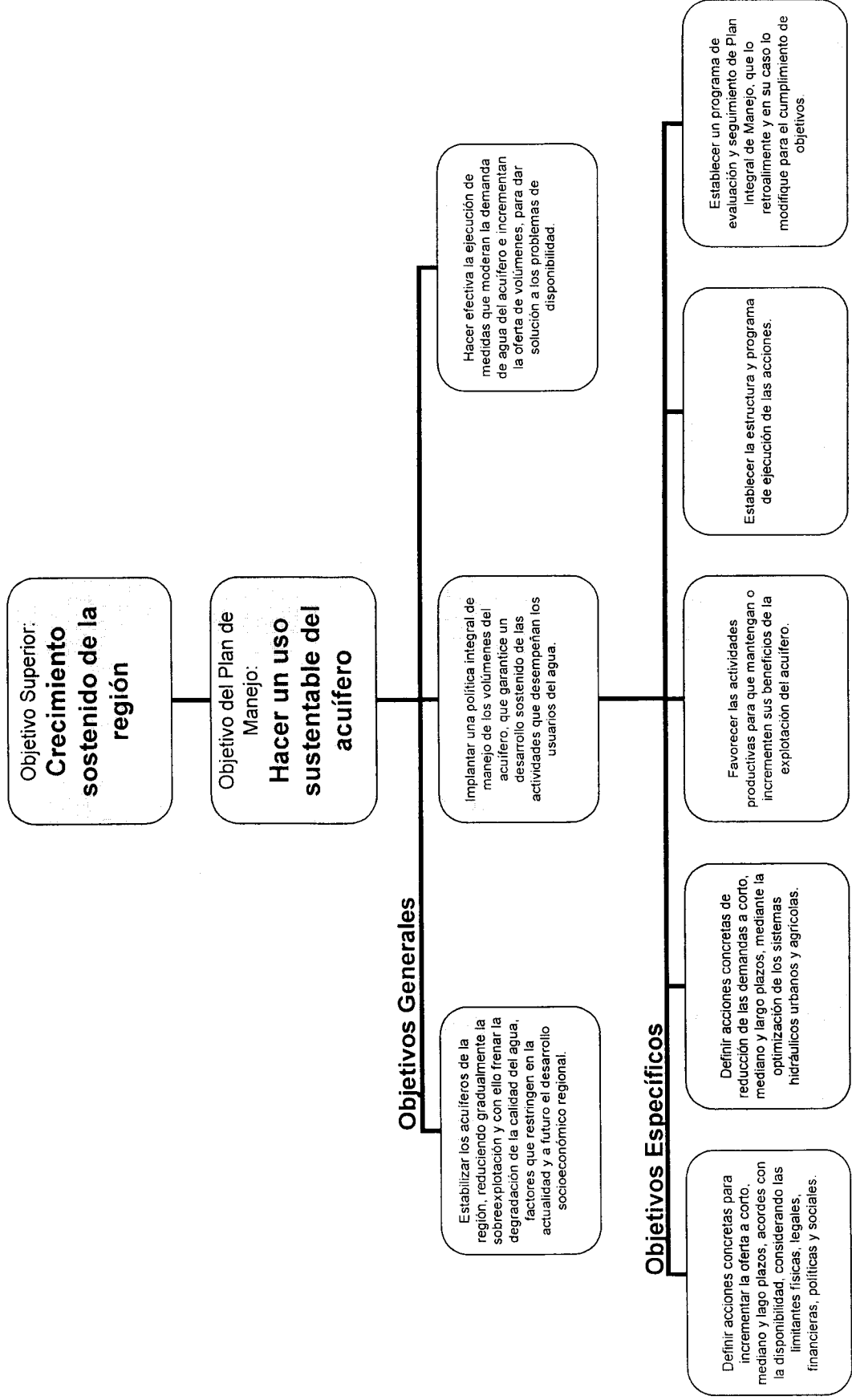
Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

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.



Objetivos de la Alternativa de Manejo Integrado del Acuífero de Vicente Guerrero



**Resultados esperados del
Plan de Manejo**

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.

XI.2. Estrategias y Líneas de Acción del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero

<p>Objetivo 1. 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.</p>	<p>Estrategia 1: Disponer de la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de bordo de desviación hacia la Laguna Costera Sarahembla • Construcción de bordos de recarga • Creación del Centro de Gestión Financiera <ul style="list-style-type: none"> • Presa Invertida • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación
<p>Objetivo 1. 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.</p>	<p>Estrategia 2: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Gestión de derechos de agua a favor del acuífero • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano
<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 3: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Presa Invertida • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación • Tratamiento de agua residual e infraestructura

<p>Objetivo 3: 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.</p> <p>Objetivo 3: 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.</p>	<p>Estrategia 4: Disponer de las leyes, reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p> <p>Estrategia 5: Realizar las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS <ul style="list-style-type: none"> • Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca • Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS
<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Desarrollo del modelo geohidrológico de Vicente Guerrero • Establecimiento de una red de Medición Hidrológica • Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado • Explotación de Aguas de Origen Marino • Fortalecimiento del COTAS • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano

XI.2 Estrategias y Líneas de Acción del Plan de Manejo del Acuífero de San Simón

<p>Objetivo 1. 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.</p>	<p>Estrategia 1: Disponer de la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de bordos de recarga • Creación del Centro de Gestión Financiera • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación
<p>Objetivo 1. 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.</p>	<p>Estrategia 2: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Gestión de derechos de agua a favor del acuífero • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola
<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 3: Disponer de las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación • Tratamiento de agua residual e infraestructura
<p>Objetivo 3: 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.</p>	<p>Estrategia 4: Disponer de las leyes, reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS

<p>Objetivo 3: 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.</p>	<p>Estrategia 4: Disponer de las leyes, reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS
<p>Objetivo 3: 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.</p>	<p>Estrategia 5: Realizar las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca • Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS
<p>Objetivo 2: Implantar una política integral de manejo de los volúmenes y calidad del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.</p>	<p>Estrategia 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Desarrollo del modelo geohidrológico de Vicente Guerrero • Establecimiento de una red de Medición Hidrológica • Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado • Explotación de Aguas de Origen Marino • Fortalecimiento del COTAS • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano

CAPITULO XI. ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRADO

XI.3. BALANCE HIDRÁULICO

El Balance Hidráulico del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero se desarrolló combinando el Escenario Inercial Repda Restringido presentado en el Capítulo VII (Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación). En este escenario al alcanzar los límites impuestos por el acuífero se hace disminuir en la misma proporción lineal la extracción del sector Agrícola. (Ver Figura 1).

Figura 1: Escenario Inercial Repda Restringido. Comportamiento de la extracción agrícola y el déficit. (Millones de metros cúbicos)

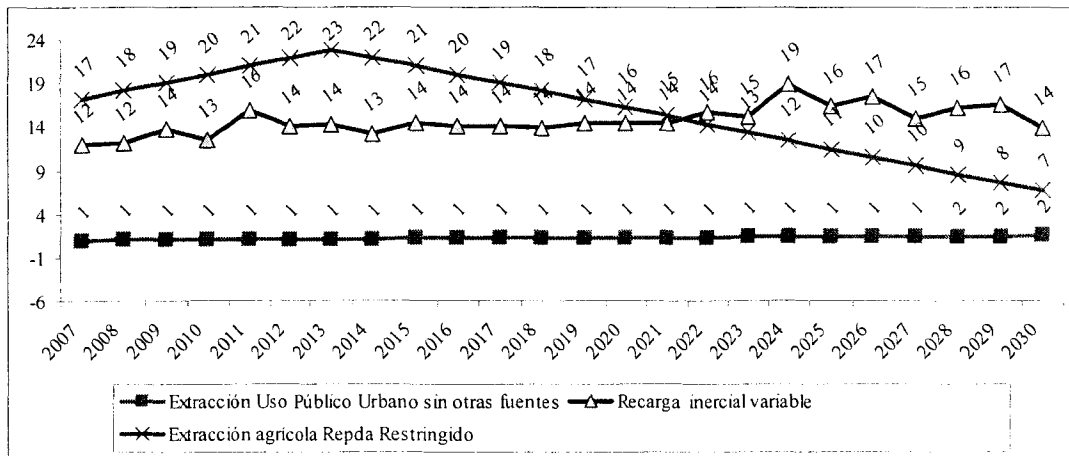
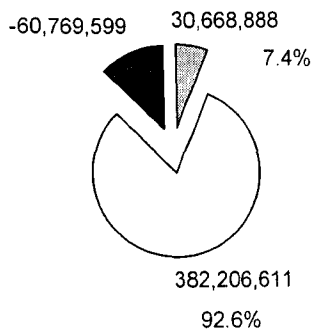


Figura 2: Escenario Inercial Repda Restringido. Recarga, extracción y déficit en el período 2007-2030. (Metros cúbicos)

Recarga 352,105,899

Extracción 412,875,498



- Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes
- Extracción agrícola Repda restringido
- Déficit

XI.4. 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 Vicente Guerrero integra 21 acciones clasificadas como se muestra en la Tabla 1. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,674,115,820 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 713,968 miles de pesos lo cual representa un promedio de 0.43 \$/m³ de agua liberado

Tabla 1. 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	210,681	328,534,969	0.64
Total Conservación	468,497	1,345,580,852	0.35
Total Apoyo	34,790		0.02
Total Programa	713,968	1,674,115,820	0.43

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 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 10,142,789 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 14.21. Utilizando el valor de la productividad actual del agua de 19.49 \$/m³, la relación beneficio costo es igual a 44.7 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad es de 0.85 \$/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 2012 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan

Considerando una TREMA de 10%, el valor presente neto acumulado del Plan es de 4,040,556 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 82%. 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 37.4% 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 0.844 \$/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 2.17 \$/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 30% del costo total y el 20% del volumen liberado con un costo promedio de 0.64 \$/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 8.5% del costo total y el 19% del volumen liberado pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados.

Las acciones de Conservación representan el 66% del costo total y el 80% del volumen liberado con un costo promedio de 0.35 \$/m³. Con el criterio anteriormente mencionado son atractivas las acciones de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla. Hay que enfatizar el impacto de las dos primeras con el 60% del volumen liberado y el 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 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. 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 y el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

La Evaluación del 2006 cultivando 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación, en el Escenario Repda Restringido se reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de 1.69 \$/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 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 19.49 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económico ambientales totalizan \$943 millones de pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo.

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 1,000,856 mca (31.7 lps) es el promedio suministrado por el acuífero del Valle de Vicente Guerrero, lo cual representa el 8% de la recarga neta y el 24% 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 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 las tablas 2, 3 y 4 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 liberados y los totales en el período de efecto de la acción. Sobre esta base se calcula el costo por metro cúbico liberado.

Tabla 2. 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	Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	27,624	139,321	1,950,500	14.16
EST2	Gestión de derechos de agua a favor del acuífero	60,697	60,271,800	314,640,000	0.19
EST3	Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	22,986	354,805	3,548,052	6.48
EST4	Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero	2,800	0	0	
EST5	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	91,002	709,610	7,096,104	12.82
EST6	Explotación de aguas de origen marino	772	0	0	
EST7	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	4,800	61,920	1,300,313	3.69
	Total Estabilización	210,681	61,537,457	328,534,969	0.64

Con relación al costo total del Plan en pesos de 2005 que arroja un valor de 713,968 miles de pesos (Tabla 5), las acciones de estabilización en la Tabla 2 suman 210,681 miles de pesos representando el 30% del costo total y el 20% del volumen liberado (329 millones de metros cúbicos). El costo promedio es de 0.64 \$/m³.

Analizando las acciones, se tiene que el Proyecto de Desaladoras de CESPE representa el 4% del costo total y libera el 0.1 % 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 8.5% del costo total y libera el 19% del volumen total a un costo de 0.19 \$/m³, indicando que esta acción es prioritaria.

El Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola libera el 0.4% del volumen total y representa el 13% del costo total a un costo de 12.89 \$/m³.

La acción del Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Público Urbano que libera menos del 0.1% del volumen total y representa el 0.7% del costo total a un costo de 3.69 \$/m³. Hay que considerar que el sistema actual es incipiente pero debe nacer y crecer con una cultura de ahorro y uso eficiente.

Las otras acciones reportadas en la tabla mencionada, se consideran como acciones necesarias en el Plan para estabilizar el acuífero.

Tabla 3. 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	Presa Invertida	217,365	13,000,000	247,000,000	0.88
CON2	Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero	164,953	0	0	
CON3	Tratamiento de agua residual e infraestructura	34,022	15,122,286	317,568,012	0.11
CON4	Construcción de Bordos de Recarga	18,110	195,000	3,900,000	4.64
CON5	Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras	8,021	32,731,706	687,365,817	0.01
CON6	Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado	2,080	0	0	
CON7	Laguna Zarahembla	780	8,000,000	80,000,000	0.01
CON8	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas	580	195,000	2,925,000	0.20
CON9	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas bajas	580	195,000	2,925,000	0.20
CON10	Construcción de Bordos de Protección	12,310	0	0	
CON11	Proyecto de Reforestación	7,652	195,000	2,925,000	2.62
CON12	Regularización de Obras de Captación	2,044	194,405	972,023	2.10
	Total Conservación	468,497		1,345,580,852	0.35

Las acciones de Conservación (Tabla 3) representan un costo de 486,497 miles de pesos (66% del costo total) y liberan el 80% del volumen total a un costo medio de 0.35 \$/m³.

La acción de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, libera el 41% del volumen total representando el 1% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³, mientras que el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 19% del volumen total representando el 4.8% del costo total a un costo medio de 0.11\$/m³. Hay que enfatizar el impacto de estas dos acciones con el 60% del volumen liberado y el 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.

La Presa Invertida libera el 15% del volumen total y representa el 30% del costo total a un costo medio de 0.88\$/m³ y la Laguna Zarahembla participa con el 5% del volumen total liberado y el 0.11% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³.

Tabla 4. 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
APO 1	Fortalecimiento del COTAS	18,800		1,674,115,820	0.01
APO 2	Creación del Centro de Gestión Financiera	15,990		1,674,115,820	0.01
	Total Apoyo	34,790		1,674,115,820	0.02

En la Tabla 4 se presentan las acciones de Apoyo que no contribuyen directamente a rescatar volúmenes del acuífero, por lo que su costo de 34,790 miles de pesos se prorratea como un costo indirecto sobre el volumen total liberado de 1,674 millones de metros cúbicos lo cual arroja un costo de 0.02 \$/m³.

Finalmente en la Tabla 5 se resume el Plan de Manejo con un costo total de 713,968 miles de pesos para liberar del orden de 1,674 millones de metros cúbicos a un costo medio de 0.43 \$/m³. Estos valores se pueden comparar con los costos económico ambientales que totalizan \$943 millones de pesos y el costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 11.84 \$/m³.

Tabla 5. 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	210,681	328,534,969	0.64
Total Conservación	468,497	1,345,580,852	0.35
Total Apoyo	34,790		0.02
Total Programa	713,968	1,674,115,820	0.43

Análisis Económico del Plan

La Tabla 6 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 713,968 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 10,856,756 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 10,142,789 miles de pesos a valores de 2005, lo cual representa una relación Beneficio Costo para el Plan de 14.21, 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 2012 con este esquema se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

Tabla 6. 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 o miles de pesos	Valor presente Ingreso neto miles de pesos	Valor presente Ingreso neto Acumulado o miles de pesos
	Estabilización	Conservación	Apoyo	Total							
2007	0	0	0	0	0	9.08	0	0	0	0	0
2008	7,840	1,870	30	9,740	0	9.11	0	-9,740	-9,740	-8,855	-8,855
2009	23,591	61,710	2,040	87,341	194,405	9.16	1,781	-85,561	-95,301	-70,711	-79,566
2010	32,651	163,194	1,920	197,765	48,110,316	9.17	441,345	243,580	148,280	183,006	103,440
2011	33,205	7,923	1,920	43,048	49,509,053	9.29	459,832	416,784	565,064	284,669	388,109
2012	24,874	77,440	1,520	103,834	70,509,053	9.27	653,956	550,122	1,115,186	341,583	729,691
2013	24,794	77,440	1,520	103,754	79,989,053	9.33	746,302	642,548	1,757,734	362,702	1,092,393
2014	24,874	73,852	1,520	100,246	87,794,649	9.41	825,716	725,470	2,483,204	372,281	1,464,674
2015	23,994	394	1,520	25,908	79,794,649	11.97	955,019	929,111	3,412,315	433,437	1,898,111
2016	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	12.30	1,087,436	1,084,576	4,496,891	459,966	2,358,077
2017	948	311	1,520	2,779	80,379,649	12.84	1,032,299	1,029,520	5,526,411	396,924	2,755,002
2018	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	13.50	1,193,310	1,190,451	6,716,862	417,246	3,172,247
2019	948	311	1,520	2,779	80,379,649	15.15	1,217,433	1,214,654	7,931,516	387,026	3,559,273
2020	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	17.05	1,506,731	1,503,871	9,435,387	435,618	3,994,891
2021	948	311	1,520	2,779	79,315,233	20.95	1,661,336	1,658,556	11,093,943	436,750	4,431,641
2022	1,028	311	1,520	2,859	87,315,233	0.00	0	-2,859	11,091,083	-685	4,430,957
2023	948	311	1,520	2,779	79,315,233	-44.32	-3,514,904	-3,517,683	7,573,400	-765,550	3,665,406
2024	1,028	311	1,520	2,859	87,315,233	4.14	361,283	358,423	7,931,824	70,912	3,736,318
2025	948	311	1,520	2,779	79,175,912	1.99	157,339	154,560	8,086,383	27,799	3,764,117
2026	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	4.78	416,843	413,983	8,500,367	67,690	3,831,807
2027	948	311	1,520	2,779	79,175,912	3.19	252,225	249,446	8,749,812	37,079	3,868,885
2028	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	5.31	463,118	460,259	9,210,071	62,195	3,931,080
2029	948	311	1,520	2,779	79,175,912	6.04	478,362	475,583	9,685,654	58,423	3,989,504
2030	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	5.28	459,994	457,134	10,142,789	51,052	4,040,556
Total	210,681	468,497	34,790	713,968	1,674,115,820		10,856,756	10,142,789		4,040,556	

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 4,040,556 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 82% cuando el valor de VPNA tiende a cero.

Con una tasa de descuento de 37.4% el valor de VPNA es igual al costo del plan (713,968 miles de pesos) lo cual representa una relación beneficio costo igual a la unidad. Utilizando el valor de la productividad del agua de 19.49 \$/m³ la tasa de descuento para una relación beneficio costo

igual a la unidad se ubica en 57.5%. 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 2.17 \$/m³. Finalmente el Precio mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una TIR del 10% se ubica en 0.844\$/m³.

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 Vicente Guerrero integra 21 acciones de las cuales 7 se clasifican como acciones de estabilización, 12 como acciones de conservación y dos como acciones de apoyo. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,674,115,820 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 713,968 miles de pesos lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/m³ de agua liberado.
- Los “Ingresos netos” esperados de este plan totalizan 10,142,789 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 14.21 a valores constantes. Si la referencia es el valor de la productividad actual del agua de 19.49 \$/m³, la relación beneficio costo a valores constantes es igual a 44.7 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 0.85\$/m³.
- 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 4,040,556 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 82%.

- 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 37.4% lo cual estaría fijando la tasa máxima de interés del financiamiento. Con un valor de TIR de 10% se tendría que establecer el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado en $0.844\$/m^3$ 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 $2.17\$/m^3$. En estas condiciones la relación beneficio a costo a valores constantes sería de 4.09.
 - 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 2012 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, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla 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.
-

XI.6. 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 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.

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 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.
- 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.7. MATRIZ DE PLANEACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.

En la Matriz de Planificación se sintetizan los elementos básicos de un proyecto. Para su diseño se utiliza la información obtenida en la fase de identificación, buscándose la coherencia a varios niveles:

- Coherencia externa: de la matriz respecto a problemática identificada.
- Coherencia interna: de los diferentes componentes que integran la matriz, de forma tal que exista una relación causal y lógica entre cada uno de ellos.

Los elementos fundamentales que integran la matriz son: objetivo general, objetivos específicos, resultados, indicadores, fuentes de verificación y supuestos o hipótesis.

Antes de entrar en la explicación de cada uno de ellos vamos a recordar que un proyecto se diseña para provocar ciertos cambios específicos en un determinado período de tiempo, a través de la realización de ciertas acciones..

Los resultados son los productos que el proyecto va a entregar en el tiempo establecido, contribuyendo a alcanzar el objetivo específico.

El objetivo específico es la expresión del efecto que se espera el proyecto logre en un tiempo razonable.

A largo plazo se espera que el proyecto, contribuya a alcanzar el objetivo general.

Por consiguiente, en todo proyecto se da una cadena causa-efecto a diferentes niveles de forma tal que si se emplean adecuadamente los medios se alcanzarán los resultados necesarios para lograr el objetivo específico previsto. Si se logra en este, con el tiempo se habrá conseguido el objetivo general, logrando ese cambio que se pretendía conseguir.

Es importante identificar claramente los distintos niveles en la jerarquía de un proyecto. Así, las acciones y los resultados deben ser garantizados por la administración del proyecto de forma tal que existe el compromiso y la obligación de alcanzarlos. Si no se logra se deben exigir responsabilidades a los gestores.

Sin embargo, en los casos del objetivo específico y el global, su logro no depende solamente de la gestión del proyecto; pueden darse otros acontecimientos que estén más allá del control del mismo. Para alcanzarlos no basta tan sólo con una gestión adecuada. En el caso del objetivo general su consecución se comprobará en el largo plazo y será fruto de la actuación conjunta o sucesiva de diversos proyectos.

En la Matriz de Planificación se resume el proyecto reflejando sus elementos fundamentales. Su utilidad es doble:

- La Fase de Presentación y Valoración permite entender el planteamiento del proyecto. Es fruto de la identificación realizada y debe ser coherente con la problemática que se pretende abordar.
- La Fase de Ejecución es una guía que permite conseguir lo que se va alcanzando con lo previsto inicialmente. Las metas se reflejan mediante indicadores objetivamente verificables y cuantificados.

La Matriz de Planificación está integrada por los siguientes elementos:

- **Objetivo general:** objetivo último y principal al que el proyecto pretende contribuir a largo plazo.
- **Objetivo específico:** efecto que el proyecto pretende conseguir en un plazo de tiempo razonable. Refleja el logro de una nueva situación en la que el problema central del grupo beneficiario ha sido solucionado. Debe formularse en términos realmente alcanzables.
- **Resultados:** productos que el proyecto puede garantizar como consecuencia de sus actividades. Es lo que se quiere alcanzar con el proyecto una vez realizadas las actividades programadas.
- **Actividades:** son las acciones que se han de realizar de forma simultánea o secuencial, utilizando los medios necesarios, con el fin de conseguir los resultados en el tiempo previsto.
- **Indicadores:** son la expresión cuantitativa y cualitativa de lo que se ha de conseguir dependiendo del nivel en el que se formulen. Es, por tanto, la medida del logro del objetivo o del resultado siendo vital para dilucidar el éxito o el fracaso del proyecto. Han de ser concretos y medibles, siendo importante que se busquen varios indicadores para medir el logro de un mismo resultado u objetivo. Dicha combinación aumentará la fiabilidad del cambio conseguido. Los indicadores son básicos para el seguimiento y posterior evaluación del proyecto.
- **Fuentes de verificación:** indican el medio a través del cual se obtendrá la información necesaria para verificar los indicadores. Todo indicador debe llevar asociada al menos una fuente de verificación. La información debe ser fácil de conseguir y con un costo (en tiempo y dinero) adecuado.
- **Supuestos (hipótesis o riesgos):** son aquellos acontecimientos, condiciones y decisiones que están más allá del control de la gestión del proyecto y de su esfera de responsabilidad.

En ella, se expresa de manera integrada, la estrategia de ejecución del proyecto, con sus objetivos, sus resultados/productos, actividades principales, indicadores verificables objetivamente, fuentes de verificación y los supuestos. La matriz contiene la formulación estratégica del proyecto, es decir, sus formulaciones son de carácter general.

A continuación se presenta la matriz de planeación del Plan de Manejo del Acuífero.

Tabla 1. MATRIZ DE PLANEACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL ACUÍFERO DE VICENTE GUERRERO

Objetivos / Resultados / Actividades	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Supuestos
<p>Objetivo Superior:</p> <p>Crecimiento sostenido de la región</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Producto Interno Bruto de la Región. • Ingreso per Cápita de la Población. • Crecimiento del Empleo. • Inversión en Actividades Productivas. • Valor de las Exportaciones. • Producción Agrícola (\$ y Toneladas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) • Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California (SEDECO) • Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA) • Banco de México 	<ul style="list-style-type: none"> • Que no suceda una sequía tan prolongada que disminuya drásticamente la recarga. • Voluntad política para promover el desarrollo económico de la región. • Contar con el financiamiento necesario para el crecimiento sostenido de la región.
<p>Objetivo del Plan de Manejo:</p> <p>Hacer un Uso Sustentable del Acuífero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio Dinámico del Acuífero. • Calidad del Agua bajo la norma oficial mexicana según el uso del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) • Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) • Comisión Estatal del Agua (CEA) • Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) • Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) • SEFOA • Comisión para la Planeación y el Desarrollo del Municipio de Ensenada (COPLADEM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación puntual del Plan Integral de Manejo de los Acuíferos • Participación activa de las partes involucradas en el Plan de Manejo. • Voluntad política e institucional para el cumplimiento del Plan de Manejo • Gestión exitosa de recursos financieros para la realización del Plan de Manejo. • Que se presenten condiciones de recarga similares o mejores a las históricas.

<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución del nivel estático. • Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino). • Evolución de la recarga total.(natural, inducida). 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • CEA • UABC • CICESE 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 1. • Voluntad política para acceder a nuevas fuentes de agua. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 2:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de variación de la extracción. • Porcentaje de pozos con medidor del caudal. • Volumen de transferencia de derechos. • Rescate de volúmenes de agua a favor del acuífero. • Índice de producción agrícola por volumen de agua utilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • CEA • CESPE 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 2. • Voluntad política de los usuarios para reducir las extracciones de agua del acuífero. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 3:</p> <p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución del nivel estático. • Evolución de la calidad del agua. • Evolución de la recarga total.(natural, inducida). • Porcentaje de población con servicio de agua potable. • Índice de cobertura vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • PROFEPA • COTAS • CEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 3. • Existe la voluntad de los usuarios para estabilizar y preservar el volumen y calidad de agua del acuífero y su entorno. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.

<p>Resultado 4:</p> <p>Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de leyes, reglamentos y normas elaboradas de acuerdo al contexto de cada acuífero y su entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • SAGARPA • Congreso de la Unión • Congreso del Estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 4. • Existe la voluntad política de los legisladores por contar con la normatividad necesaria para evitar el deterioro del acuífero y su entorno. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 5:</p> <p>Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Número de pozos regularizados. • Número de denuncias recibidas relacionadas con el uso del agua. • Eficacia de gestión del COTAS. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • COTAS • SEFOA • SAGARPA • PROFEPA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 5. • Existe la voluntad política de los organismos de control y vigilancia para evitar el incumplimiento de las leyes y reglamentos relacionados con la dinámica del acuífero. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.
<p>Resultado 6:</p> <p>Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de pozos con medidor del caudal. • Evolución del nivel estático. • Evolución de la calidad del agua. • Evolución de la recarga total. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONAGUA • CEA • COTAS • UABC • CICESE • SEFOA 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones señaladas en la matriz de planeación para alcanzar el resultado 6. • Existe la voluntad de los usuarios para llevar a cabo los estudios y las mediciones del acuífero y su entorno para evaluar los fenómenos asociados a su dinámica. • Contar con el recurso económico necesario para llevar a cabo las acciones.

RESULTADOS Y SUS PRINCIPALES ACCIONES

Resultados	Principales Acciones y/o Actividades
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de bordo de desviación hacia la Laguna Costera Sarahembla • Construcción de bordos de recarga • Creación del Centro de Gestión Financiera • Presa Invertida • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación
<p>Resultado 2:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Gestión de derechos de agua a favor del acuífero • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano
<p>Resultado 3:</p> <p>Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar la calidad del agua del acuífero y de su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Presa Invertida • Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE • Proyecto de Reforestación • Tratamiento de agua residual e infraestructura
<p>Resultado 4:</p> <p>Se cuenta con las regulaciones necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS

<p>Resultado 5:</p> <p>Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de verificación y sanción para el cumplimiento de las regulaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca • Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. • Creación del Centro de Gestión Financiera • Fortalecimiento del COTAS
<p>Resultado 6:</p> <p>Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación del Centro de Gestión Financiera • Desarrollo del modelo geohidrológico de Vicente Guerrero • Establecimiento de una red de Medición Hidrológica • Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado • Explotación de Aguas de Origen Marino • Fortalecimiento del COTAS • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola • Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano
<p>Recomendaciones:</p> <p>Se recomiendan las siguientes acciones, que si bien no tienen una incidencia directa sobre el acuífero, si fueron demandadas por los habitantes de las comunidades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento de agua potable y alcantarillado a la población de Vicente Guerrero • Construcción de bordos de protección

XI.8 Planeación Operativa del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero

Principales Acciones y/o Actividades	Resultados Esperados	Fecha de Ejecución	Responsable de la Ejecución	Instituciones y Organizaciones de Apoyo	Condiciones, Requisitos y Supuestos
<p>Construcción de bordo de desviación hacia la Laguna Costera Sarahembla</p>	<p>Incrementar la disponibilidad de agua durante los años en que haya escurrimientos.</p>	<p>A partir del 2008 y mantenimiento permanente.</p>	<p>CONAGUA, CEA, Ayuntamiento de Ensenada y COTAS</p>	<p>USUARIOS</p>	<p>Se cuenta con el recurso financiero y apoyo de los usuarios. Se hace uso de los escurrimientos superficiales que llegan al mar. Se tienen efectos ambientales positivos y los mecanismos institucionales para el uso del agua almacenada. Se tienen precipitaciones y escurrimientos suficientes para derivar a la laguna. Se cuenta con la buena disposición de la cooperativa pesquera asentada en la boca del arroyo al mar.</p>

<p>Construcción de bordos de recarga</p>	<p>Retener temporalmente el agua del arroyo para favorecer la infiltración al acuífero y aumentar la disponibilidad de agua subterránea.</p>	<p>A partir del 2008 y mantenimiento permanente.</p>	<p>CONAGUA, SEFOA y COTAS</p>	<p>Usuarios y Contratistas</p>	<p>Se cuenta con el recurso financiero y apoyo de los usuarios. Se cuenta con zonas propicias para las obras. Se cuenta con la anuencia de los propietarios de los terrenos para construir los bordos. Se establecerán los mecanismos para no usar el agua superficial. Los usuarios respetan las obras realizadas y le dan mantenimiento requerido.</p>
--	--	--	-------------------------------	--------------------------------	--

<p>Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca</p>	<p>Reestablecer el comportamiento hidráulico natural del arroyo. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo. No propiciar el aumento de la evaporación del agua freática después de la explotación</p>	<p>Inicia después de aprobarse el Plan de Manejo (2008) y es permanente</p>	<p>CONAGUA y COTAS</p>	<p>UABC</p>	<p>La misma normativa no prevé explícitamente que al término de la explotación el comportamiento hidráulico del arroyo no impacte al acuífero. La CONAGUA esta dispuesta a hacer valer su autoridad para evitar impactos al acuífero. Los COTAS y usuarios del agua darán parte a la CONAGUA de irregularidades en al explotación de los pétreos.</p>
--	---	---	------------------------	-------------	---

<p>Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras.</p>	<p>Aprovechar el agua subterránea salobre sin provocar un mayor desplazamiento del frente salino. Evitar la contaminación del acuífero por salmuera de rechazo.</p>	<p>Inicia en 2008 y es permanente</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>UABC CICESE SEMARNAT</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros. Se determina la ubicación de los pozos de extracción y la del agua de rechazo y su proceso de disposición final. Se cuenta con los mecanismos de inspección a los usuarios del agua desalada y sanción a los que infrinjan la normativa.</p>
<p>Creación del Centro de Gestión Financiera</p>	<p>Obtener financiamiento externo y de forma organizada como un colectivo para realizar el Plan de Manejo.</p>	<p>Inicia después de la aprobación del Plan y es permanente</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>CEA SEFOA</p>	<p>El CGF es capaz de obtener recursos para ejecutar las acciones del Plan de Manejo mediante la gestión de financiamientos de organismos internacionales. El gobierno esté dispuesto a fungir como aval de los compromisos adquiridos.</p>

<p>Desarrollo del Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero</p>	<p>Conocer el funcionamiento del acuífero para hacer un uso sustentable del mismo. Disponer de una herramienta dinámica y flexible para el diagnóstico, análisis y planeación del manejo del acuífero.</p>	<p>Generación del modelo y calibración: 2008 a 2011. Actualización: anual</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>UABC CICESE SEMARNAT</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros para generar el modelo. Se aprueba el plan de estudios exploratorios y se genera un esquema de organización para llevar a cabo la acción.</p>
<p>Establecimiento de una red de Medición Hidrológica</p>	<p>Contar con un medio de observación que actúe como herramienta de diagnóstico, análisis, planeación, verificación y alerta del funcionamiento del hidrodinámico del sistema de aguas subterráneas. Contribuir a la estabilización del acuífero</p>	<p>Diseño de las redes de observación y medición: 6 meses. Instalación de instrumentos de medición: tres años. Medición: semestral.</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>UABC SEMARNAT CESPE</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros para la instalación de la red. Se cuenta con un organismo que gestione fondos para el sostenimiento de la red. Se aprueba el plan de observación y se genera un esquema de organización para llevar a cabo la acción.</p>

<p>Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado</p>	<p>Contar con información fidedigna sobre la posibilidad de existencia de un acuífero confinado que pudiera aumentar la disponibilidad de agua.</p> <p>Contribuir con el conocimiento de las características geológicas, geohidrológica e hidráulicas de la zona acuífera.</p> <p>Disponer de más herramientas para determinar los volúmenes y las tendencias en la evolución del acuífero.</p>	<p>Ejecución del proyecto: 18 meses</p>	<p>CONAGUA COTAS</p>	<p>UABC SEMARNAT</p>	<p>Se cuenta con los recursos financieros. Se aprueba el plan de estudios exploratorios y se genera un esquema de organización para llevar a cabo esta acción.</p>
<p>Explotación de Aguas de Origen Marino</p>	<p>Contar con una fuente adicional de agua.</p>	<p>A partir de la aprobación del Plan de Manejo y permanente.</p>	<p>CONAGUA, COTAS y SEMARNAT</p>	<p>Secretaría de Desarrollo Económico. NETAFIN UABC CICESE</p>	<p>La SEDECO gestiona el financiamiento para la construcción de desaladoras. Los productores están interesados en contar con una fuente segura, de buena calidad y a costo razonable.</p>

Fortalecimiento del COTAS	<p>Contar con personal competente a cargo del diseño, construcción e inspección de las acciones.</p> <p>Contar con personal suficiente y capacitado para realizar las tareas de supervisión y mantenimiento.</p> <p>Asignar responsabilidades sobre el uso del agua a personal con capacidad probada.</p> <p>Contar con una organización que desarrolle información preliminar suficiente.</p>	Permanente	CONAGUA, COTAS Y SEFOA	INIFAP, UABC, CICESE, CESPE	<p>Aprobación del plan de fortalecimiento del COTAS.</p> <p>Falta de infraestructura y capacitación de COTAS para realizar de mejor forma su trabajo</p> <p>Falta autoridad moral al COTAS sobre los usuarios, para que reconozcan la capacidad técnica y de organización del organismo.</p>
---------------------------	--	------------	------------------------	-----------------------------	--

<p>Gestión de derechos de agua a favor del acuífero</p>	<p>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 al acuífero. Lograr una distribución justa y equitativa de los derechos de explotación. El agua adquiere un valor por su uso y productividad económica y social.</p>	<p>Inicia después de conocer el volumen de recarga del acuífero y concluye al igualar el volumen disponible contra el concesionado, (5 años). Inicia en 2010 Se espera que concluye en 2015</p>	<p>CONAGUA y COTAS</p>	<p>SEFOA Secretaría de Desarrollo Económico.</p>	<p>Aprobación del plan de manejo Se lleve a cabo el censo de aprovechamientos y el estudio de medición y monitoreo sistemático para determinar el volumen medio de recarga. Se requiere que exista interés por parte de los usuarios y confianza en las instituciones del agua.</p>
<p>Presa Invertida</p>	<p>Detener la salida del agua subterránea al mar, aumentando el volumen disponible. Evitar la contaminación del acuífero por intrusión marina.</p>	<p>5 años</p>	<p>CONAGUA, COTAS y CEA</p>	<p>UABC, CICESE</p>	<p>Se cuenta con el recurso financiero. Se tiene un almacenamiento hasta la parte superior de la presa.</p>

Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	<p>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.</p> <p>Disminuir la superficie sembrada al introducir cultivos en malla sombra, invernadero.</p> <p>Convertir los cultivos de baja productividad y uso intensivo de agua por cultivos de mayor valor comercial y menor consumo de agua.</p> <p>Mediante la capacitación agrícola abatir costos de producción logrando que todos los cultivos produzcan más y mejor con menor consumo de agua y fertilizantes.</p>	Desde la aprobación del Plan y permanente.	<p>CONAGUA</p> <p>SAGARPA</p> <p>COTAS</p>	<p>INIFAB</p> <p>IMTA</p> <p>Instituto Nacional de Capacitación Agrícola Rural</p> <p>SEFOA</p> <p>UABC</p>	<p>Los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del mismo.</p> <p>Los usuarios saben que de continuar sobreexplotando el acuífero las actividades económicas se colapsarán.</p> <p>Los agricultores medianos y pequeños no tienen apoyos para la conversión de cultivos. Se debe buscar el fondo y los incentivos.</p> <p>Los agricultores grandes creen que están suficientemente tecnificados y sus sistemas de riego optimizados.</p> <p>Se cree que la reducción del abasto del sector público es suficiente para cubrir la demanda requerida.</p> <p>Se necesita conocer con la recarga del acuífero y establecer con precisión el volumen de agua a reducir.</p>
---	--	--	--	---	--

Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso público urbano. Generar y difundir la cultura del ahorro y uso eficiente del agua entre los diferentes sectores de usuarios para reducir su consumo per cápita.	Desde la aprobación del Plan y permanente.	CESPE CONAGUA CEA	SEP SEBS ISEP UABC CICESE Sociedad Civil Medios de Comunicación	Buena disposición de los medios de comunicación, los organismos educativos y la sociedad civil para participar en el programa de cultura de agua. Se promueve un programa de incentivos para la sustitución de implementos ahorradores de agua.
Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	Satisfacer el aumento de la demanda de agua para uso público urbano en la ciudad de Ensenada y otros centros de población aledaños. Aprovechar los excedentes de la desalación en el período 2010-2028 para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y aumentar su disponibilidad en beneficio de la agricultura.	Primera etapa: Inicia en 2008 y termina en 2009 Segunda y Tercera: no definida aún.	CONAGUA CEA CESPE Banca de Desarrollo	Contratistas	Es aprobado el proyecto por la Cámara de Diputados. Los grupos ecologistas apoyan el proyecto. La comparación del costo beneficio es favorable con respecto de otras acciones que pueden ofrecer resultados similares. Existe disponibilidad del recurso financiero.

<p>Proyecto de Reforestación</p>	<p>Contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración en el cauce del arroyo. Incremento de la recarga, y la disponibilidad de agua en el acuífero</p>	<p>A partir de la aprobación del Plan de Manejo y de forma permanente.</p>	<p>CONAFOR SEFOA COTAS</p>	<p>INIFAP UABC CICESE CONANP</p>	<p>Los propietarios de los predios en la zona alta de la Cuenca están interesados en la reforestación. Los usuarios del agua están dispuestos a contribuir con la mano de obra para el sembrado y mantenimiento de las áreas reforestadas.</p>
<p>Tratamiento de agua residual e infraestructura</p>	<p>Evitar la descarga actual de agua residual, fuera de norma, sobre los cuerpos receptores mitigando los impactos de contaminación al acuífero. Contar una fuente adicional que permita abastecer de agua que no sea del acuífero a los usos agrícolas. Eliminar los drenes a cielo abierto de aguas negras que constituyen un peligro para la salud.</p>	<p>5 años para la construcción de plantas de tratamiento. Operación permanente.</p>	<p>CESPE CONAGUA COTAS</p>	<p>SEDECO SEMARNAT</p>	<p>Se obtiene agua apropiada de las plantas de tratamiento para usos agrícolas. La relación costo beneficio de esta acción con respecto a otras fuentes es menor.</p>

) Abastecimiento de agua potable y alcantarillado a la población de Vicente Guerrero					
) Construcción de bordos de protección					

Planeación Operativa del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero

Construcción de bordo de desviación hacia la Laguna Costera Sarahembla

Subactividades	Años							Costo	Involucrados
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015
Estudios geotécnicos e hidráulicos								80,000	CONAGUA, CEA, Ayuntamiento de Ensenada y COTAS
Proyecto Ejecutivo								100,000	CONAGUA, CEA, Ayuntamiento de Ensenada y COTAS
Construcción de canal y compuertas								600,000	CONAGUA, CEA, Ayuntamiento de Ensenada y COTAS
Mantenimiento								Presupuesto Interno	CONAGUA, CEA, Ayuntamiento de Ensenada y COTAS
								780,000	

Construcción de bordos de recarga

Subactividades	Años							Costo	Involucrados
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015
Estudio para la identificación de los sitios óptimos.								500,000	CONAGUA
Estudio de Evaluación de la Factibilidad Técnica, Económica, Social y Ambiental.								500,000	CONAGUA
Proyecto Ejecutivo.								500,000	CONAGUA
Construcción de la obra (presas de infiltración de 1.6 Mm ³ de capacidad)								\$9,000,000 (por obra)	SEFOA, CONAGUA, FIRCO
Operación y mantenimiento.								Presupuesto interno.	CONAGUA, SEFOA
								\$10,500,000.00	

Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca (VG)

Subactividades	Años							Costo	Involucrados
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015

	Años											Involucrados	Costo		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015							
Estudio de la hidrodinámica del arroyo a explotar														400,000	CONAGUA, COTAS y UABC
Lineamientos técnicos específicos para cada explotación														180,000	CONAGUA, COTAS y UABC
														580,000	

Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. (VG)

Subactividades	Años											Involucrados	Costo		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015							
Proceso de zonificación, censo y evaluación														934,000	CONAGUA, SEMARNAT, COTAS
Reglamentación														78,000	CONAGUA, SEMARNAT, COTAS
Instrumentación														467,000	CONAGUA, SEMARNAT, COTAS
Operación y mantenimiento														311,000	CONAGUA, SEMARNAT, COTAS
TOTAL:														1,755,000	

Creación del Centro de Gestión Financiera

Subactividades	Años											Involucrados	Costo		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015							
Instalación del organismo														150,000	CONAGUA, CEA, SEFOA, COTAS
Gasto de mantenimiento de oficinas y de gestión														720,000	CONAGUA, CEA, SEFOA, COTAS
														870,000	

Desarrollo del Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero

Subactividades	Años											Involucrados	Costo		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015							
Estudio de evaluación técnica, económica, social y ambiental.														100,000	CONAGUA, COTAS, UABC, CICESE
Generación de datos y diseño de base de datos														700,000	CONAGUA, COTAS, UABC, CICESE

Subactividades	Años							Costo	Involucrados
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015
Diagnóstico									CESPE
Campaña de difusión masiva									CONAGUA, CEA y CESPE
Curso de Capacitación									IMTA, UABC, ISEP y CESPE
Programa de sustitución de equipos sanitarios									CONAGUA, CEA y CESPE
								0	

Proyecto de Reforestación (VG)

Subactividades	Años							Costo	Involucrados	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015
Proyecto de reforestación.									200,000	CONAGUA, CONANP y COTAS
Reforestación (con vivero)									1,500,000	CONAFOR, SEFOA, CONAGUA, CONANP y COTAS
Reforestación (con vivero y obra de suelo)									3,525,000	CONAFOR, SEFOA, CONAGUA, CONANP y COTAS
Protección de Áreas reforestadas									477,000	CONAFOR, SEFOA, CONAGUA, CONANP y COTAS
Mantenimiento de Áreas reforestadas									1,950,000	CONAFOR, SEFOA, CONAGUA, CONANP y COTAS
									7,652,000	

Tratamiento de agua residual e infraestructura (VG)

Subactividades	Años							Costo	Involucrados	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			2015
Estudios de factibilidad									73,800	CONAGUA, CEA, COTAS y CESPE
Proyecto ejecutivo para la Sistema de drenaje sanitario, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamo y Emisor									738,000	CONAGUA, CEA y CESPE

XI.9. 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 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/coordiación. 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 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 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 Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (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.

XI.9.1. 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 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 e indicadores de seguimiento.

Información General	
Número /nombre indicador:	Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino).
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.
Meta:	Que se cuente con un volumen de agua adicional de otras fuentes tal que únicamente sea necesario extraer del acuífero a lo más el volumen de recarga anual promedio del acuífero.
Descripción del indicador:	Se establecerá el volumen promedio de recarga del acuífero y este será el volumen máximo a extraer el cual, complementado con agua de otras fuentes satisficará la demanda.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	El volumen obtenido del trasvase de otras cuencas sumado al volumen obtenido de la desalinización de agua de mar.
Fuente de datos y forma de obtención:	COSAE y CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se tienen registros de los volumen de agua desalinizados y no se cuenta con agua trasvasada de otras cuencas.
Desvíos admitidos:	La suma de las extracciones del acuífero más el volumen de agua obtenido de otras fuentes deberá ser a lo más un 10% menor que la recarga promedio anual.
Comentarios:	El porcentaje de desviación admitido depende del volumen de agua de reserva en cada acuífero. Este indicador requiere estimar la recarga promedio anual del acuífero para poderse aplicar.

Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución de la recarga total.
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.
Meta:	Aumentar la recarga en un 15% de la recarga natural por la construcción de obras de recarga artificial anual.
Descripción del indicador:	La recarga total del acuífero es el resultado de adicionar la recarga natural producto de la infiltración de la precipitación en la cuenca y a lo largo de los arroyos con la recarga inducida debida a la construcción de bordos de recarga a lo largo de los arroyos tanto en la parte alta como baja de la cuenca. La evolución de la recarga es su comportamiento a través del tiempo.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Efectividad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos anuales
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	La recarga natural mas la recarga inducida por año.
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS, mediante la red de monitoreo y el balance hídrico anual.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se cuenta con ninguna obra de recarga inducida.
Desvíos admitidos:	Le evolución de la recarga total deberá ser de al menos un 5%.
Comentarios:	Para cuantificar la evolución de la recarga total y separar la cantidad de la recarga por obras de captación artificiales (inducida) es necesario evaluar la recarga natural con precisión por lo que se debe contar con una red hidrológica de mediciones sistemáticas adecuada y en funcionamiento.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de variación de la extracción.
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	Reducir la extracción del agua del acuífero hasta un máximo del volumen promedio de recarga del acuífero
Descripción del indicador:	Extracción de agua del acuífero por bombeo a través del tiempo con respecto al valor de la extracción actual.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto y efectividad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$1 - (\text{extracción anual} / \text{extracción actual}) * 100$
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS a través de la red de medición sistemática.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se cuenta con registros de extracción.
Desvíos admitidos:	No aplica
Comentarios:	Se requiere contar un los datos de la extracción actual y anual.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de pozos con medidor del caudal.
Responsable:	COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	100% de los pozos con medidores volumétricos en 5 años. Incremento anual del 20% de los pozos con medidor.
Descripción del indicador:	Contabilizar los pozos que poseen medidor volumétrico y que este funciona de forma adecuada y que sea tomada su lectura de forma al menos anual.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia y efectividad.
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Número de pozos con medidor volumétrico instalado, en operación y lectura entre número total de captaciones por 100
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS, a partir del censo de captaciones y del número de pozos con medidor volumétrico instalado, en operación y con lecturas.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente en número de pozos con medidor volumétrico es variable dependiendo del acuífero. No se cuenta con un censo de pozos actualizado en la mayoría de los acuíferos.
Desvíos admitidos:	Que no se desvíe con más del 15% de la meta anual. (20% de pozos con medidor anualmente).
Comentarios:	Que el gobierno cumpla con los compromisos de apoyar económicamente la adquisición de medidores volumétricos para los pozos. Completar el censo de aprovechamientos y mantenerlo actualizado.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Volumen de transferencia de derechos.
Responsable:	CONAGUA y COTAS
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	Que se transfieran los derechos de agua inscritos en el REPDA que están por arriba de la recarga promedio anual a favor del acuífero en un plazo de 10 años. (10% de reducción de volúmenes concesionados anualmente).
Descripción del indicador:	Contabilizar el volumen total que a través de la transferencia de derechos de explotación inscritos en el REPDA son cedidos por los usuarios a favor del acuífero para evitar el riesgo de sobreexplotación.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Millones de metros cúbicos
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Sumatoria de los volúmenes de agua que son transferidos de los derechos de explotación.
Fuente de datos y forma de obtención:	El registro del REPDA actualizado. CONAGUA y COTAS
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	No hay en este momento ningún volumen de agua transferido a favor del acuífero.
Desvíos admitidos:	Un 30% del porcentaje anual de reducción de volúmenes concesionados.
Comentarios:	Se debe establecer con precisión la recarga promedio anual del acuífero.

Información General	
Número /nombre indicador:	Índice de valor de la producción agrícola por volumen de agua utilizado.
Responsable:	COTAS, SAGARPA
Resultado:	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.
Meta:	Se cambie el 100% de la superficie de los cultivos de bajo índice de producción agrícola por cultivos de mayor producción en un periodo de 10 años. Se migre hacia técnicas de irrigación que requieren menor cantidad de agua o bien que se optimicen las técnicas ya aplicadas para reducir la demanda de agua.
Descripción del indicador:	Este indicador relaciona el valor de la producción agrícola, de cada tipo de cultivo, en toda el área cultivada con la cantidad de agua requerida. Identificando si a través del tiempo se cultivan productos más rentables que requieren menor cantidad de agua.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficiencia
Frecuencia:	Cada ciclo de cultivo (PV y OI)
Unidad de medida:	Pesos/ha/metros cúbicos por ciclo
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Cociente del valor de la producción agrícola de cada cultivo y el volumen de agua total aplicado.
Fuente de datos y forma de obtención:	Se calcula el valor de la producción para cada tipo de cultivo en todo el valle, y se divide entre el volumen de agua total aplicado.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	No se tienen datos precisos de las cédulas de cultivo ni de la superficie real cultivada. No se conoce el tipo de técnica de riego ni su eficiencia. No se conoce el total del agua extraída del acuífero.
Desvíos admitidos:	20% con relación a la meta anual.
Comentarios:	Se debe conocer con precisión la extensión total cultivada y la extensión cultivada por tipo de cultivo, su valor de producción agrícola y la demanda de agua de cada cultivo según su tipo de riego.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Porcentaje de población con servicio de agua potable..
Responsable:	COTAS, CESPE
Resultado:	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.
Meta:	Que en los próximos 10 años el 80% de los habitantes de poblados mayores a 5,000 habitantes tengan los servicios de agua potable.
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá medir la calidad de vida de la población y su acceso a servicios de agua potable.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Satisfacción
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Porcentaje
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	$=(\text{Número de habitantes de la población/número de habitantes con servicios de agua potable}) * 100$
Fuente de datos y forma de obtención:	Registros de abasto de la CESPE y los censos nacionales de población y vivienda.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	La información del conteo 2005 de población y vivienda, y los registros de cobertura de CESPE para ese año. El porcentaje de cobertura de las poblaciones de cada acuífero es distinto, por lo que la línea base será distinta para cada uno de ellos.
Desvíos admitidos:	Se permiten retrasos en la cobertura en caso de que se esté formulando un programa de abastecimiento que cubra el retraso anual.
Comentarios:	

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución de la calidad del agua.
Responsable:	COTAS
Resultado:	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.
Meta:	Disminuir en un 20% la tasa de incremento de la cantidad de sólidos totales disueltos en el agua por procesos debidos a la sobreexplotación del acuífero.
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá medir el cambio temporal de la calidad del agua del acuífero debido a procesos relacionados con la sobreexplotación del acuífero, tales como la intrusión salina, la extracción de agua profunda mineralizada.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto, Calidad
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Evolución anual del contenido de sólidos totales disueltos en el agua por pozo.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	= (sumatoria del contenido de STD en cada pozo un año n-1 entre el número de pozos)- (sumatoria del contenido de STD en cada pozo un año n entre el número de pozos)
Fuente de datos y forma de obtención:	Medición anual de la conductividad eléctrica del agua de los pozos de monitoreo. COTAS y CONAGUA.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente se cuenta con valores del contenido de STD de diversas campañas en diferentes años que servirán como base para establecer el patrón de evolución, aunque no fueron obtenidos de la red de monitoreo son de utilidad en este indicador.
Desvíos admitidos:	Cuando se trate de años muy secos se puede permitir a lo más no aumentar el contenido de STD.
Comentarios:	

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Índice de cobertura vegetal.
Responsable:	COTAS
Resultado:	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.
Meta:	Aumentar el área de cobertura vegetal al menos en un 20% en 10 años en la parte alta y media de la cuenca por los programas de reforestación.
Descripción del indicador:	Este indicador permitirá evaluar la cobertura vegetal en esta zona y su evolución temporal. La presencia de vegetación en la parte alta y media de la cuenca permite la captación de mayores volúmenes de lluvia.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Hectáreas reforestadas/Hectáreas totales de terreno
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	La superficie reforestada de terreno considerada como parte alta de la cuenca (cota mayor a los 800 m) entre la superficie total.
Fuente de datos y forma de obtención:	Estimaciones de la cobertura vegetal del CONAFOR
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Registros estadísticos de CONAFOR
Desvíos admitidos:	50% de la meta anual.
Comentarios:	

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Número de pozos regularizados.
Responsable:	COTAS, CONAGUA
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Regularizar el 100% de los pozos en un período de 5 años.
Descripción del indicador:	Con base en el censo de captaciones y el Registro Público de Derechos de Agua se determinará el número de captaciones irregulares y se establecerá la cantidad a regularizar anualmente.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Número de pozos regularizados
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	No aplica
Fuente de datos y forma de obtención:	COTAS y CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Diferencia entre el último censo de obras hidráulicas y la última actualización del REPDA.
Desvíos admitidos:	20 % de la meta anual.
Comentarios:	Se deberá actualizar anualmente el censo de obras hidráulicas.

Ficha para la construcción de indicadores	
Información General	
Número /nombre indicador:	Número de denuncias recibidas relacionadas con el uso del agua.
Responsable:	CONAGUA
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Que el número de denuncias relativas al uso del agua recibidas por la CONAGUA se reduzca anualmente en un 10%.
Descripción del indicador:	A través del número de denuncias se medirá la eficacia de las medidas de control implementadas para reducir la sobreexplotación del acuífero.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia.
Frecuencia:	Anual
Unidad de medida:	Número de denuncias recibidas relativas al uso del agua.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	No aplica.
Fuente de datos y forma de obtención:	CONAGUA
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Número de denuncias recibidas en el último año.
Desvíos admitidos:	20% de la meta anual.
Comentarios:	Se asume que cualquier incumplimiento de la normatividad en materia de uso de agua, genera una denuncia.

Ficha para la construcción de indicadores**Información General**

Número /nombre indicador:	Eficacia de gestión del COTAS.
Responsable:	Consejo de Cuenca
Resultado:	Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.
Meta:	Que el 100% de los trámites realizados por los COTAS sean exitosos.
Descripción del indicador:	La eficacia de la gestión está directamente relacionada con el número de trámites resueltos favorablemente en tiempo y forma durante un año en relación con el número de trámites totales.

Característica del Indicador

Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Eficacia
Frecuencia:	Anual.
Unidad de medida:	Porcentaje

Cálculo y especificaciones de datos

Fórmula:	Número de trámites exitosos entre número de trámites totales realizados durante un año.
Fuente de datos y forma de obtención:	Los registros internos del COTAS.

Información sobre la actividad

Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Actualmente no se contabiliza.
Desvíos admitidos:	Que sean exitosos al menos el 80% de los trámites realizados.
Comentarios:	Ninguno

Ficha para la construcción de indicadores

Información General	
Número /nombre indicador:	Evolución del nivel estático
Responsable:	CONAGUA y COTAS
Resultado:	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región
Meta:	Mantener la evolución promedio de elevación del nivel piezométrico positiva.
Descripción del indicador:	El nivel piezométrico del acuífero es la diferencia entre la profundidad del nivel freático y la elevación sobre el nivel del mar del brocal del pozo.
Característica del Indicador	
Clasificación: Impacto, Eficiencia, Eficacia, Calidad, Etc.	Impacto
Frecuencia:	2 veces por año
Unidad de medida:	Metros sobre el nivel del mar.
Cálculo y especificaciones de datos	
Fórmula:	Promedio de la diferencia entre la profundidad del nivel piezométrico y la elevación sobre el nivel del mar del brocal del pozo de todos los pozos medidos en la campaña.
Fuente de datos y forma de obtención:	Red de monitoreo y se obtendrán los datos de los niveles piezométricos después de un paro total del bombeo de al menos 24 horas.
Información sobre la actividad	
Línea de base (indicador al inicio de la actividad):	Altura promedio del nivel piezométrico del año _____ es de _____ msnm
Desvíos admitidos:	<p>Se considerará alerta amarilla ___ m por debajo del nivel estimado para esa campaña.</p> <p>Se considera alerta roja ___ m por debajo del nivel estimado para esa campaña.</p> <p>Se considera cumplida la meta si no hay diferencias mayores a ___ m con respecto al valor estimado.</p>
Comentarios:	

XI.9.2. 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 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 adoptarse 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.

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 (solicitudes de información formuladas por los usuarios) deberán 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 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.

CAPÍTULO XII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

XII.1 Conclusiones

1. El desarrollo y cumplimiento del presente PIMSA para alcanzar un uso sustentable del recurso hídrico en el acuífero de la Col. Vicente Guerrero 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 la Col. Vicente Guerrero 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 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 714 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/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 la Col. Vicente Guerrero.
4. La evaluación actual cultivando poco más de 2,230 ha con un consumo de agua de 7,762 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. En el Escenario REPDA Restringido los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$943 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida del área de cultivo. Los “Ingresos netos” esperados de este plan totalizan 10,143 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 14.21 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 2012 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 20 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 61 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 la Col. Vicente Guerrero que tiene concesionado el 96.7% 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 710 mil metros cúbicos anuales con una inversión de 91 millones de pesos a un costo promedio de 12.82 \$/m³.

12. La construcción de una presa invertida en la zona costera del acuífero para evitar la intrusión salina, rescatará 13 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.88 \$/m³ y constituye una inversión de 217 millones de pesos.

13. La desviación de flujos superficiales de agua hacia la Laguna Sarahembla rescatará 8 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.01 \$/m³ y constituye una inversión de 780 mil pesos.

14. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 140,000 metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 28 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 15 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.

15. La construcción de bordos de protección con un costo de 12 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.

16. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 8 millones de pesos evitará la contaminación de 33 millones de metros cúbicos anuales en el acuífero.

XII.2 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.

TOMO II

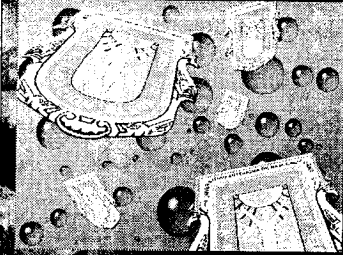
CENSO DE APROVECHAMIENTO DE VICENTE GUERRERO

UBICACIÓN	NORIA/ POZO	PROF. TOTAL (m)	PROF. N.E. (m)	ACT. / INACT.	DIAM. ADEME (m)	DIAM. DESC. (m)	USO	SUPERF. DE RIEGO (Ha.)	COORDENADAS			ALT. DEL BROCAL (m)
									LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE		
RANCHO SAN MIGUEL	NORIA	10.66		ACTIVO	1.25	0.1	AGRICOLA	05-00-00	30° 44'	57"	115° 52'	0.52
RANCHO EL PROGRESO	NORIA			INACTIVO	1.20				30° 45'	02"	115° 52'	N.T.
	NORIA	9.00		ACTIVO	1.20	0.1	AGRICOLA	05-00-00	30° 45'	01"	115° 53'	0.75
	P.CHINO	18.28		INACTIVO	0.25				30° 45'	01"	115° 53'	
	NORIA	21.33		INACTIVO	0.30				30° 45'	02"	115° 53'	0.45
EJ. BRAMADERO	NORIA			ACTIVO	1.20	0.1	AGRICOLA	06-00-00	30° 45'	12"	115° 53'	0.53
	NORIA			INACTIVO	1.20				30° 45'	17"	115° 53'	N.T.
EJ. BRAMADERO	POZO			INACTIVO					30° 45'	11"	115° 53'	0.38
	POZO			INACTIVO	0.25	0.15			30° 45'	26"	115° 53'	0.80
EJ. BRAMADERO	NORIA			INACTIVO	1.35				30° 45'	29"	115° 53'	0.18
EJ. BRAMADERO	POZO			INACTIVO	0.30	0.15			30° 45'	31"	115° 53'	0.82
EJ. BRAMADERO	POZO			INACTIVO	0.30				30° 45'	27"	115° 53'	0.33
EJ. BRAMADERO	P.CHINO			INACTIVO	1.70				30° 45'	37"	115° 54'	0.72
	NORIA			ACTIVO	1.20	0.15	AGRICOLA	05-00-00	30° 46'	29"	115° 54'	T.N.
EJ. BRAMADERO	POZO			ACTIVO	0.30	0.15	AGRICOLA		30° 46'	37"	115° 54'	0.45
EJ. BRAMADERO	POZO			INACTIVO	0.20	0.15			30° 46'	38"	115° 54'	1.54
EJ. BRAMADERO	POZO			ACTIVO	0.25	0.15	AGRICOLA		30° 46'	40"	115° 54'	0.42
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.15	AGRICOLA		30° 46'	41"	115° 54'	0.36
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.20	0.15	AGRICOLA		30° 46'	42"	115° 54'	0.50
	POZO		S/ORIF	INACTIVO	0.30				30° 46'	39"	115° 54'	0.53
EJ. BRAMADERO	POZO			ACTIVO	0.30	0.25	AGRICOLA		30° 46'	33"	115° 55'	
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.35	0.15	AGRICOLA		30° 46'	30"	115° 55'	0.40
	NORIA		S/ORIF	INACTIVO	2.08	0.3			30° 46'	20"	115° 55'	0.70
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.35	0.2	AGRICOLA		30° 46'	17"	115° 55'	0.40
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.2	AGRICOLA		30° 46'	13"	115° 55'	0.90
	NORIA			INACTIVO	1.20				30° 46'	15"	115° 55'	N.T.
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.1	AGRICOLA		30° 46'	14"	115° 55'	0.73
EJ. BRAMADERO	POZO			ACTIVO	0.20	0.1	AGRICOLA		30° 46'	16"	115° 55'	1.05
EJ. BRAMADERO	NORIA	6.00		INACTIVO	1.20				30° 46'	16"	115° 55'	0.70

UBICACIÓN	NORIA/ POZO	PROF. TOTAL (m)	PROF. N.E. (m)	ACT. / INACT.	DIAM. ADEME (m)	DIAM. DESC. (m)	USO	SUPERF. DE RIEGO (Ha.)	COORDENADAS		ALT. DEL BROCAL (m)		
									LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE			
EJ. BRAMADERO	P.CHINO			ACTIVO	1.20	0.15	AGRICOLA		30° 46'	17"	115° 55'	42"	0.54
EJ. BRAMADERO	NORIA			INACTIVO	1.20				30° 46'	17"	115° 55'	45"	N.T.
EJ. BRAMADERO	NORIA	5.40		INACTIVO	1.20				30° 46'	14"	115° 55'	46"	
EJ. BRAMADERO	POZO			ACTIVO	0.30	0.08	AGRICOLA		30° 46'	14"	115° 55'	50"	0.80
EJ. BRAMADERO	NORIA			INACTIVO					30° 46'	17"	115° 55'	54"	
EJ. BRAMADERO	P.CHINO			ACTIVO	0.30	0.15	AGRICOLA		30° 46'	15"	115° 55'	55"	
EJ. BRAMADERO	P.CHINO			ACTIVO	0.30	0.1	AGRICOLA		30° 46'	11"	115° 55'	53"	
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.08	AGRICOLA		30° 46'	06"	115° 55'	51"	0.62
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.15	AGRICOLA		30° 46'	05"	115° 56'	01"	1.00
EJ. BRAMADERO	NORIA			INACTIVO	1.20				30° 46'	12"	115° 55'	58"	0.66
EJ. BRAMADERO	POZO		S/ORIF	ACTIVO	0.30	0.05	AGRICOLA	01-00-00	30° 46'	14"	115° 55'	58"	1.20
EJ. BRAMADERO	NORIA			INACTIVO	1.10				30° 46'	14"	115° 56'	02"	0.45

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

1a REUNION DE TRABAJO. San Quintin, B.C. 22 octubre del 2007



Estudio:
Formular un Plan Maestro de
Manejo que Integre los Acuíferos de
Col. Vicente Guerrero y San Simón
en el Municipio de Ensenada, B. C.

Participantes:

Jorge Ramírez Hernández
Concepción Carreón Díazconti
Laura M. Ruiz Medina
Rogelio Vázquez González
Rubén Campos Gaytan
Osvaldo Leyva
Hector Campbell Ramírez
Jaime A. Reyes López
Rene Palacios Barrios
Leopoldo Mendoza Espinosa
Pablo Rousseau

Inst. de Ingeniería.
Inst. de Ingeniería.
Fac. de Ingeniería
CICESE
Fac. de Ingeniería
Inst. de Ingeniería
Inst. de Ingeniería
Inst. de Ingeniería
Inst. de Ingeniería
Inst. de Inv. Ocean.
Fac. de Ingeniería

Coordinador General
Geohidrología y Calidad de agua
Geohidrología modelación
Geohidrología modelación
Geohidrología modelación
Simulación dinámica STELLA
Ingeniería Económica
Hidroagricola
Hidroagricola y ZOPP
Aguas Residuales
Hidrología Superficial

Auxiliares

3 Ingenieros Industriales y 1 Ingeniero Químico

Objetivo General

- Formular un plan Maestro de manejo que integre los acuíferos de Col. Vicente Guerrero y San Simón en el municipio de Ensenada, B. C, que determine, el potencial de cada acuífero, considerando la disponibilidad, la demanda de agua interna y externa, proponiendo planes de manejo acorde a cada acuífero estableciendo limites a la extracción o políticas de operación para rescatar su condición de sobreexplotación y operarlo bajo un desarrollo sustentable.

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Objetivos Específicos

- Integrar la cartera de estudios y proyectos existentes de cada acuífero.
- Estimar la demanda actual y futura, para cada uno de los usos en cada acuífero, considerando los cambios en la vocación del uso del suelo.
- Estimar la situación actual de la relación costo-beneficio de la sobreexplotación.
- Con base en la participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y fuentes alternas de suministro.
- Evaluar en términos técnicos, económicos y sociales las diversas opciones de manejo del agua, a nivel de cada acuífero y de la región (zona de estudio).

Actividad 1. Análisis e integración de la información existente

- Consultar e integrar una síntesis de las propuestas, trabajos y acciones implementadas por organismos federales, estatales o municipales.
- Analizar y sintetizar el desarrollo socioeconómico de la región.
- La disponibilidad de agua.
- Uso y aprovechamiento del agua subterránea, del agua superficial y del agua residual tratada y sin tratar.
- Definir las fuentes existentes y potenciales de contaminación.
- Definir los factores técnicos, económicos y políticos que afectan la demanda de agua en el sector agrícola, urbano e industrial.
- Evaluar los efectos de la aplicación de recursos económicos en los programas relativos al manejo del agua (Programas de uso eficiente del agua y la energía, PROCAMPO, Programa de fertirrigación, etc.)
- Establecer canales de comunicación con los usuarios y las instituciones involucradas

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 2. Participación de los involucrados

- Reuniones con los usuarios, instituciones de los tres niveles de gobierno y los COTAS.
 - 4 reuniones plenarias
 - Reuniones informales con los usuarios
- Analizar y sintetizar los procesos de planeación realizados con anterioridad utilizando el método de planeación participativa ZOPP.
 - Presentar para su actualización el árbol de problemas y de acciones

Actividad 3. Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable

CARACTERIZACION

- **Uso Agrícola**

- Cuantificar la demanda de agua actual e histórica

- Padrón de cultivos actual e histórico

- Superficie regada por ciclo y su tendencia

- Requerimiento de riego por cada cultivo

- Lámina bruta empleada

- Métodos de riego utilizados

- Eficiencia de riego en conducción y eficiencia de aplicación

- Efecto que ha tenido el sistema de incentivos en la evolución del padrón de cultivos y en la demanda de agua (precios de garantía, control del estado en la comercialización de los productos, controles de mercado y subsidios de la energía eléctrica, agroquímicos, etc.)

- Evaluar el impacto económico por sector productivo, como son riegos rodados, medianamente tecnificados y altamente tecnificados, asociando con los precios del mercado local nacional e internacional en los casos de los productos de exportación.

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 3. Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable

CARACTERIZACION

- **Uso Pecuario**

Identificar y caracterizar el ganado que se abastece de agua subterránea y sus requerimientos de cantidad y calidad del agua.

- **Uso Público urbano y rural**

Determinar las cantidades utilizadas para la población.

Con base en la facturación del organismo operador.

Requerimientos per cápita de la población.

Deberá determinarse la oferta total para agua potable.

Señalando las pérdidas y que volumen representa.

Especificar qué proporción del volumen entregado a los usuarios es efectivamente facturado y bajo qué sistema de tarifas.

Evaluar el costo del agua considerando la operación y administración en el caso de agua asignada por la Comisión.

Comparar con los costos de la utilización aguas marinas tratadas.

Actividad 3. Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable

CARACTERIZACION

- **Uso Industrial**

Clasificar las industrias existentes en función del tipo de industria, procesos en los que utiliza agua, volumen utilizado y calidad requerida.

Origen del agua. Subterráneo o de la red.

Sistema de tarifas del organismo operador.

- **Otros usos**

Identificar usos: Servicios, Doméstico, Agroindustrial, Acuícola.

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 3. Caracterización y proyección de la demanda y del volumen de agua utilizable

PROYECCION de la DEMANDA

- **Público Urbano**

Escenario (1) Inercial. Demanda histórica y tendencia actual de crecimiento poblacional.

Escenario (2) Máxima tecnificación. Reducción máxima de pérdidas.

- **Industrial**

Escenario (1) Inercial. Demanda histórica y tendencia actual de crecimiento industrial.

- **Agrícola**

Escenario (1) Inercial. Demanda histórica y tendencia actual del desarrollo de la frontera agrícola.

Escenario (2) Máxima tecnificación. Reducción máxima de recarga por ineficiencia en la conducción y aplicación. Frontera agrícola constante.

PROYECCION de la OFERTA

**Recarga natural Constante, recarga inducida minimizada
uso de agua tratada.**

Segunda reunión. Presentación de la caracterización (12 nov)

Actividad 4. Costos económicos-ambientales por la sobreexplotación

- **Impactos**

Debidos a la reducción de la cámara de bombeo.

Debidos a la modificación de la calidad del agua.

Debidos a la modificación del esquema de flujo subterráneo.

Estimación del costo del agua.

- *Costos de extracción*
- *Costo de oportunidad*
- *Costo de agotamiento*
- *Valor de escasez.*
- *Valor de la degradación.*

Evaluación de los beneficios económicos producto de la sobreexplotación.

Análisis de la relación costo-beneficio de la sobreexplotación

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 5. Balance Hidráulico

- **Balance hídrico/agronómico**

Se utilizará la técnica recomendada por el International Irrigation Management Institute (IIMI)

- **Balance de aguas subterráneas**

Por zonas de diferentes intensidad de explotación.

Balance por tipo de acuífero.

Balance por subcuencas.

Balance de equilibrio.

Balance REPDA.

Actividad 6. Definición y Simulación de Escenarios Paramétricos

- **Escenario 0.**

Condiciones Iniciales. Cero extracción (condición natural a largo plazo)

- **Escenario 1**

Inercial. Tendencia de extracción en función de tendencias de crecimiento actuales. Ninguna acción de recuperación.

- **Escenario 2**

Máxima Tecnificación. Todas las acciones posibles de tecnificación.

- **Escenario 3**

Status Quo. Extracción actual constante. Demanda actual constante

- **Escenario 4**

Extracción REPDA. Se considera la extracción inscrita en el Registro Público de Derechos del Agua.

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 7. Análisis de opciones de manejo de la demanda y de la disponibilidad

- **Manejo de la Demanda**

- Uso eficiente del agua

- Reducción en el uso del agua

- **Manejo de la Disponibilidad**

- Desalación de agua marina y salobre

- Construcción de Presas Subterráneas

- Tratamiento de agua residual

- Recarga Artificial

- Intercambio de agua residual

- Mezclas

- Inducción de la infiltración de escurrimiento extraordinarios

- Recuperación de zonas de recarga

- Control de migración de agua de mala calidad

- Control y prevención de contaminación antropogénica

- Compra y transferencia de derechos

Actividad 8. Definición y análisis de escenarios concertados con los usuarios

- Se concertará con los usuarios el escenario más viable que incluya las opciones de manejo de la demanda y disponibilidad.

- Del escenario concertado se evaluará:

- Impactos hidráulicos en el acuífero.

- Análisis de costo de cada una de las acciones.

- Recursos disponibles para llevar a cabo las acciones que requiere el escenario. Opciones de financiamiento.

- Se clasificarán de forma jerárquica las acciones de acuerdo a su impacto en el acuífero y a sus costos.

- Se analizará la factibilidad política.

Tercera reunión.

Presentación de escenarios y escenario concertado (3 dic)

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 8. Definición de la Alternativa de Manejo

Con base en el análisis de:
escenarios paramétricos
escenarios concertados con los usuarios
Análisis del escenario concertado

- **ALTERNATIVA DE MANEJO**

Acciones concretas y pragmáticas aplicables a corto, mediano y largo plazo

Los objetivos, las estrategias, programas y las acciones deberán adecuar el desarrollo sustentable de la región a la *disponibilidad del agua*.

El plan de manejo deberá contemplar de manera especial las acciones a corto plazo.

Evaluar la Alternativa de Manejo.

Generar una matriz de relación de acciones estructurales y no estructurales.

Actividad 10. Estimación del costo-beneficio de la Alternativa de Manejo

- Se realiza la estimación y valoración cualitativa y monetaria de los impactos económicos y ambientales a futuro con los cambios propuestos en los tres horizontes de tiempo; así como los beneficios y la relación beneficio-costo al haber elegido esta alternativa de manejo de la demanda y la disponibilidad.

ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados Acuífero de Vicente Guerrero

Actividad 11. Monitoreo, Evaluación y Seguimiento

Incluir un sistema de monitoreo, evaluación y seguimiento

- **Indicadores de evaluación:**

- Porcentaje de variación de la extracción
- Hidrometría de las extracciones
- Evolución del nivel estático y de la calidad del agua
- Volumen de transferencia de derechos
- Rescate de volúmenes a favor del acuífero
- Evolución de la recarga total
- Producción Agrícola (\$ y Toneladas)

- **Indicadores de seguimiento:**

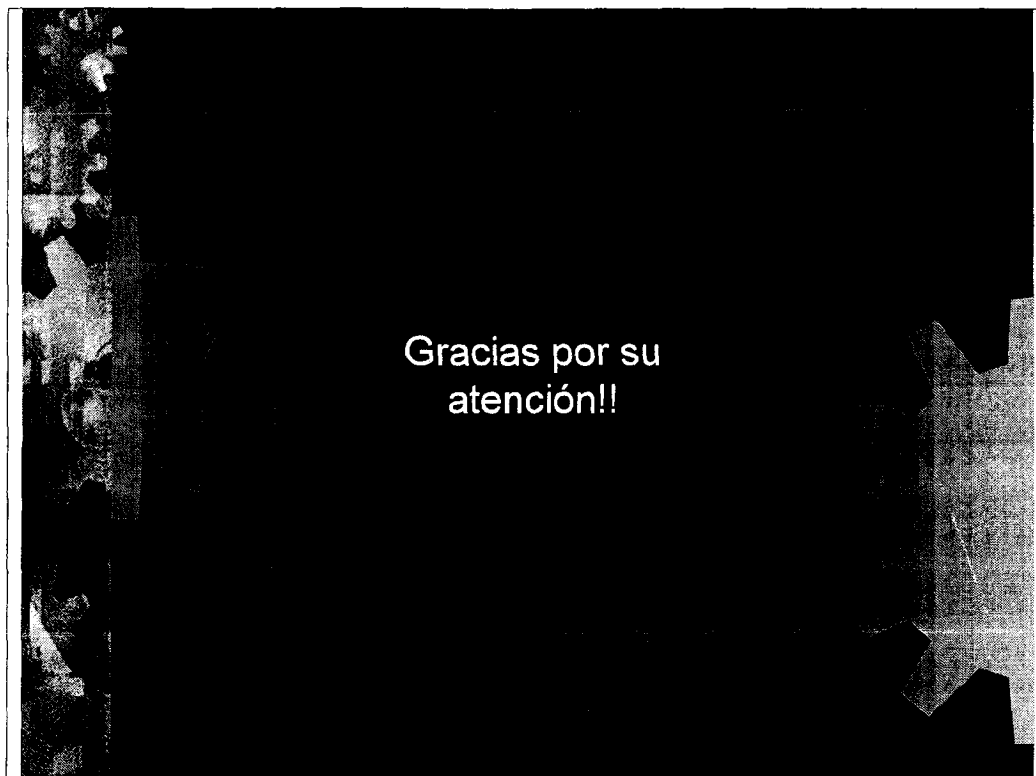
- Plantas de tratamiento construidas
- Volumen de agua intercambiada o reutilizada
- Cursos de capacitación impartidos
- Obras de recarga artificial construidas
- Volumen de agua ahorrada
- Número de pozos titulados
- Fortalecimiento de los COTAS
- Número de campañas de divulgación
- Evolución del Patrón de cultivos y de la superficie de riego tecnificado
- Establecimiento y monto de las aportaciones de los usuarios

Actividad 12. Elaboración del Plan de Manejo Integrado y Sostenible del agua

Como resultado del proceso de planeación se integrará de manera clara y precisa, el Plan de Manejo Integrado de los acuíferos Col. Vicente Guerrero y San Simón.

Ultima reunión. Presentación del Plan de Manejo (20 dic)

**ANEXO 3-1. Presentación del Proyecto a los Sectores Interesados
Acuífero de Vicente Guerrero**



Anexo 3-6. Análisis de involucrados en el Acuífero de Vicente Guerrero

Involucrados	Función / Actividad	Interés	Fortalezas	Debilidades
<p>Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE)</p>	<p>Realizar investigación científica básica y aplicada, en los campos de: Geofísica, Oceanografía Física, Física e Instrumentación, Óptica, Electrónica, Telecomunicaciones, Computación, Telemática, Acuicultura, Ecología, Biotecnología, Geología y Sismología, y los demás campos afines, principalmente orientados a la solución de los problemas nacionales y en particular a los regionales del noroeste de México, así como a las actividades docentes en estas áreas de la ciencia.</p>	<p>Apoyar en la solución de problemas regionales. Generar conocimiento sobre sustentabilidad de los recursos naturales.</p>	<p>Recursos humanos altamente capacitados científica y tecnológicamente para la formulación, análisis y evaluación de alternativas de solución a los problemas regionales.</p>	<p>Limitación de recursos económicos.</p>
<p>Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE)</p>	<p>Estudiar la planeación de los sistemas de agua potable, alcantarillado y otros servicios de las poblaciones del municipio de Mexicali. Ejecutar las obras relacionadas con el abastecimiento y distribución de agua potable, de los sistemas de alcantarillado y de otros servicios. Operar y mantener los sistemas de agua potable, alcantarillado y otros servicios.</p>	<p>Suministro del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario. Abastecer en cantidad y calidad el agua y su reuso.</p>	<p>Infraestructura, experiencia y personal capacitado.</p>	<p>Insignificante disponibilidad de fuentes alternas de abastecimiento.</p>
<p>Comisión Estatal del Agua (CEA)</p>	<p>Coordinar los proyectos de obras relacionadas con la conducción y distribución del agua en bloque, a través de los sistemas de acueductos para el abastecimiento de las poblaciones del estado; planear, regular y coordinar el sistema de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento del estado, y supervisar el cumplimiento de las prioridades y su ejecución; participar y en su caso, elaborar los programas derivados del plan estatal de desarrollo que se relacionen con los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, y supervisar el cumplimiento de las prioridades y su ejecución; gestionar y promover la obtención de financiamiento en instituciones del sector público y privado para fomentar el desarrollo de la infraestructura hidráulica y los</p>	<p>Garantizar el servicio de agua potable, alcantarillado y sanitario de las poblaciones.</p>	<p>Infraestructura, experiencia y personal capacitado.</p>	<p>Insuficiencia de recursos económicos.</p>

	servicios relacionados con la misma; promover, apoyar y en su caso gestionar ante las dependencias y entidades competentes, las asignaciones, concesiones y permisos correspondientes con objeto de dotar de agua a los centros de población y demás asentamientos humanos.	Administrar las aguas nacionales y sus bienes inherentes. Lograr el uso sustentable del recurso.	Base normativa, infraestructura y experiencia	Personal insuficiente, recursos económicos limitados.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso.	Administrar las aguas nacionales y sus bienes inherentes. Lograr el uso sustentable del recurso.	Base normativa, infraestructura y experiencia	Personal insuficiente, recursos económicos limitados.
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.	Protección, conservación y restauración de recursos forestales.	Experiencia y personal capacitado.	Limitados recursos económicos.
Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS)	Coadyuvar con las autoridades en el cuidado y preservación de las aguas nacionales mediante el orden, respeto y aplicación de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, denunciando faltas y violaciones de los citados ordenamientos jurídicos.	Administración del recurso mediante el manejo sustentable del acuífero. Procurar el incremento de la productividad y el desarrollo de la región.	Poder de convocatoria.	Falta de personalidad jurídica, autoridad y recursos económicos.
Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP) de Ensenada	Auxiliar a la autoridad municipal competente en materia de desarrollo urbano en la realización de sus funciones. Dotar de procesos de planeación y programación eficientes mediante una estructura técnico-operativa capaz de conducir el desarrollo urbano a través de la planeación institucionalizada. Proyectar y proponer el sistema normativo del desarrollo urbano municipal. Proponer los criterios técnicos para el control urbano. Proponer los criterios de planeación y programación de acciones municipales. Elaborar, evaluar y proponer al Ayuntamiento la actualización y modificación de los instrumentos locales de planeación, cuando el desarrollo urbano y las condiciones socio-económicas así lo requieran. Generar estudios y proyectos urbanos de apoyo a los programas municipales.	Proporcionar apoyo al Municipio con asesorías sobre el Plan de Desarrollo Urbano, además de contar con tecnología de punta que ayude a crear y sistematizar información estadística, cartográfica y documental, aportando a la comunidad un beneficio directo a través de su consulta y análisis.	Cuenta con integralidad en sus proyectos y promueve la participación de los ciudadanos en los procesos de planeación. Dota al municipio de una serie de instrumentos normativos y estratégicos para atender la problemática urbana y entre sus logros cuenta con experimentación e innovación en la planeación, el diseño y el acompañamiento social. Ha conseguido constituir un extenso sistema de administración de la información urbana, con tecnología de vanguardia, al mismo tiempo que promueve el trabajo interinstitucional.	Personal insuficiente, recursos económicos limitados.

	<p>Crear, actualizar y administrar el banco municipal de información de estadística básica. Generar los instrumentos de investigación estadística y de actualización cartográfica, y administrar el sistema de información geográfica municipal. Establecer la continuidad en los procesos de planeación. Elaborar estudios urbanos y regionales</p>			
<p>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)</p>	<p>Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural, así como administrar y fomentar las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras y acuícolas, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo, en coordinación con las dependencias competentes.</p>	<p>Adecuado manejo del agua y aumento de la superficie agrícola.</p>	<p>Experiencia y antigüedad en la región.</p>	<p>Insuficiencia de personal y recursos económicos.</p>
<p>Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA)</p>	<p>Promover la explotación, reproducción, mejoramiento, fomento y protección de las especies agrícolas, ganaderas, avícolas, forestales y pesqueras; proyectar y coordinar los programas de fomento, mejoramiento, protección y explotación de los terrenos agrícolas, pastizales naturales y cultivados, así como los de los recursos forestales y pesqueros del Estado; proponer y ejecutar actividades destinadas al fomento, mejora e industrialización de los productos y subproductos agrícolas, ganaderos, avícolas, forestales y pesqueros; promover la organización, con fines económicos y sociales, de las personas físicas o morales que se dedican a la producción y explotación agrícola, ganadera, avícola, forestal y pesquera en el Estado.</p>	<p>Contribuir al desarrollo agropecuario estatal.</p>	<p>Gestión y aplicación de recursos.</p>	<p>Recursos limitados.</p>
<p>Universidad Autónoma de Baja California (UABC)</p>	<p>Impartir educación para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad, así como organizar, realizar y fomentar programas de superación profesional y técnica, de acuerdo a las necesidades del estado de Baja California en particular y del país en general; Organizar, realizar y fomentar la</p>	<p>Apoyar en la solución de problemas regionales. Generar conocimiento sobre sustentabilidad de los recursos naturales.</p>	<p>Recursos humanos altamente capacitados científica y tecnológicamente para la formulación, análisis y evaluación de alternativas de solución a los problemas regionales.</p>	<p>Limitación de recursos económicos.</p>

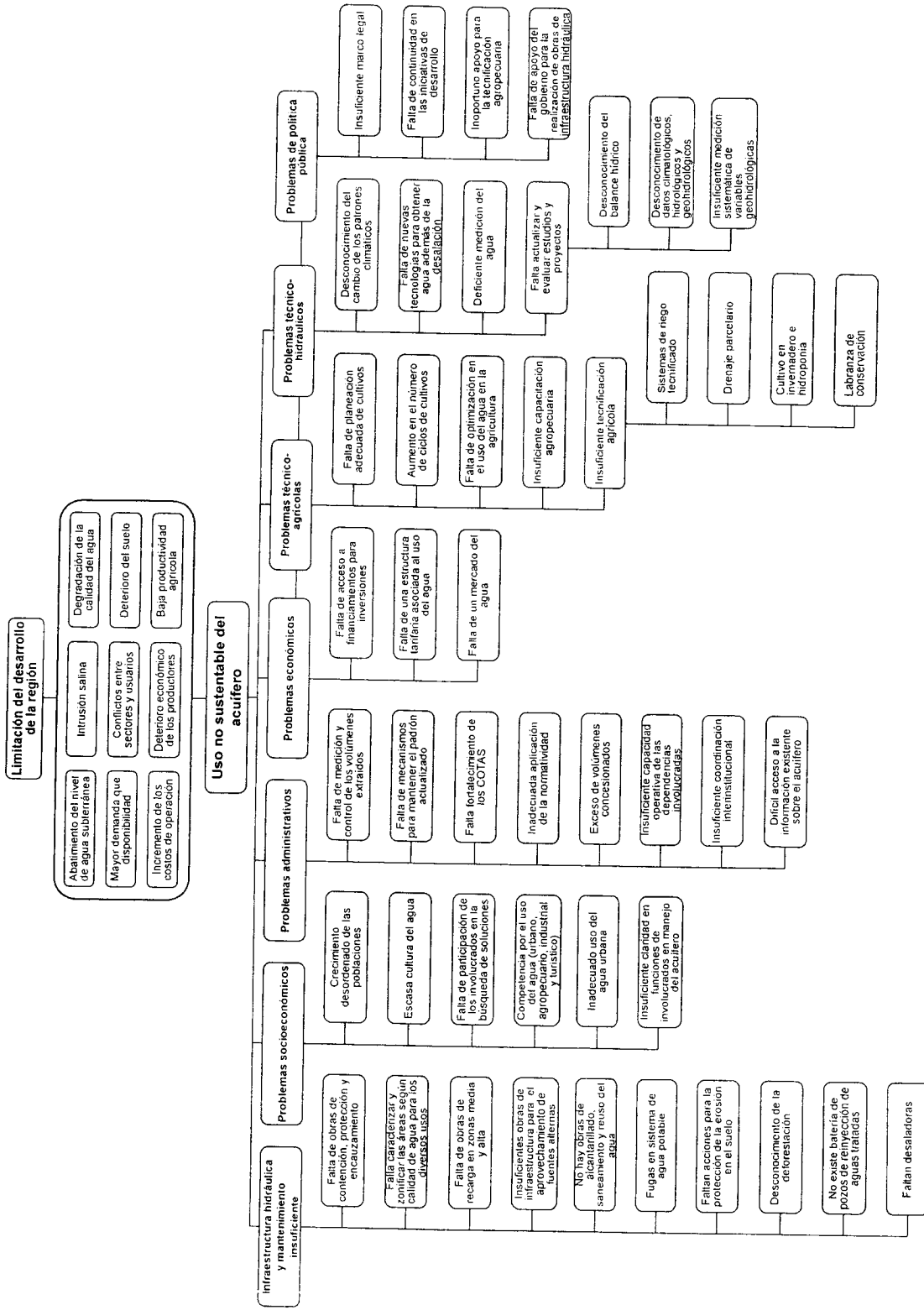
investigación científica, humanística y el desarrollo tecnológico, dando preferencia fundamentalmente, a la que tienda a resolver los problemas regionales y nacionales, y Organizar, realizar y fomentar todas las actividades tendientes a difundir y extender los beneficios de la cultura.

Anexo 3-5. Identificación de acciones específicas del Plan de Manejo.

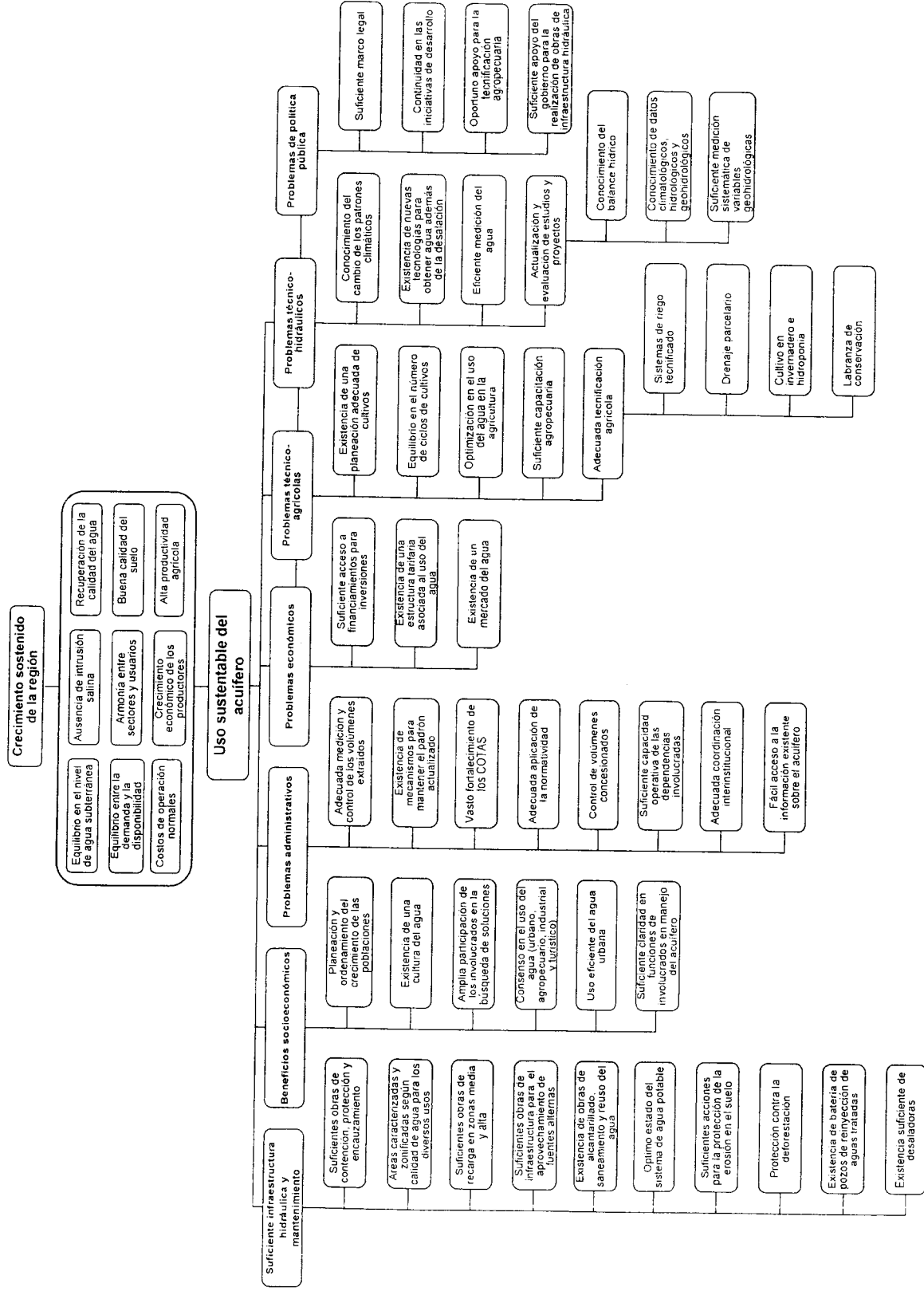
Concentrado de Acciones por Resultados para el Acuífero de Vicente Guerrero

Resultado		ACCIONES				
		Construcción de bordo de desviación hacia la Laguna Costera Sarahembla	Construcción de bordos de recarga	Creación del Centro de Gestión Financiera	Presa Invertida	Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE
1	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.	Proyecto de Reforestación				
1	Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.	Proyecto de Reforestación				
2	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.	Creación del Centro de Gestión Financiera	Gestión de derechos de agua a favor del acuífero			
3	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar la calidad del agua del acuífero y de su entorno.	Creación del Centro de Gestión Financiera	Presa Invertida	Proyecto de construcción de desaladoras de la CESPE	Proyecto de Reforestación	Tratamiento de agua residual e infraestructura
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.	Creación del Centro de Gestión Financiera	Fortalecimiento del COTAS			
5	Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.	Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca	Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras	Creación del Centro de Gestión Financiera	Fortalecimiento del COTAS	
6	Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.	Creación del Centro de Gestión Financiera	Desarrollo del modelo geohidrológico de Vicente Guerrero	Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado	Explotación de Aguas de Origen Marino
6	Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.	Fortalecimiento del COTAS	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano		
	Recomendaciones	Abastecimiento de agua potable y alcantarillado a la población de Vicente Guerrero	Construcción de bordos de protección			

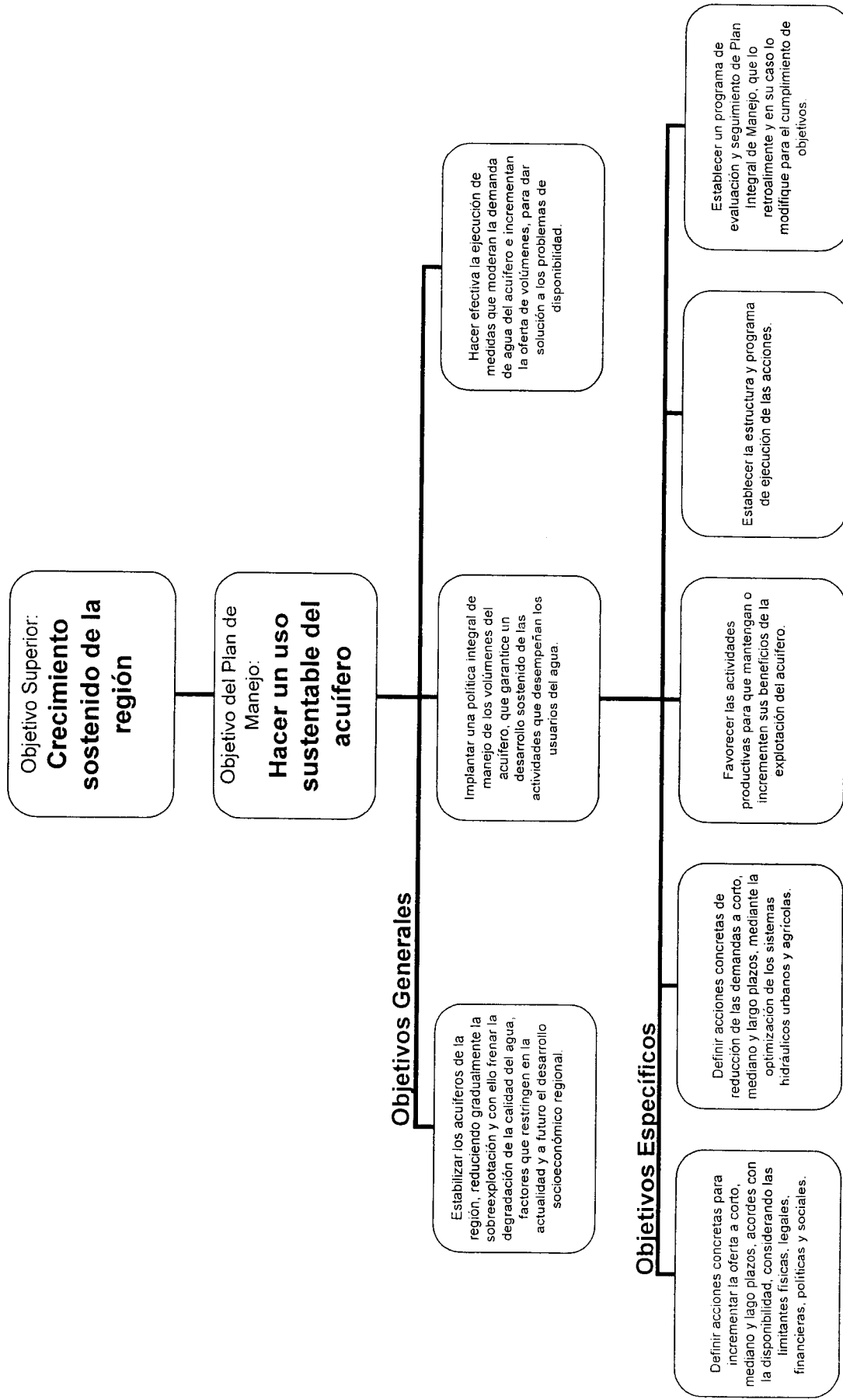
Anexo 3-2. Árbol de Problemas para el Acuífero Vicente Guerrero



Anexo 3-3. Árbol de Objetivos para el Acuífero Vicente Guerrero.



Anexo 3-4. Objetivos estratégicos del Plan de Manejo del Acuífero Vicente Guerrero.



CONTENIDO

Siglas y acrónimos	.....
Directorio	.....
Resumen Ejecutivo	.....
I. Generalidades	.....	1
I.1 Antecedentes	.....	2
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	.....	6
II.1 Objetivo superior	.....	6
II.2 Objetivos del Plan	.....	6
II.2.1 Objetivo general	.....	6
II.2.2 Objetivos específicos	.....	6
III. Marco jurídico	.....	8
IV. Principios para el manejo integrado del agua	.....	15
V. Diagnóstico	.....	21
V.1 Población y desarrollo socioeconómico	.....	21
V.2 Evaluación de programas relativos al manejo del agua	.....	23
V.3 Climatología.....	.....	27
V.4 Disponibilidad de los recursos hidráulicos y su distribución Territorial	.....	30
V.5 Aguas subterráneas	.....	34
V.5.1 Geología	.....	35
V.5.2 Unidades Hidrogeológicas	.....	39
V.5.3 Funcionamiento del sistema acuífero	.....	40
V.5.4 Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría	.....	41
V.5.5 Uso del agua subterránea	.....	42
V.5.6 Comportamiento piezométrico	.....	42
V.5.7 Calidad del agua subterránea	.....	44
V.5.8 Condiciones de explotación del agua subterránea	.....	46
V.6 Agua superficial	.....	47

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De la Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

V.6.1	Hidrografía	47
V.6.2	Calidad del agua superficial	49
V.8	Costos del agua (económicos-ambientales)	49
VI	Proyecciones (pronóstico)	51
VI.1	Proyección de la disponibilidad	51
VI.2	Proyección de la demanda	55
VI.3	Descripción de escenarios	66
VII	Descripción del plan	75
VII.1	Descripción de objetivos estratégicos	75
VII.2	Descripción de las líneas de acción	77
VIII	Costos y financiamiento	92
IX	Beneficios e impactos (incluye los resultados de la evaluación hidráulica del plan)	104
X	Implementación	110
XI	Seguimiento y evaluación	115
XII	Plan de contingencia (escasez extrema)	122
XIII	Conclusiones y recomendaciones	130
	Referencias bibliográficas	133

Anexos

A.1. Matriz de planeación

A.2. Plan operativo

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De la Col. Vicente Guerrero,
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.	32
Cuadro 2.	Disponibilidad de agua superficial según Norma Oficial Mexicana NOM-CNA-011-2000.	33
Cuadro 3.	Concentración de sólidos totales disueltos reportados en la literatura.	45
Cuadro 4.	Resultados de la relación de mezclas agua dulce – agua marina.	46
Cuadro 5.	Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2006).	50
Cuadro 6.	Ensenada: Costos, egresos e ingresos del agua urbana en 2006.	58
Cuadro 7.	Análisis económico desalando agua salobre (50 lps).	64
Cuadro 8.	Análisis económico desalando agua salobre (5lps).	65
Cuadro 9.	Parámetros del modelo dinámico de Col. Vicente Guerrero.	69
Cuadro 10.	Resumen de acciones concentradas para el acuífero de la Col. Vicente Guerrero.	77
Cuadro 11.	Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo	92
Cuadro 12.	Acciones de Estabilización: Costos y volúmenes liberados	97
Cuadro 13.	Acciones de Conservación: Costos y volúmenes liberados	98
Cuadro 14.	Acciones de Apoyo: Costos y volúmenes liberados	99
Cuadro 15.	Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo	99
Cuadro 16.	Análisis económico del Plan (miles de pesos)	100
Cuadro 17.	Balance Hidráulico del Plan de Manejo 2007-2030 (metros cúbicos)	105
Cuadro 18.	Caso Ejemplo de uso del Balance Hidráulico para el Plan de Manejo 2007-2030 (metros cúbicos)	106
Cuadro 19.	Impactos y Beneficios del Plan sobre el Balance 2007-2030.	108
Cuadro 20.	Listado de indicadores propuestos para el Plan de Manejo	118

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De la Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Índice de figuras

Figura 1.	Zona de Estudio	1
Figura 2.	Diagrama de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo	7
Figura 3.	Mapa del acuífero de Colonia Vicente Guerrero	21
Figura 4.	Proyección de la población en la región	22
Figura 5.	Distribución de climas en la cuenca Santo Domingo	28
Figura 6.	Precipitación promedio 1984-2003 en la cuenca hidrológica	29
Figura 7.	Precipitación promedio anual 1984-2003 en cada estación climatológica	30
Figura 8.	Condición geohidrológica en los acuíferos del Estado de Baja California.	32
Figura 9.	Plano de disponibilidad relativa de agua superficial por subregión para la porción norte del Estado de Baja California.	33
Figura 10.	Provincias geológicas. (Ortega, 1992).	35
Figura 11.	Geología del área de Vicente Guerrero.	36
Figura 12.	Elevación de la superficie del basamento.	41
Figura 13.	Evolución de la profundidad promedio del nivel estático. n = numero de pozos medidos.	43
Figura 14.	Elevación del nivel estático en 1994.	44
Figura 15.	Evolución de la concentración de sólidos totales disueltos.	44
Figura 16.	Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero.	47
Figura 17.	Cuenca hidrológica Santo Domingo.	48
Figura 18.	Escurrimiento superficial en la estación Santo Domingo.	49
Figura 19.	Mapa de localización del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.	52
Figura 20.	Flujo de agua para el suministro público urbano de la región San Quintín	56
Figura 21.	Proyección de población 2005-2030	57
Figura 22.	Proyección del número de usuarios totales 2005-2030.	59
Figura 23.	Proyección de la demanda en el Sistema 2005-2030.	60
Figura 24.	Proyección de los egresos en el Sistema 2005-2030.	61
Figura 25.	Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030.	62
Figura 26.	Proyección de demanda y extracción del Sistema 2005-2030.	62
Figura 27.	Alternativa de oferta con desaladoras para el Sistema 2005-2030	67

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De la Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 28.	Precipitación estimada para el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero.	66
Figura 29.	Modelo STELLA para la simulación de la disponibilidad.	68
Figura 30.	Simulación del escenario natural.	69
Figura 31.	Simulación del escenario inercial.	70
Figura 32.	Simulación del escenario tecnificado.	71
Figura 33.	Simulación del escenario REPDA.	72
Figura 34.	Beneficios e Impactos del Plan sobre la disponibilidad para uso Público Urbano y para uso Agrícola	107
Figura 35.	Beneficios e Impactos del Plan sobre la estabilidad del acuífero.	109

RESUMEN EJECUTIVO: COL. VICENTE GUERRERO

I. GENERALIDADES

El área de estudio de la Colonia Vicente Guerrero 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.

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. Entre la meseta de san jacinto y el arrollo de Santo Domingo se localiza el Valle de Camalú, al sur del arroyo Santo Domingo en una longitud de 5 Km., se forma el Valle de la Colonia Vicente Guerrero separado del Valle de San Quintín por una pequeña serranía. Al sur de esta barrera natural entre los dos valles agrícolas se puede observar el grupo volcánico de San Quintín, alojado en el área de la bahía frente de la costa del Océano Pacífico (Figura 1).

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera.

En esta región, el clima es de tipo semiárido, con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm., y su media anual es de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originando lluvias en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual fluctúa entre los 12°C a 22 °C y la media anual es de 17 °C.

En el año de 1970 la población de Baja California era de 870, 421 personas y en 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.

En el acuífero del Arroyo de Santo Domingo, se distribuyen las localidades de la Col. Vicente Guerrero, Playas de San Ramón, Triquis (Lomas San Ramón) y Santa Fe, estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 16,247 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 4 %. Este crecimiento se debe a la importancia

RESUMEN EJECUTIVO

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 de 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 de La Col. Vicente Guerrero 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.

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 Vicente Guerrero cuenta con 10,632 habitantes. Proyecciones de la tasa de crecimiento aunadas a una inmigración temporal y flotante arrojan un estimado de 11,472 habitantes para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b). La actividad económica más importante en la zona de Vicente Guerrero es la agricultura, desarrollándose en menor escala, la pesca, la ganadería el comercio 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. Durante el 2006 dicha población ascendió a 4364 jornaleros tan solo en el valle de Vicente Guerrero (PRONjAG, 2006).

Diversos programas en los ámbitos federales, estatales y municipales se han enfocado en al manejo del agua de esta región con objetivos tanto hidroagrícolas como de agua

RESUMEN EJECUTIVO

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 (Gob. 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 Vicente Guerrero hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial.

La zona de Colonia Vicente Guerrero en general presenta diversos climas sujetos al relieve topográfico y éstos van de semiseco a muy seco o desértico hasta templado. En la región la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm siendo diciembre y enero los meses más lluviosos con 24.2 y 23.9 mm, respectivamente, mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual en el área acuífera es de 217 mm (CNA, 2002). La temperatura media anual registrada desde 1958 hasta 2005 en la estación Santa María del Mar es de 16.4° C, con una mínima de 9.6° C y máximas de aproximadamente 28° C y la evaporación media anual es de 1548 mm.

La zona de Vicente Guerrero está conformada por rocas metamórficas, como esquistos y gneis, por rocas ígneas intrusivas ácidas en las partes más altas y por extrusivas ácidas en los lomeríos cercanos al valle. Existen áreas pequeñas de rocas sedimentarias (conglomerados). El acuífero de la Colonia Vicente Guerrero está constituido por depósitos fluviales y aluviales. Los depósitos fluviales son cantos rodados, gravas y arenas de alta permeabilidad. Los aluviales están constituidos por limos, arenas y material arcilloso. En ellos se encuentra la principal fuente de agua subterránea (SEDESOL, 2006). La superficie acuífera esta compuesta por (CNA, 2002):

- Unidad permeable. Constituida por depósitos aluviales y fluviales representados por cantos rodados, gravas, arenas, limos y arcillas de diferente granulometría, que cubren la mayor parte del Valle.
- Unidad semipermeable. Integrada por areniscas y conglomerados con escasos horizontes de yeso, que afloran en la porción norte y sur del valle, su característica se debe a su granulometría y consolidación. Estos depósitos son de bajo rendimiento hidráulico, existiendo aprovechamientos de baja productividad.
- Basamento acuífero. Presenta discontinuidades y alcanza profundidades que van de 27.0 m a 43.0 m como máximo, relacionadas con paleocauces.

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con

RESUMEN EJECUTIVO

una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera. El coeficiente de almacenamiento reportado por CNA (2002) es de 18%.

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero incluye 303 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 (2002) ha reportado una extracción total promedio de 15.23 Mm³/año, de los cuales el 94% se destina al riego agrícola y el resto se distribuye entre usos público urbano, doméstico y pecuario,

El análisis de la evolución de los niveles estáticos en el período de 1988-1994, muestra un abatimiento que va de 0.25 m a 10.0 m, en un área de 17.0 Km². A la vez, se registró una evolución positiva en un área de 8.0 Km² con valores que van de 0.5 m a 4.5 m. El abatimiento cubrió el 69 % de la superficie del valle hasta llegar a línea de costa. Haciendo un análisis comparativo, resulta un abatimiento medio anual de -0.36 m, equivalente a una sobreexplotación anual del acuífero del orden de los 2.92 Mm³ (CNA, 2002). Por otro lado, de acuerdo a análisis efectuados en 1978, la calidad del agua producida en este acuífero fue buena, con valores en sólidos totales disueltos en un rango de 531 a 800 mg/L. Las menores concentraciones se detectaron en el cauce del Arroyo Santo Domingo mientras que las máximas se presentaron en la margen izquierda del cauce, sobre la terraza aluvial. En 1994 se observó un decremento general en la calidad del agua, con respecto a 1978, encontrando valores de entre 700 y 6,500 mg/L. Un área de 3.7 Km², equivalente al 14 % de la superficie acuífera y localizada en los flancos noroeste y suroeste del valle, contiene agua de mala calidad con valores de STD que van de las 1,800 a 6,500 mg/L. Muy probablemente este incremento en la salinidad está relacionado con la intrusión salina producida como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero (CNA, 2002). En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 19.5 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (DOF, 2003), 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 Santo Domingo abarca 1227 Km². Se trata de una corriente de régimen torrencial, por lo que permanece seca durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo 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. En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

En el valle de la Colonia Vicente Guerrero no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación del valle cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gob. Mpal. Ensenada) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. En la actualidad el acuífero no se puede considerar como contaminado por organismos patógenos o sustancias químicas, pero existe un gran peligro de contaminación por causas derivadas de la actividad humana, tales como el uso de

RESUMEN EJECUTIVO

fosas sépticas y letrinas y el aporte de nutrientes y pesticidas en cantidades no reguladas sobre suelo agrícola.

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 1994 para el acuífero de Vicente Guerrero resultó como sigue:

Entradas (Mm ³ /año)		Salidas (Mm ³ /año)			Cambio de Almacenamiento (Mm ³ /año)
Entradas Horizontales	Recarga Vertical	Salidas Horizontales	Bombeo	Evapotranspiración	
14.77	4.75	6.19	15.23	0.0	-1.9

La información más reciente en relación con los ingresos, egresos y cambios de volumen en el acuífero de Colonia Vicente Guerrero arroja el mismo balance hidrológico que ha sido presentado y publicado (CNA, 2002), 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 Vicente Guerrero, las extracciones totales por bombeo no deberán exceder los 14 Mm³/año.

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:

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

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

RESUMEN EJECUTIVO

$$-19.38 \quad = \quad 19.5 \quad - \quad 0.0 \quad - \quad 38.88$$

indicando que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero del valle de Colonia Vicente Guerrero.

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.

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. DESCRIPCIÓN 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. Construcción de desaladoras de CESPE. Se busca contribuir en la solución del problema de abasto de agua en la Col. Vicente Guerrero y poblados aledaños con la construcción y operación de plantas desaladoras, con lo cual se disminuiría la sobreexplotación del acuífero.

Proyecto 2. 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 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. Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero. Objetivo. Contar con un modelo geohidrológico dinámico y flexible que permita: (1) definir el funcionamiento del acuífero; (2) determinar la relación del mismo con los fenómenos superficiales que originan la recarga; (3) predecir el efecto de un posible cambio en el régimen de descargas; (4) conocer la interacción con el sistema marino adyacente; (5) establecer el flujo y transporte de los componentes químicos del agua subterránea; (6) disponer de información de referencia que apoye la planeación y el manejo del acuífero; y (7) mantener una constante actualización en la cuantificación de los recursos hidráulicos.

Proyecto 5. 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 6. 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.

Proyecto 7. Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano. Este programa consiste en mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano mediante la reducción del consumo per cápita. Con el ahorro y uso eficiente del agua se reducirá la dotación de 250 litros por habitante por día (LHD) a 200 LHD lo que representa un ahorro de 5.5 a 9 Mm³/año en el horizonte de proyección rescatando globalmente al 2030 del orden de 189 Mm³.

Proyectos de Conservación

Proyecto 1. Presa Invertida. Con esta obra se establecerá una barrera impermeable que impida la infiltración del agua del mar y el incremento del agua al acuífero. Con el objetivo de incrementar la disponibilidad del agua en el acuífero e impedir la infiltración del agua del mar evitando la salinización del acuífero.

Proyecto 2. Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero. 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.

Proyecto 3. 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

Proyecto 4. 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 5. 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 6. Laguna Zarahembla. Aumentar la disponibilidad de agua en el acuífero mediante el almacenamiento superficial temporal en la Laguna Sarahembla. Almacenar un volumen adicional (8 Mm³) de forma temporal cuando se lleven a cabo escurrimientos extraordinarios para utilizarse en la agricultura permitirá disminuir la presión de extracción que existe actualmente sobre el acuífero. El costo estimado de la obra requerida es de \$500,000.00 lo cual lo hace muy factible.

Proyecto 7. 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 14,779 habitantes de la población de la Col. Vicente Guerrero, más de 200 ha las tierras de cultivo colindantes y en riesgo de inundación, la estructura agrícola, 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 esta 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 capacidad operativa y la obtención de una posición de liderazgo del COTAS de Col. Vicente Guerrero, 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 Vicente Guerrero integra 21 acciones para las cuales se estimó el rescate de 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030 a un costo medio de 0.43 \$/m³ de agua liberado para un total de 714 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

RESUMEN EJECUTIVO

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 10,142 millones de pesos al asignarle un valor al metro cúbico de agua rescatado de 11.84 \$/m³ (costo promedio de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva) obteniéndose una relación beneficio costo de 14.21. A partir del 2010 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2012 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

En el 2005 cultivando poco más de 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/ha se estimó una relación Beneficio Costo de 1.01 y la productividad del agua de 19.49 \$/m³, con este valor en la evaluación económica del plan de manejo, dicha relación es igual a 44.7. Para obtener una relación de Beneficio Costo igual a la unidad el valor del metro cúbico de agua rescatado mínimo es de 0.85 \$/m³.

Lo anterior se compara favorablemente con los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación que totalizan 943 millones de pesos de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo.

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 y profundización de los pozos, el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero. La sobreexplotación, en el Escenario Repda Restringido, reduce la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³.

La información de los costos para la extracción del agua indica valores del orden de 1.69 \$/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

RESUMEN EJECUTIVO

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 19.49 \$/m³, como se señaló anteriormente.

En el plan de manejo, las acciones de Estabilización representan el 30% del costo total y el 20% del volumen liberado con un costo promedio de 0.64 \$/m³, Entre ellas, el Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola representa el 13% del costo total y libera el 0.4 % del volumen de agua, con un costo de 12.89 \$/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 4% 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 subsidio, cuidando que este último se oriente a los sectores de la población más necesitados.

La acción de Gestión de Derechos de Agua a Favor del Acuífero representa el 8.5% del costo total y libera el 19 % del volumen total a un costo de 0.19 \$/m³, confiriéndole un carácter prioritario

La acción del Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Publico Urbano libera menos del 0.1% del volumen total y representa el 0.7% del costo total a un costo de 3.69 \$/m³. Hay que considerar que el sistema actual es incipiente pero debe nacer y crecer con una cultura de ahorro y uso eficiente

Las acciones de Conservación representan un costo de 487 millones de pesos (66% del costo total) y liberan el 80% del volumen total a un costo medio de 0.35 \$/m³. En estas acciones el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 19% del volumen, afectando el costo total en 4.8% con un costo de 0.11 \$/m³ de agua liberada, la Presa Invertida libera el 15% del agua total y representa el 30% del costo total a un costo de de 0.88 \$/m³ y la Laguna Zarahembla participa con el 5% del volumen total liberado y el 0.11% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³.

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 0.02 \$/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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 aún aumentando la extracción 22% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 17% de la recarga a un superávit de 27%.

En el Capítulo VII: Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación, el Escenario Inercial Repda Restringido durante el período 2007-2030 las extracciones superan el total de la recarga produciendo un déficit de 61 millones de metros cúbicos. En este escenario la extracción agrícola presenta una tendencia decreciente hasta los 7 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 20 millones de metros cúbicos.

La principal contribución para corregir el déficit del escenario anterior e incluso generar un superávit es la Disminución de la Extracción y el Incremento en la Recarga, mientras que las nuevas fuentes de suministro tiene un efecto marginal

Las 21 acciones del Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero 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, Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano.

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

RESUMEN EJECUTIVO

Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas y bajas de la cuenca, la Construcción de Bordos de Recarga, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla.

No se considera la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura 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 una diferencia de 97% por los efectos de la presa invertida y la Laguna Zarahembla.

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 10% en todo el período y la disponibilidad de agua para uso urbano en 4% para el mismo período producto del uso eficiente del recurso.

La extracción agrícola en el Repda Restringido se incrementa en 24% 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

RESUMEN EJECUTIVO

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 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 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.
- 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 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

RESUMEN EJECUTIVO

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.

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

RESUMEN EJECUTIVO

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 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: $5\% < \text{Índice de Escasez Hídrica} < 10\%$.
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: $10\% < \text{Índice de Escasez Hídrica} < 20\%$.
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: $20\% < \text{Índice de Escasez Hídrica} < 35\%$.
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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 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 la Col. Vicente Guerrero 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 la Col. Vicente Guerrero se encuentra bajo un régimen de sobreexplotación por lo que las acciones planteadas en el PIMSA deben ser aplicadas de forma urgente.

RESUMEN EJECUTIVO

3. Se logra el uso sustentable del acuífero con la implementación del PIMSA al rescatar 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 714 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/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 la Col. Vicente Guerrero.

4. La evaluación actual cultivando poco más de 2,230 ha con un consumo de agua de 7,762 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. En el Escenario REPDA Restringido los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$943 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida del área de cultivo. Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 10,143 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 14.21 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 2012 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 20 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 61 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.

RESUMEN EJECUTIVO

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 la Col. Vicente Guerrero que tiene concesionado el 96.7% 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 710 mil metros cúbicos anuales con una inversión de 91 millones de pesos a un costo promedio de 12.82 \$/m³.
12. La construcción de una presa invertida en la zona costera del acuífero para evitar la intrusión salina, rescatará 13 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.88 \$/m³ y constituye una inversión de 217 millones de pesos.
13. La desviación de flujos superficiales de agua hacia la Laguna Sarahembla rescatará 8 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.01 \$/m³ y constituye una inversión de 780 mil pesos.
14. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 140,000 metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 28 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 15 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.
15. La construcción de bordos de protección con un costo de 12 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.
16. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 8 millones de pesos evitará la contaminación de 33 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

RESUMEN EJECUTIVO

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.

XIV. REFERENCIAS

CNA, 1998a Actualización piezométrica del Valle de Guadalupe, Acuífero BC-07 Guadalupe, Municipio de Ensenada, B.C. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

CNA, 1998b Valle de Guadalupe, Baja California, Acuífero BC-07. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

CNA 1999. Documento de Respaldo para la Publicación de la Disponibilidad. Acuífero BC-07 Guadalupe. Gerencia regional de la Península de Baja California, Subgerencia Regional Técnica.

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. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.25.

Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa hidráulico regional 2002-2006: Región I – Península de Baja California. Subdirección General de Programación, Gerencia

RESUMEN EJECUTIVO

- de Planeación Hidráulica, Gerencia Regional I Península de Baja California. Octubre de 2003, 215 pp.
- 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, 2006. Proyección de la Población en México.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.
- 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.
- Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas [PRONJAG], 2006. Diagnóstico 2006. San Quintín, B. C., Secretaría de Desarrollo Social.
- 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.
- Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S.A., 1978. Geohidrológica del valle de Vicente Guerrero, B.C.N. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Promoción y Programas. Diciembre de 1978. 143pp.

Capítulo I

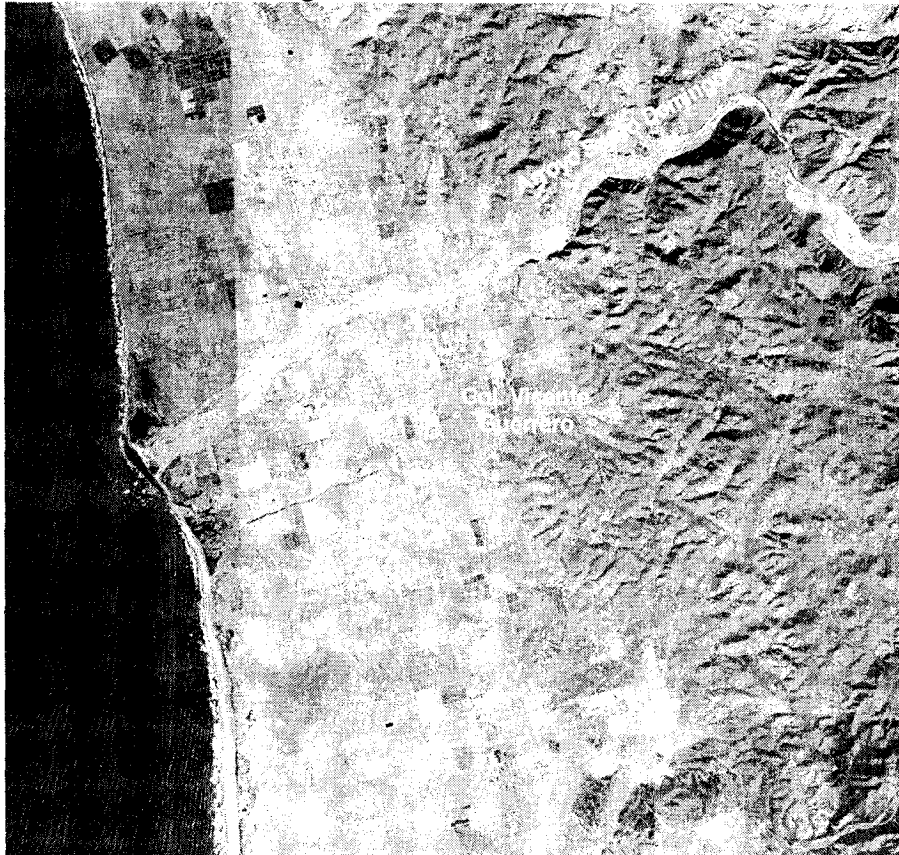
Generalidades

El área de estudio de la Colonia Vicente Guerrero 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.

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. Entre la meseta de san jacinto y el arrollo de Santo Domingo se localiza el Valle de Camalú, al sur del arroyo Santo Domingo en una longitud de 5 Km., se forma el Valle de la Colonia Vicente Guerrero separado del Valle de San Quintín por una pequeña serranía. Al sur de esta barrera natural entre los dos valles agrícolas se puede observar el grupo volcánico de San Quintín, alojado en el área de la bahía frente de la costa del Océano Pacífico (Figura 1).

El acuífero de Colonia Vicente Guerrero es de tipo libre, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman el área acuífera.

Figura 1. Zona de estudio.



**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

En esta región, el clima es de tipo semiárido, con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm., y su media anual es de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originando lluvias en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual fluctúa entre los 12°C a 22 °C y la media anual es de 17 °C.

En el año de 1970 la población de Baja California era de 870, 421 personas y en 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.

En el acuífero del Arroyo de Santo Domingo, se distribuyen las localidades de la Col. Vicente Guerrero, Playas de San Ramón, Triquis (Lomas San Ramón) y Santa Fe, estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 16,247 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 4 %. 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 de 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.

I.1. Antecedentes

La principal actividad económica desarrollada en esta región es la agricultura, asimismo, en menor orden de importancia se tiene turismo y pesca.

El manejo de los recursos hídricos del acuífero de la Colonia Vicente Guerrero, 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 doméstica.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Actualmente se tiene desarrollado el Plan de Manejo del Acuífero de la Colonia Vicente Guerrero, el cual será considerado para desarrollar un Plan de Manejo Maestro Integrado y Sostenible que proponga programas y acciones concretas para la estabilización de los acuíferos y que se puedan implementar a corto, mediano y largo plazo.

1.2. 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 la Colonia Vicente Guerrero, 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.

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

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.

Desde el punto de vista técnico, se considera factible 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.

Desde la perspectiva socioeconómica, la creciente demanda de agua para uso urbano de la ciudad de Ensenada, 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 la Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California.

I.5. Ubicación y delimitación geográfica

Políticamente, el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero pertenece al estado de Baja California, correspondiente al municipio de Ensenada.

La cuenca del Arroyo Santo Domingo, a la que pertenece en el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero, se localiza en la porción centro-occidental de Baja California, a una altitud de 10 m.s.n.m. El área de estudio se localiza geográficamente entre los paralelos 30°45'00" y 30°40'00" de latitud norte y entre los meridianos 116°02'00" y 115°55'00" de longitud oeste.

El acuífero de la Colonia Vicente Guerrero tiene una extensión aproximada de 1,227 km², de los cuales 30 km² corresponden a la denominada superficie acuifera, el resto pertenece a las sierras que forman parte de este acuífero.

El Valle de San Quintín, donde se localiza la Colonia Vicente Guerrero, 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

I.6. Participantes en la elaboración del plan.

La elaboración de un Plan de Manejo del Acuífero de Guadalupe 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 Guadalupe.

La Secretaría de Fomento Agropecuario.

La SAGARPA, a través del CADER de Guadalupe

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, 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 lograran 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 Col. Vicente Guerrero,
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.

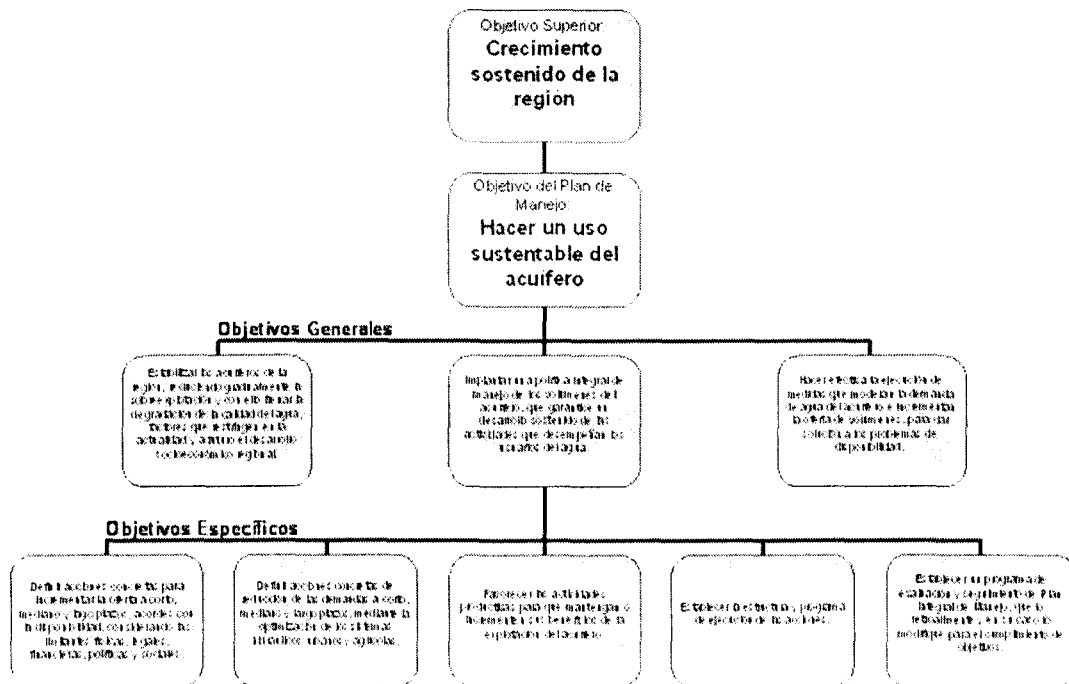
Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

regionales, tanto urbanas como rurales, que tendrán la naturaleza de órganos desconcentrados de aquella 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,

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

• 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.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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

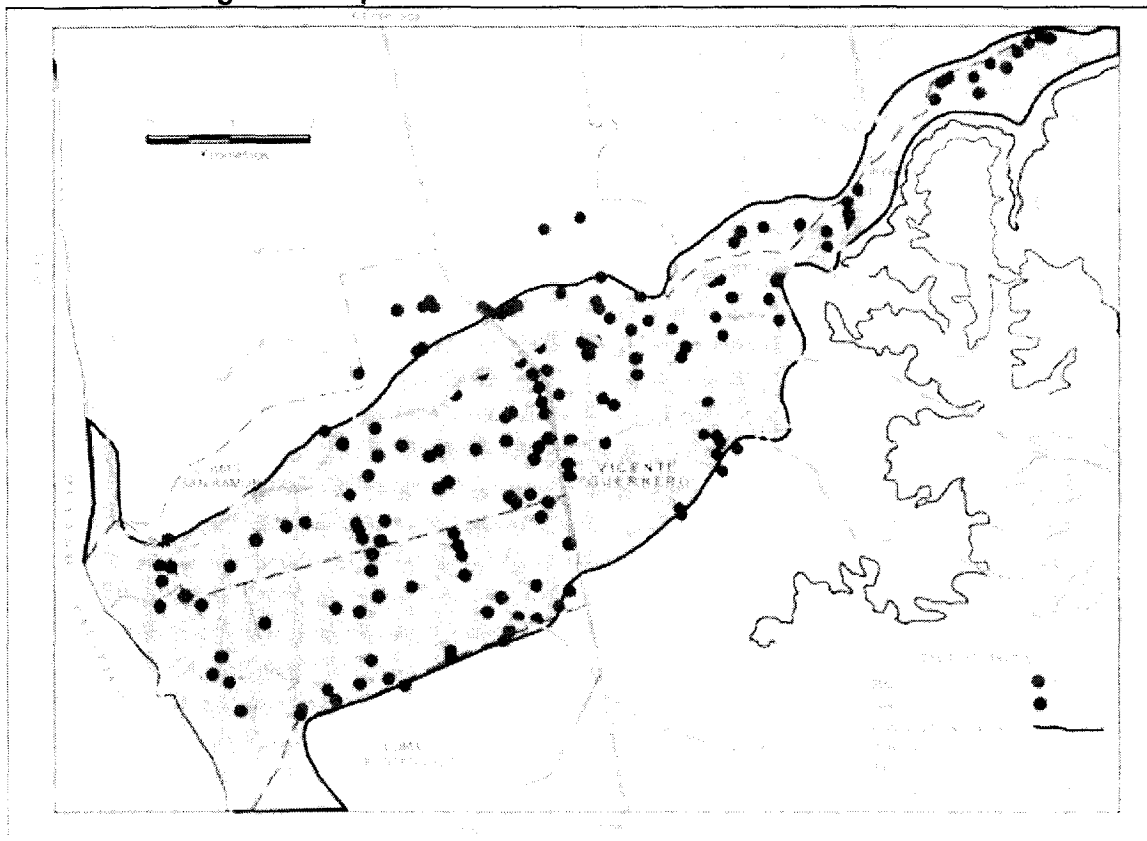
Diagnóstico

V.1. Población Y Desarrollo Socioeconómico

Población Actual

Según el más reciente Censo Nacional de Población y Vivienda (INEGI, 2005) el área del acuífero de Vicente Guerrero (Figura 3) cuenta con 16,247 habitantes distribuidos principalmente en tres poblaciones: Col. Vicente Guerrero, 10,632; Triquis (Lomas San Ramón), 3,432; y Santa Fe, 1886. Proyecciones de la tasa de crecimiento (Figura 4) arrojan un estimado de 17,531 habitantes entre las tres poblaciones para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b), es decir, poco más de 1 % de crecimiento anual.

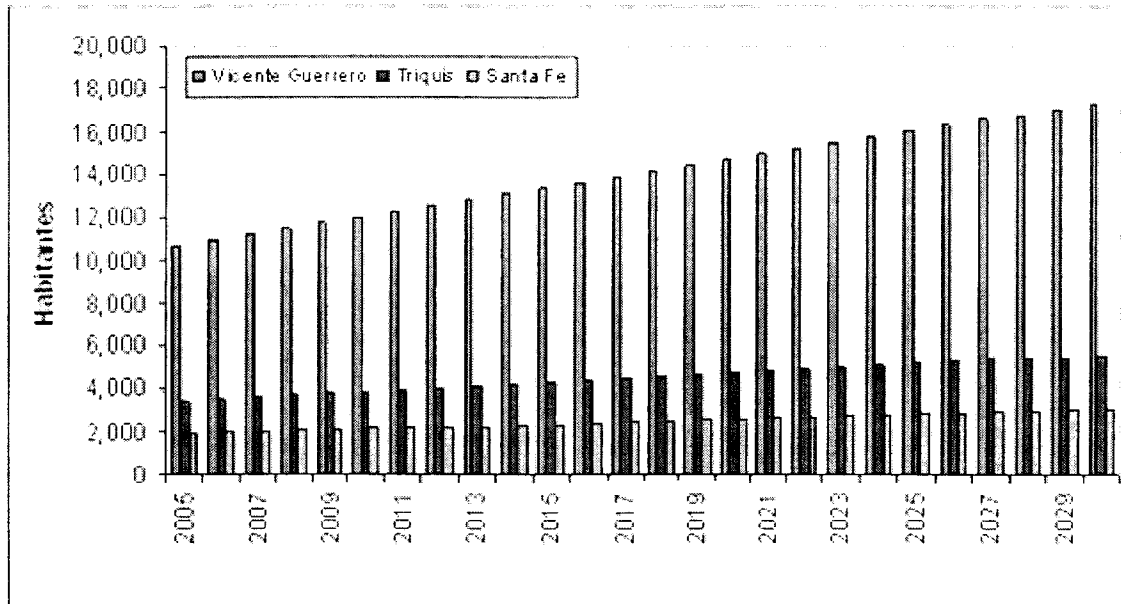
Figura 3. Mapa del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.



Fuente: Modificado de Ing. Civiles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGASA] (1978)

El fenómeno migratorio es de suma importancia en la zona del Valle de Vicente Guerrero 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, 2005) 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 otros lugares.

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 años recientes 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 (CONAPO-COLEF, 2003). Durante el 2006 dicha población ascendió a 4364 jornaleros tan solo en el valle de Vicente Guerrero (PRONJAG, 2006).

Actividad económica

La actividad económica más importante de la región es la agricultura de alta tecnología. Los principales cultivos son tomate (de vara y de sombra), cebolla, col de brusselas, pepino, habas, fresa y frambuesa (SEDESOL, 2006). 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. Toda esta actividad agrícola requieren de una cantidad importante de mano de obra, la que es obtenida en otros estados de la República (SEFOA, 2002).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

En la zona también se cría ganado bovino, ovino, porcino y caprino. El turismo, la producción acuícola, sobre todo ostión, y la pesca se practican en menor escala (López-Limón, 2002). La actividad comercial es abundante y orientada fundamentalmente al mercado interno, destacándose los giros restaurantero y farmacéutico (SEDESOL, 2006).

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.
- 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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)

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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:

- 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Promover el instrumento que regule el uso del agua.

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.
- 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, a 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- 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.

Evaluación de avances en los programas

Un objetivo común entre estos programas ha sido el de involucrar y obtener la colaboración de los pobladores y usuarios del agua con la meta de lograr el uso sustentable de los recursos hidráulicos disponibles en la región. En ese respecto, los programas han tenido éxito al reportar la colaboración de numerosos ciudadanos en la elaboración y evaluación de planes y programas.

Otro de los aspectos en los que se enfocaron los esfuerzos del organismo administrador, la Comisión Nacional del Agua (CNA), fue en la descentralización y descompactación de las operaciones para lograr una mayor eficiencia. Como resultado, hoy en día se cuenta con los Organismos de Cuenca, los que son los responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. También fungen como enlace entre CNA y los gobiernos de las entidades federativas. Otro avance en el rubro de la descentralización lo constituyen las Direcciones Locales. Éstas tienen la importante labor de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas que les corresponden.

A la fecha los programas han obtenido resultados lentos pero satisfactorios que encaminan a la zona del acuífero del valle de Vicente Guerrero hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial. Además, los nuevos programas retoman los conceptos, planteamientos y metas establecidos en aquellos a los que reemplazan, es decir, en la creación de nuevos planes se han tomado como referencia los preceptos, visiones y principios planteados en programas anteriores (CNA, 2008).

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

Clima.

Por su extensión la cuenca del arroyo San Domingo se clasifica como intermedia-grande y presenta diversos climas sujetos al relieve topográfico. La franja de laderas y mesetas 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 (Figura 5), con precipitaciones invernales. El clima que impera en la región de estudio es de tipo seco y muy seco templado y muy seco semihumedo. En particular, se trata de climas frescos con fuerte influencia marítima, menos extremosos que los de la vertiente oriental de la península.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Estos climas han sido descritos por Köppen y adaptados a las condiciones de la Republica Mexicana (García, 1988):

Clima Semiseco: Subtipo templado, con temperatura media anual entre los 12 °C y 18 °C; verano fresco, régimen de lluvia en invierno y algo extremoso.

Clima muy seco o desértico: Subtipo templado, temperatura media anual de de 15 °C a 18 °C, verano fresco; régimen de lluvia de invierno, algo extremoso y nieblas frecuentes.

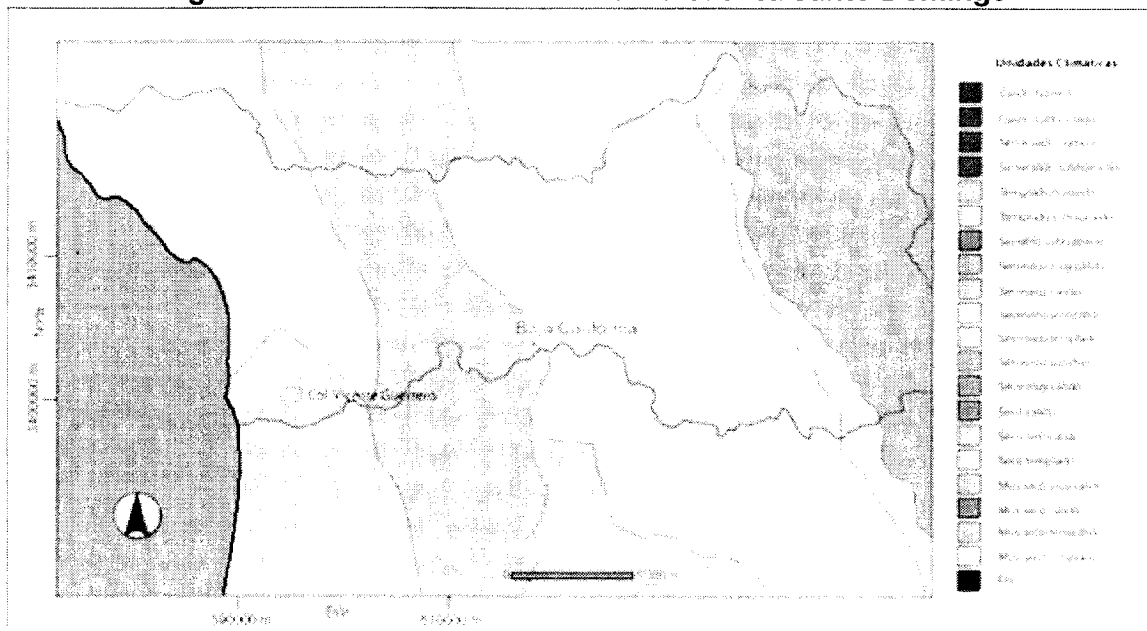
Subtipo semicálido, temperatura media anual de 18 °C a 22 °C, verano fresco que se extiende en la base de las montañas a altitudes menores de 800 msnm y régimen de lluvias en invierno.

Subtipo cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, régimen de lluvias en invierno y extremoso.

Clima templado: Subtipo húmedo, lluvias en invierno; clima mediterráneo; verano calido y algo extremoso.

Subtipo húmedo. Lluvia en invierno con verano largo y fresco. Se encuentra sobre las laderas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, entre 1000 y 2000 msnm.

Figura 5. Distribución de climas en la cuenca Santo Domingo



Fuente: modificado de INEGI (2007)

Precipitación pluvial.

La precipitación media anual en la cuenca de Santo Domingo, en la que se ubica el acuífero de Col. Vicente Guerrero, ha sido estimada en 199.6 mm/año a partir de la serie 1984 a 2003 de diversas estaciones a lo largo de la cuenca (CNA, 2006), Figura 6. La máxima precipitación registrada durante ese periodo fue de

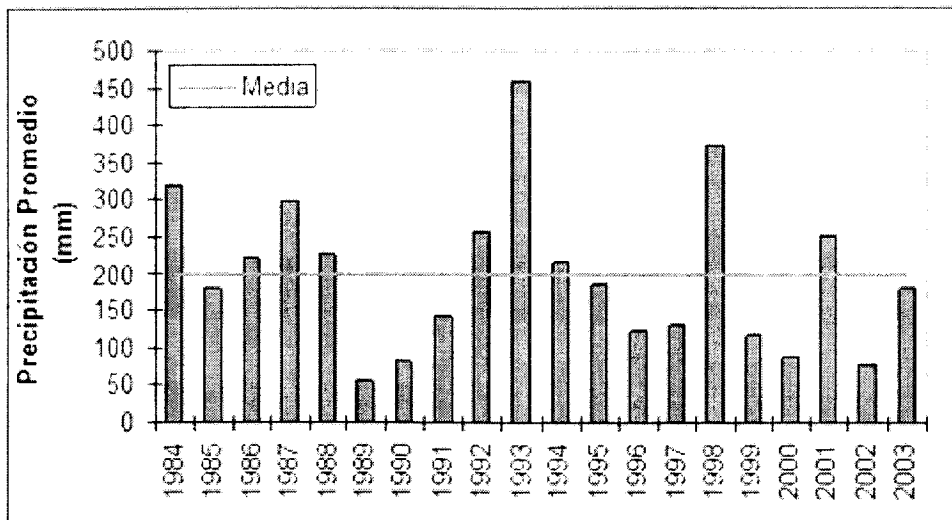
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

460.7 mm en el año 1993 mientras que la mínima de 57.9 mm correspondió a 1989. La cuenca presenta un régimen de lluvias invernal de noviembre a abril. La Figura 7 muestra la información proveniente de las estaciones climatológicas con mayor número de datos durante el periodo de análisis. Estas son: Col. Vicente Guerrero, Santo Domingo, Santa Cruz, Parque Nacional San Pedro Mártir y Colonia San Pedro Mártir. En la Figura 5 se observa el promedio de precipitación anual en cada estación.

Temperatura y evaporación potencial.

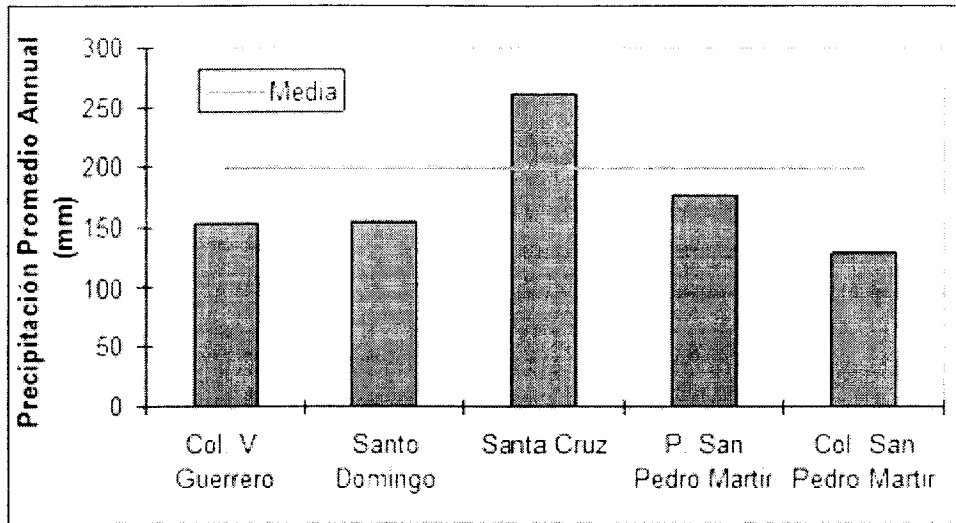
La temperatura media anual varía desde los 5 °C, en el mes de diciembre y de 22 °C, en agosto; con un promedio de 17 °C (CNA, 2002). La media máxima reportada a la fecha es de 20°C en el año de 1992. Aunque las temperaturas son extremosas durante algunas horas en los meses calurosos del año, los promedios se mantienen relativamente estables durante todo el año. Por otro lado, el promedio anual de la evapotranspiración real durante el periodo 1970-1993 fue de 227.08 mm, con un mínimo de 82.27 mm durante 1987 y un máximo de 541.96 mm (CNA, 1995).

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



Fuente: CNA (2006)

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



Fuente: CNA (2006)

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 (REPGA) 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 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 1 se muestran los correspondientes al Estado de Baja California (CNA, 2003). La ubicación de los acuíferos se presenta en la Figura 8.

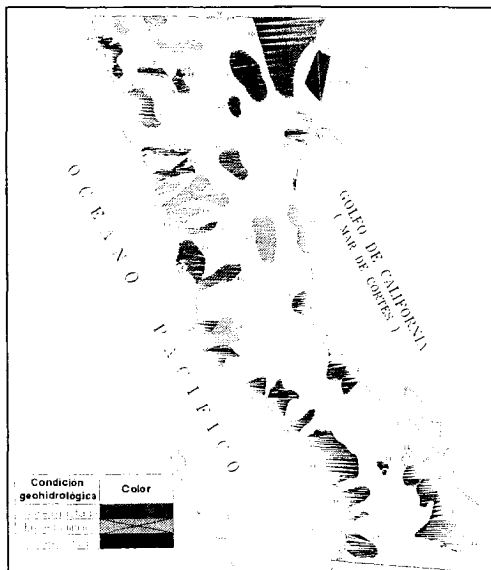
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

**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.



**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Fuente: Modificado de CNA (2003)

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.

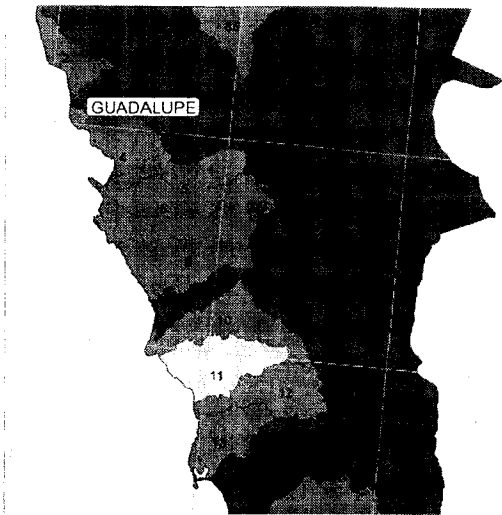
Cuadro 2. Disponibilidad de agua superficial según Norma Oficial Mexicana NOM-CNA-011-2000.

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	Manadero-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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**



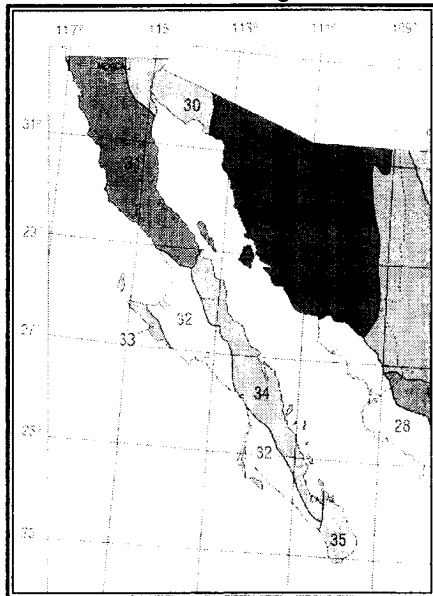
Fuente: Modificado de CNA (2006)

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 Vicente Guerrero 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 transformándolas en gneis y esquisto. El fallamiento fuertemente escalonado está relacionado con el desarrollo de los sistemas transformantes 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, Valle 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. (Ortega, 1992).

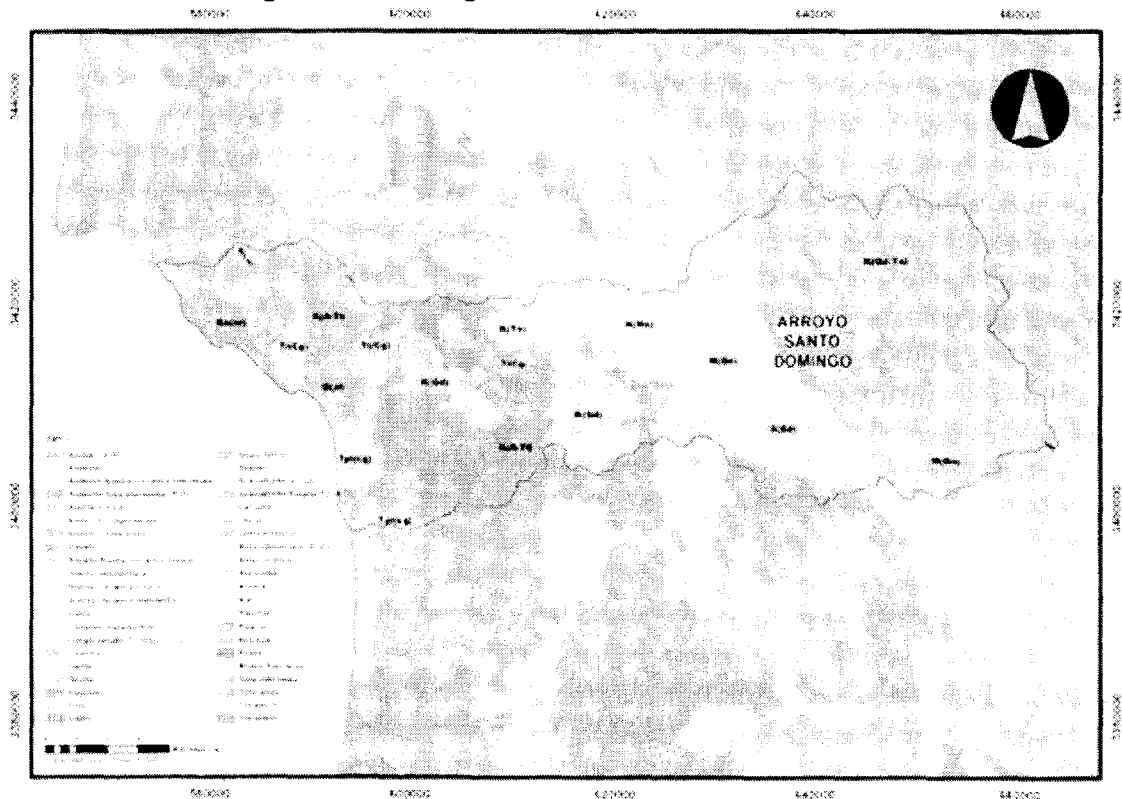


En esta porción de Baja California se encuentra expuesta una secuencia estratigráfica, cuyo rango geocronológico varía desde el Paleozoico hasta el Reciente (Figura 11). Las diferentes unidades se pueden definir en tres cinturones preterciarios, que a su vez están cubiertos de manera independiente por 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 Alisitos (Santillán y Barrera, 1930). Está afectada por numerosas fallas y por el emplazamiento de cuerpos intrusivos del Cretácico. Estos cinturones y todos los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 (Beal, 1948). 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 Vicente Guerrero.



Fuente: Modificado de INEGI (2000).

En la era Cenozoica se tienen acumulaciones de gruesos espesores de sedimentos continentales, depósitos marinos y una importante actividad

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

volcánica que cubre en parte los cinturones mesozoicos anteriores. Durante el Paleoceno y Eoceno, se acumularon sedimentos de ambientes cercanos a la costa. Estos sedimentos provinieron de las porciones orientales emergidas. Los potentes espesores de sedimentos fluviales y eólicos que afloran a la altura del paralelo 31, se encuentran coronados por emisiones lávicas de edad Plioceno y Mioceno, lo cual parece indicar que estos depósitos son de la misma edad, asimismo el Mioceno es la época durante la cual se desarrolló la mayor actividad volcánica. En el interior de la península se han acumulado recientemente depósitos aluviales, eólicos y lacustres que aún siguen desarrollándose.

A partir de la disposición y de las características de las unidades en el área se pueden inferir dos etapas tectónicas principales de deformación. La primera, de carácter compresivo, se refleja en la discordancia entre los sedimentos de Cretácico superior y la secuencia de dominio de arco insular, que fue la responsable del plegamiento, del metamorfismo y de los principales emplazamientos batolíticos, así como de un gran levantamiento en la región. La segunda fase está asociada a la apertura del Golfo de California y a la traslación de la península hacia el noroeste. Esta etapa está reflejada en la dislocación que presentan las unidades en los valles tectónicos que generó, y en el vulcanismo alcalino reciente.

Estratigrafía

A continuación se describen las diferentes unidades geológicas (INEGI, 1982; Soto, 1992). El orden de las unidades dentro del mismo rango, no indica necesariamente superposición.

Gneis (gn): La unidad consiste de gneises de facies de esquistos verdes, clase cuarzofeldespática, burdamente bandeados y en ocasiones en estructuras "augen". Presentan vetillas que cuarzo criptocristalino y en ocasiones están afectados por diques de pegmatita. La unidad está expuesta en el límite oriental y sureste de la subcuenca del Arroyo Santo Domingo, bordeando el núcleo batolítico de la Sierra de San Pedro Mártir. Está cubierta, discordantemente, en áreas muy restringidas por los depósitos conglomeráticos del Terciario Inferior. Su edad no se ha determinado con precisión, se le ha asignado una edad Cretácica, pero otros autores la consideran del Paleozoico.

Mesozoico

Metasedimentaria K(Ms): Secuencia sedimentaria metamorfizada, en la que se identifican calizas, areniscas, conglomerados y algunas rocas volcánicas. Es de color verde con tonos de ocre y presenta, por lo general, metamorfismo de facies de esquistos verdes, representado por pizarras, esquistos, cuarcitas y rocas metavolcánicas. Se encuentra afectada por intrusitos de granodiorita y corresponde a la Formación Alisitos. La unidad aflora al noroeste del valle, según una franja de orientación sureste- noroeste, al occidente de la Sierra San Pedro Mártir, con una expresión morfológica de sierras acordonadas.

Andesita-Toba Intermedia K(A-Ti): Unidad representada por una secuencia volcánica, que varía en composición desde ácida hasta intermedia,

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

predominando la última. Presenta, por lo general, metamorfismo de bajo grado, facies esquistos verdes de clorita, clase básica. Así mismo incluye rocas lávicas, como la riodacita, andesita y traquiandeista; tobas líticas y algunas tobas híbridas; en algunos sitios presenta intercalaciones de litarenitas volcánicas y otras de rocas volcanosedimentarias. En ocasiones se ha perdido la textura original por el metamorfismo, lo que dificulta su clasificación. Esta unidad se encuentra expuesta en la mayor parte de la zona, principalmente en la porción central de la subcuenca. Aparece intrusionada por los batolitos asignados al Cretácico. Se encuentra cubierta discordantemente por las diferentes unidades clásticas del Terciario. Corresponde a la Formación Alisitos, la que ha sido asignada al Cretácico Medio (Santillán y Barrera, 1930).

Granodiorita K(Gd): Unidad que consiste de granodioritas de textura holocristalina, equigranular, generalmente de grano grueso y color gris claro. Frecuentemente con intemperismo esferoidal. Aparecen emplazadas en las unidades metamórficas del Mesozoico y en la unidad anteriormente descrita. Aflora en el borde oriental y la porción central de la subcuenca en donde aparece formando sierras con grandes peñascos redondeados.

Tonalitas K(Tn): Consiste de tonalitas de textura holocristalina equigranular de color gris claro con tonos verde, intemperismo esferoidal y frecuente aparición de xenolitos. La unidad se encuentra emplazada entre las rocas volcánicas cretácicas y en las rocas metamórficas mesozoicas. Está cubierta discordantemente por las unidades clásticas asignadas al Mioceno y las unidades piroclásticas del Terciario Superior. Su distribución es escasa en el área; aparece en afloramientos aislados, principalmente al sureste y noreste de la subcuenca en estudio. Se manifiesta en sierras prominentes con grandes peñascos redondeados. A esta unidad y la anterior se les han asignado edades que varían a través del Mesozoico.

Arenisca Ka(ar): Unidad poco a parcialmente consolidada, formada por litarenitas intercaladas con algunas limonitas, conglomerados y escasos horizontes de yeso, acumulados en un ambiente mixto. Estas areniscas están cubiertas discordantemente por rocas clásticas del Terciario y Cuaternario, y se consideran parte de la Formación Rosario. Afloran en la porción norte y sur del valles de Vicente Guerrero, formando las terrazas marinas paralelas a la línea de costa. Aparece surcada por el Arroyo Santo Domingo, provocando que sus paredes sean casi verticales. Se le asigna una edad correspondiente al Cretácico Superior.

Cenozoico

Conglomerado Ti(cg): Conglomerados continentales que se presentan en estratos gruesos y masivos, constituidos por clastos, generalmente bien redondeados, de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, embebidos en una matriz arenolimoso y en ocasiones cementados por carbonatos y por óxidos. La unidad está expuesta según mesas de diferentes dimensiones, medianamente disectadas, en la vertiente del Océano Pacífico, donde rellenan antiguos valles fluviales. La unidad sobreyace a las rocas mesozoicas y está

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

cubierta por los depósitos conglomeráticos del Plioceno y depósitos clásticos recientes.

Conglomerado, Tpl(cg): Conglomerados de origen marino, de estratificación gruesa y masiva, medianamente cementados por carbonatos, con algunas intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso. Los conglomerados están constituidos por clastos redondeados de rocas intrusivas, metamórficas y volcánicas con tamaños menores a 15 centímetros y con fósiles de un ambiente de línea de costa. Cubre principalmente, en forma discordante, a las rocas clásticas del Cretácico Superior, formando terrazas marinas en la costa del Océano Pacífico.

Lacustre, Q(la): Consiste de una alternancia de estratos delgados, sin compactación ni cementación, de arena finas, limos y arcillas. Esta unidad está expuesta en un área pequeña a lo largo de la costa.

Aluvial Q(al): Esta unidad incluye a los depósitos aluviales, proluviales y fluviales del valle. Está formado por material granular de tamaño variable desde arcilla hasta cantos, sin consolidar, constituidos por fragmentos líticos y minerales predominando el tamaño arena. Entre los fragmentos líticos destacan los de rocas intrusivas y volcánicas; entre los minerales, los fragmentos de plagioclasa, cuarzo y micas. La unidad está ampliamente distribuida en el área, en este caso rellenando el valle de Vicente Guerrero, ocupando la mayor parte del mismo. Se le ha asignado una edad Cuaternaria.

V.5.2. Unidades Hidrogeológicas.

La superficie acuífera esta compuesta por una unidad permeable, constituida de depósitos aluviales y fluviales que cubren la mayor parte del valle. En ellos se encuentra la principal fuente de agua subterránea. Existe una unidad semipermeable que aflora en la porción norte y sur del valle. Estos depósitos son de bajo rendimiento hidráulico y contienen aprovechamientos de baja productividad. La base acuífera presenta discontinuidades en el basamento con profundidades que van de 27 a 43 m como máximo. Los materiales del subsuelo se han clasificado en las siguientes unidades hidroestratigráficas (CNA, 2002; CNA, 2003).

1. Unidad permeable. Está constituida por depósitos aluviales y fluviales, representados por bloques, cantos rodados, boletos localizados en la zona de alta energía, arena de diferente granulometría, gravillas y gravas que cubren la mayor superficie del valle. En esta unidad se incluyen los depósitos de litoral constituidos por arenas de granulometría muy finas, fina a media expuesta en las cercanías de la línea de la costa. Estos sedimentos tiene permeabilidad primaria y alta transmisividad. Constituye el almacenamiento de agua subterránea en el sistema acuífero.

2. Unidad semipermeable. Esta unidad esta integrada principalmente por areniscas, limolitas, conglomerados y escasos horizontes de yeso, los que están expuestos al norte y sur en los flancos el valle. También incluye depósitos volcánicos con permeabilidad secundaria como riodacitas, brechas basálticas y

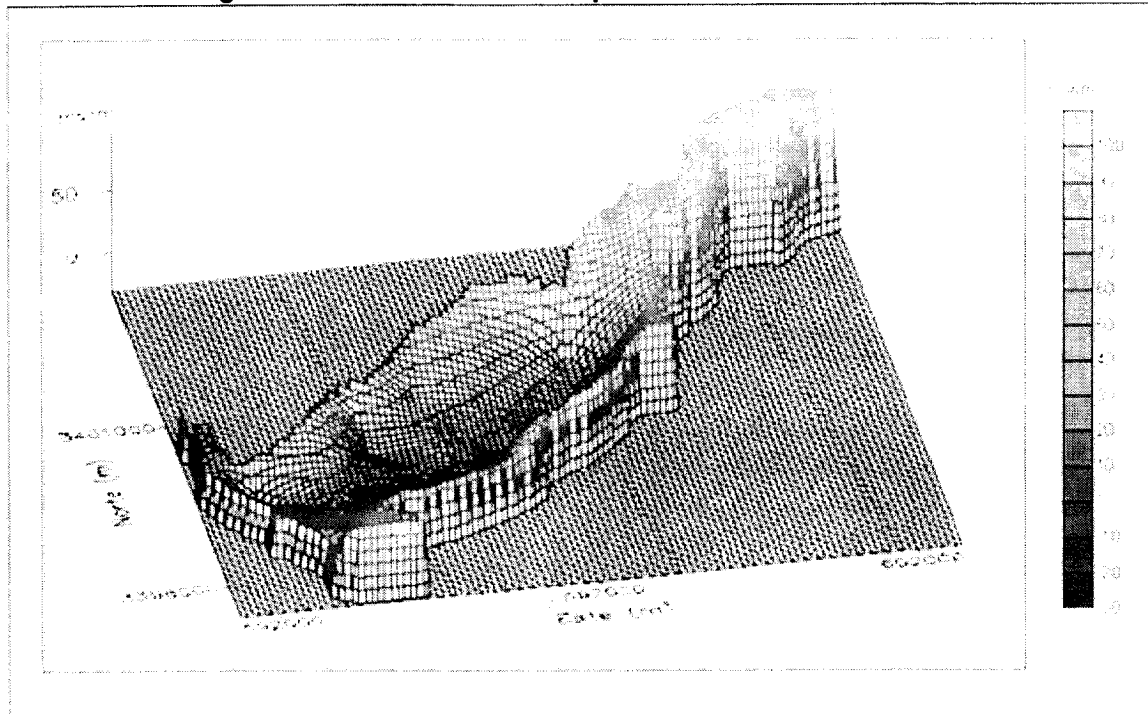
andesíticas con alto grado de fracturamiento. Estas últimas se ubican principalmente en la porción NE del sistema acuífero. En esta unidad se ubican aprovechamientos de baja producción.

3. Unidad impermeable. Conformada por rocas metamórficas representadas por pizarras, esquistos, cuarcitas y gneis; rocas volcánicas y metavolcánicas como andesitas y tobas con metamorfismo de bajo grado; rocas ígneas intrusivas distribuidas en forma errática a lo largo de la cuenca; y rocas sedimentarias representadas por conglomerados y areniscas de estratificación gruesa o masiva, identificadas como afloramientos aislados expuestos al norte y sur de las posiciones laterales del valle. Algunos de estos grupos pueden considerarse parte de la zona semipermeable, principalmente en rocas batolíticas y prebatolíticas con fracturamiento intenso.

V.5.3. Funcionamiento del sistema acuífero.

La cuenca hidrológica de Santo Domingo cuenta con una superficie de 1,227 km² (CNA, 2006), de los cuales 38 km² conforman el área acuífera de Col. Vicente Guerrero (CNA, 2002). Este es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa. Su espesor saturado mínimo es de 2.22 m y el máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. Cuenta con dos tipos de basamento impermeable. El primero corresponde a un estrato de arcillas intercaladas con arenas finas y se puede localizar desde la línea de costa hasta el cerro denominado Peña Colorada. El segundo está constituido por rocas volcánicas localizadas al este de Peña Colorada (Herrera et al., 1995). En dicha localidad las rocas volcánicas fracturadas subyacen al basamento sedimentario generando lo que se podría considerar como una porción de baja producción del acuífero que localmente alcanza hasta los 84 m de espesor. La Figura 12 es una representación de la elevación del basamento en el área de explotación.

Figura 12. Elevación de la superficie del basamento.



Fuente: Datos tomados de Herrera et al. (1995).

Los parámetros del acuífero fueron estimados para una zona de 22.5 Km² (Soto, 1992). Las pruebas de bombeo arrojaron una transmisividad que varía desde 0.845 a 1.7 m²/s y un coeficiente de almacenamiento de entre 0.009 hasta 0.199. Sin embargo, el valor utilizado con más frecuencia es de 0.18 (CNA, 2002, 2003) y fue obtenido a partir del balance hidrológico. Con anterioridad se habían estimado valores de transmisividad de 0.024 y 0.019 m²/s y un coeficiente de almacenamiento del 15% para un área acuífera de 23.65 km² (ICGSA, 1978). En este acuífero no existen descarga a manantiales así como tampoco flujo base. Los escurrimientos superficiales se presentan exclusivamente durante épocas de precipitación extraordinaria.

V.5.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría.

En el Valle Colonia Vicente Guerrero se inventarió, en 1978, un total de 215 aprovechamientos, de los cuales 160 eran obras activas, 98 para uso agrícola, 60 para uso doméstico y 2 industriales, con una capacidad instalada para extraer 195 lps equivalentes a un volumen anual de 6.1 Mm³ al año (CNA, 2002). Por otro lado, en el censo elaborado en el año 2001 se determinaron 324 aprovechamientos, de los cuales 169 son obras inactivas y 155 obras activas.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

De estas últimas 140 son para uso agrícola, 4 domésticas y 13 de uso público urbano, comercial, industrial y/o de servicios. El censo muestra un decremento en el total de las obras activas; sin embargo, este decremento fue en las obras de uso doméstico, resultado de la introducción de sistemas de agua potable. El número de obras de uso agrícola se incrementó en más del 40 % en 23 años, lo que origina mayor grado de extracción de aguas subterráneas para este uso. En contraste, el Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero enlista un total de 303 aprovechamientos de los cuales 228 son exclusivamente de uso agrícola, 58 son designados para usos mixtos, 12 para doméstico, 3 para público urbano, 1 de servicios y 1 de uso industrial. La localización de los aprovechamientos dentro del valle de Vicente Guerrero se muestra en la Figura 1. Actualmente se está realizando la actualización del censo de aprovechamientos con un avance de alrededor del 40%.

Dada la escasez de instrumentos de medición, la estimación de los volúmenes de extracción se obtiene principalmente mediante el aforo del caudal de cada uno de los pozos en las pruebas de bombeo. La capacidad instalada en 139 aprovechamientos durante 1994 fue de 2,374 lps, con una extracción potencial de 75.4 Mm³ al año (CNA, 2002). En el acuífero de Col. Vicente Guerrero se han reportado extracciones por bombeo de 6 Mm³/año (ICGSA, 1978), 22.7 Mm³/año (Soto, 1992), 21.43 Mm³/año (CNA, 1997) y 15.23 Mm³/año (CNA, 2002). En algunos casos, la producción se estimó a partir de cálculos utilizando la superficie sembrada, el tipo de cultivo, el gasto y tiempo de riego reportados por el usuario. El detalle del volumen de extracción determinado para cada aprovechamiento censado se presenta en el Anexo A.

V.5.5. Uso del agua subterránea.

El volumen total de extracciones se ha reportado en 15.23 Mm³/año, de los cuales 14.31 Mm³ son destinados al riego agrícola (CNA, 2002). Sin embargo, según el REPDA (2007), la concesión de volúmenes para el sistema de distribución de agua potable es de aproximadamente 1.1 Mm³ y se tienen excedentes destinados a usos varios por lo que se supone que las extracciones son ligeramente mayores a las reportadas.

FALTA INTEGRAR LA TABLA DE USOS DEL AGUA DEL REPDA

V.5.6. Comportamiento piezométrico.

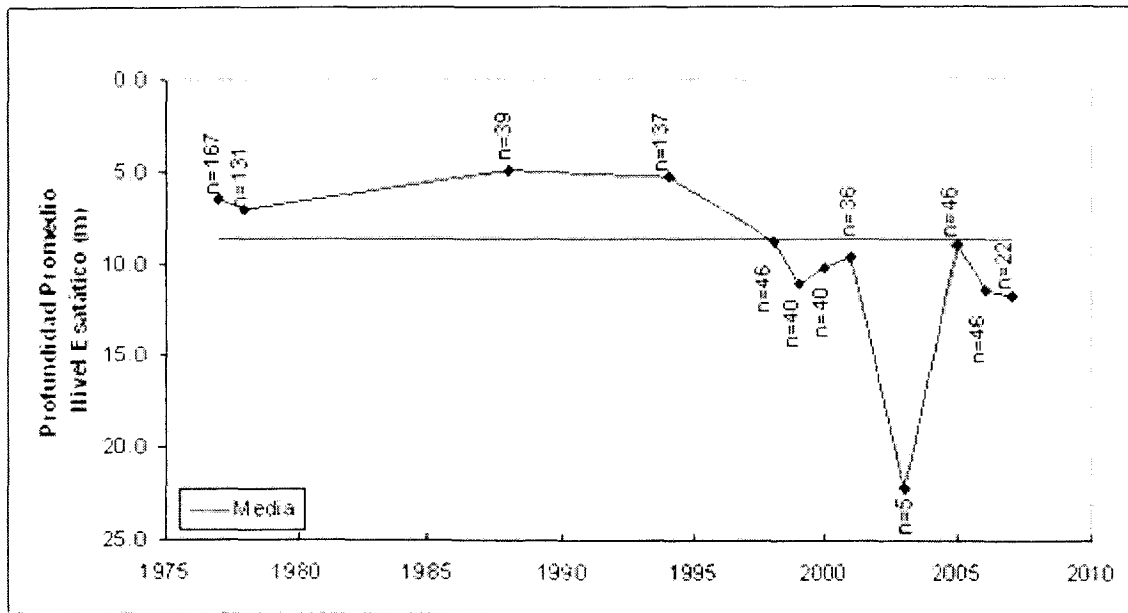
El comportamiento de los niveles piezométricos de un acuífero libre indica la dirección general del flujo subterráneo. Dicho flujo es provocado por los gradientes hidráulicos que se presentan en la superficie del acuífero debido principalmente a: (1) la dinámica de recarga y de descarga, tanto natural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

Se cuenta con 11 años de mediciones de la profundidad de los niveles piezométricos durante el periodo de 1977 a 2007, sin embargo, la información contenida en las bases de datos está en proceso de compaginación y actualización por lo que su análisis en este momento resulta incompleto.

Profundidad del Nivel Estático

La profundidad promedio del nivel estático del acuífero de la colonia Vicente Guerrero varía desde un mínimo de 4.9 m, en 1988, hasta un máximo de 22.2 m, en 2003. Este último valor podría ser un artificio del número y la selección de pozos por lo que se eliminó para estimar el promedio de los 11 años, el cual resulta en 8.7 m. En la Figura 13 se observan que, durante la segunda parte del periodo de análisis, el nivel freático promedio se ubica a mayor profundidad que los de la primera mitad, mostrando evidencias de abatimiento.

Figura 13. Evolución de la profundidad promedio del nivel estático. n = número de pozos medidos.



Fuente: _____

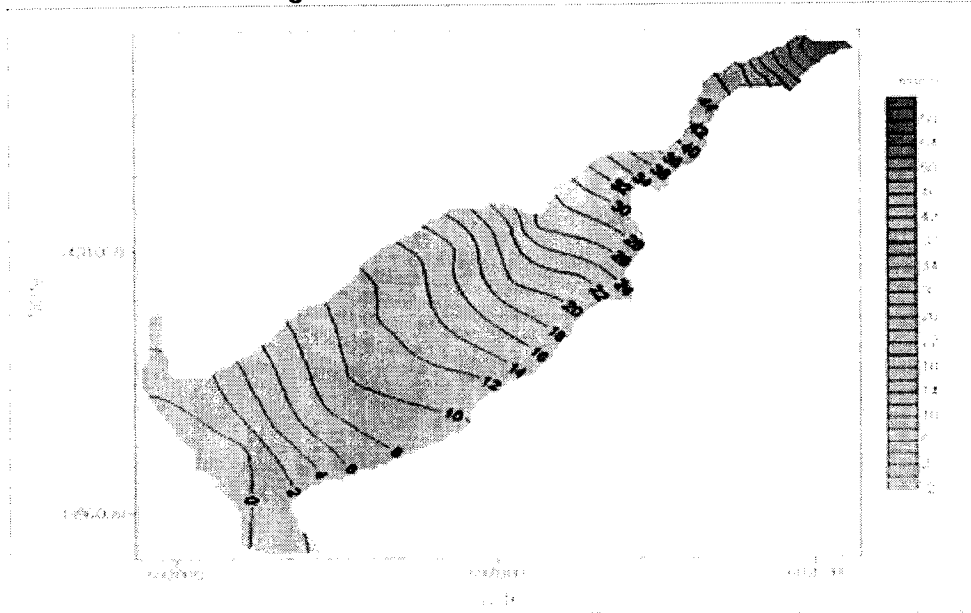
Elevación del Nivel Estático

En análisis piezométrico muestra que el sentido del flujo subterráneo es sensiblemente de noroeste a suroeste, desde las zonas altas del continente hacia la línea de costa. Las elevaciones de la superficie piezométrica en general son positivas en todo el valle, con valores que sobrepasan los 50 msnm. Las líneas equipotenciales desarrolladas para 1994 (Figura 14) indican un flujo subterráneo continuo en dirección al mar. También se observa que la cota "0" se ubica cerca de la costa, a una distancia de no más de 500 m. Por otro lado, datos no mostrados indican el desarrollo de elevaciones puntuales por debajo del nivel del mar (-0.6 msnm). Ambas observaciones indican que las condiciones de 1994 pueden haber inducido una incipiente inversión del gradiente hidráulico, como producto de una extracción excesiva de agua subterránea, reflejando los efectos de una sobreexplotación. Datos del 2001 (no mostrados, CNA, 2001)

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

revelan el avance de la cota "0" hacia el continente, confirmando la inversión del gradiente hidráulico.

Figura 14. Elevación del nivel estático en 1994.



Fuente: Modificado de CNA (1995).

Evolución del Nivel Estático

Durante el periodo 1977-2001 alrededor del 88 % del área de análisis mostró un descenso promedio en sus niveles estáticos de 4.30 m en 24 años, es decir, 0.18 m de abatimiento anual. Mientras tanto, el resto del área, que además es la que se localiza más cerca de la línea de costa, se mantiene constante o muestra incrementos de hasta 1.8 m. El abatimiento generalizado refleja el desorden en la construcción de obras de captación y la exportación de recursos hidráulicos subterráneos a cuencas vecinas. Por su parte, la constancia o el incremento de los niveles piezométricos en el área de la planicie costera es indicio de que la sobreexplotación del acuífero ha inducido una recarga artificial desde el mar hacia el continente, de manera tal que ha evitado su abatimiento y, muy probablemente, provocando la degradación del agua subterránea (CNA, 2001).

V.5.7. Calidad del agua subterránea

La evolución de la calidad del agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero se ha observado a partir de mediciones de conductividad eléctrica que, convertidas a concentración de sólidos totales disueltos (STD), se presentan en la Cuadro 3 y en la Figura 15. Los valores máximos y mínimos obtenidos para los años 1978 y 2003 parecen representar, de manera exclusiva, a las concentraciones de los pozos con calidad de agua potable. La zona de menor concentración de sales (122 a 800 mg/L) tiene la influencia de los escurrimientos del arroyo Santo Domingo (CNA, 2002). Por otro lado, la concentración máxima de STD del

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

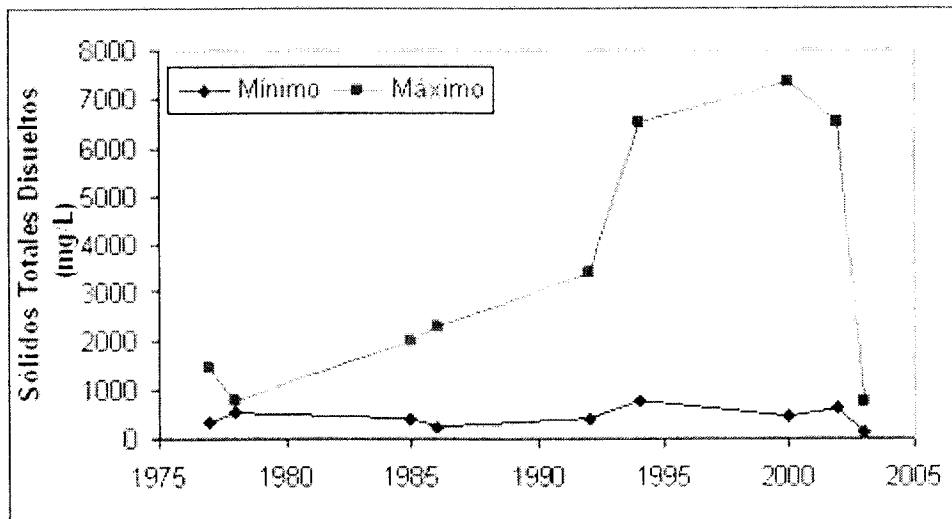
acuífero (~1000 a 7,347 mg/L) muestra un incremento constante en el tiempo, lo que indica el deterioro en la calidad de las aguas subterráneas, sobre todo en la zona de la planicie costera. Las referencias incluidas en el Cuadro 3 relacionan este aumento de salinidad con el avance de una pluma de intrusión marina dentro del continente. El origen de dicha intrusión es la ya mencionada inversión del gradiente hidráulico en la zona costera, el que es provocado por la sobreexplotación del acuífero.

Cuadro 3. Concentración de sólidos totales disueltos reportados en la literatura.

Año	Sólidos totales disueltos mg/L		Referencias
	Mínimo	Máximo	
1977	313	1448	SARH, 1977
1978	531	800	CNA, 1997b
1985	400	2000	CNA, 2000
1986	268	2249	SARH, 1986
1992	429	3378	Soto, 1992
1994	800	6500	CNA, 1997b; CNA, 2000
2000	445	7347	CNA, 2000
2002	600	6500	CNA, 2002
2003	122	736	CNA, 2003

Fuente: Las indicadas en el cuadro.

Figura 15. Evolución de la concentración de sólidos totales disueltos.



Fuente: _____

En el acuífero del valle de Vicente Guerrero se ha reportado una zona con agua de mala calidad que abarca al menos 3.6 km² sobre la franja costera (CNA, 2002), aunque se sospecha que en años más recientes esta zona a crecido considerablemente. El agua marina contiene un promedio de 35,000 mg/L de

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 mar; su rango en STD es de aproximadamente 1,000 a 20,000 mg/L (Drever, 1982). 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 Colonia Vicente Guerrero, guarden una relación proporcional y mayoritaria con los STD. Por lo tanto, para efectos prácticos la concentración de STD representa a la salinidad del agua. También se asume que el contenido de STD del agua dulce, cuyo promedio es de 434 mg/L, 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.

El Cuadro 4 muestra el porcentaje de agua marina que constituye al agua subterránea local dependiendo de su contenido de sales. El agua de alrededor de 6,000 mg/L de STD reportada para la franja costera resulta de la mezcla de agua dulce con aproximadamente un 16% de agua marina. Actualmente el agua de la región salobre está siendo tratada (desalada) antes de utilizarse para el riego agrícola.

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

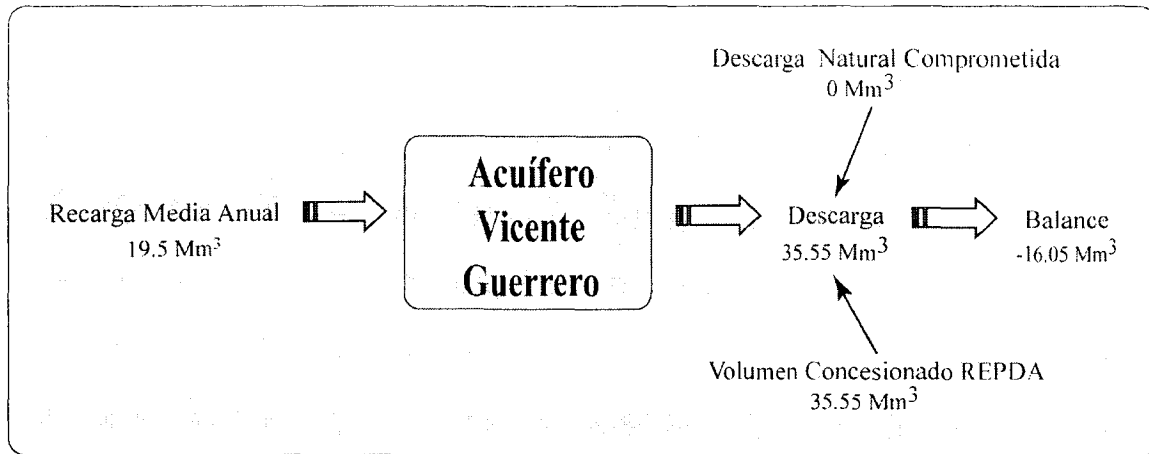
STD (mg/L)	434	1,000	3,000	6,000	7,347	9,000	15,000	25,000	35,000
% Agua marina	0	2	7	16	20	25	42	71	100

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 Colonia Vicente Guerrero para el año 2002 (Figura 15). La recarga total media anual, la que corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, se reportó en 19.5 Mm³. Mientras tanto, la descarga natural comprometida, conformada por las salidas directas al mar y la evapotranspiración, se considera prácticamente nula. Por lo tanto, la diferencia entre estos dos valores o rendimiento permanente del acuífero de San Simón es de 19.5 Mm³ (CNA, 2002).

Figura 16. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**



Fuente: CNA (2002).

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, y publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 31 de enero de 2003, totaliza 35,546,827 m³/año (DOF, 2003). 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 -16.046 Mm³ para 2002-2003, 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 del acuífero ha sido reemplazada por agua salobre, la que enmascara el probable estado de desequilibrio dinámico del acuífero.

V.6. Agua Superficial.

El acuífero Col Vicente Guerrero se localiza en la Región Hidrológica No. 1, Baja California Noroeste, dentro de la cuenca Arroyo Santo Domingo (Figura 13). Dicha cuenca hidrológica cuenta con una superficie de 1,227 km² (CNA, 2006), de los cuales 38 km² forman la superficie acuífera, y está integrada principalmente por los afluentes Cañada Arroyo Hondo, Cañada Portezuelo, Misión de Santo Domingo y la Garrocha, en la margen derecha. En la porción central se cuenta con los arroyos Valladares y Santa Cruz y en la margen izquierda con el arroyo San Antonio de Murillos. Debido a sus características geológicas, la red de drenaje tiene un patrón dendrítico (CNA, 2003).

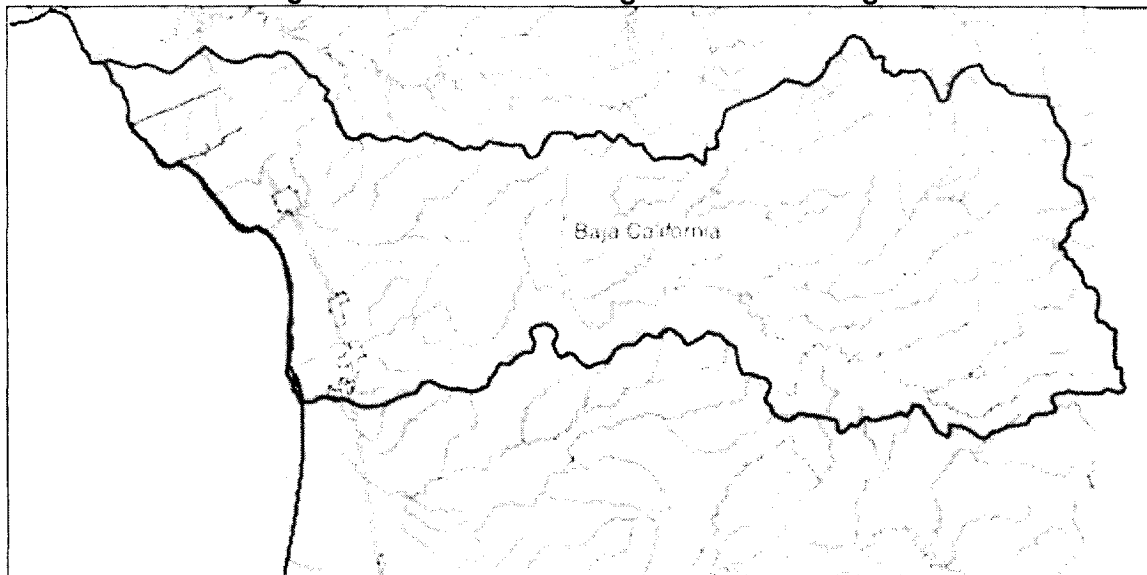
V.6.1. Hidrografía

El arroyo Santo Domingo se origina en el parteaguas de la Sierra de San Pedro Mártir, a una elevación media de 2,900 msnm y escurre en dirección este-oeste hasta desembocar en el mar. Siendo una corriente de régimen torrencial permanece seca durante la mayor parte del año, aunque llegan a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. La Figura 16 muestra los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

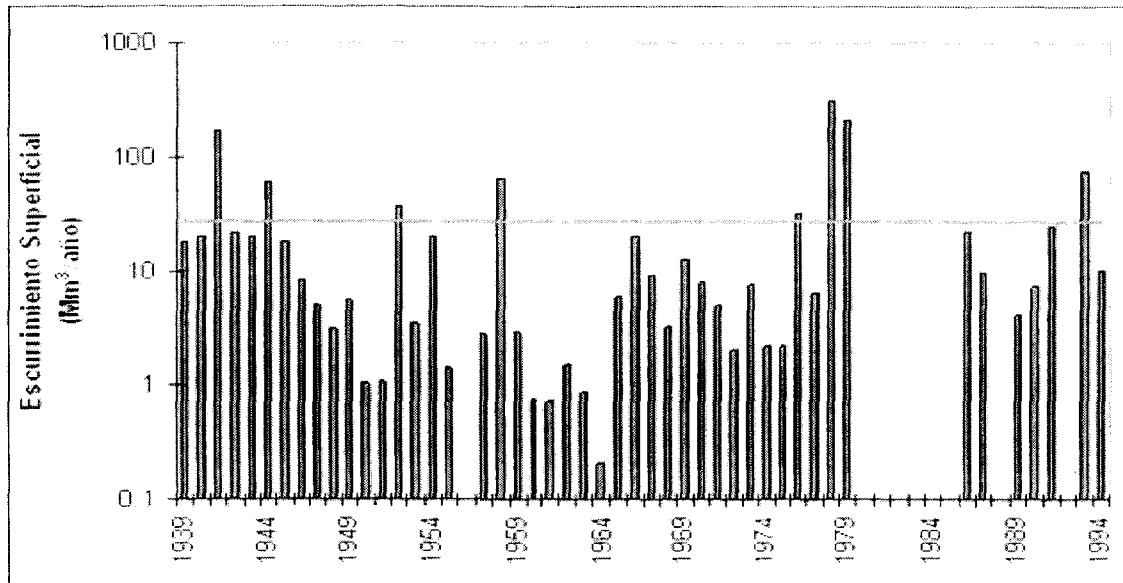
escurrimientos para los periodos 1939-1980 y 1986-1994 de la estación hidrométrica Santo Domingo (01024). El escurrimiento promedio a lo largo de 48 años fue de 27 Mm³ anuales, con un mínimo de 0.0, en 1956, y un máximo de 311.3 Mm³ en 1978 (CNA, 1981; CNA, 1996). Recientemente se ha documentado un coeficiente de escurrimiento de 0.255 (adimensional) para toda la cuenca, lo que genera escurrimientos de 17.3 Mm³ en promedio anual (CNA, 2006). Los escurrimientos superficiales de esta región no son aprovechados sistemáticamente aunque existen algunas derivaciones para uso ganadero y agrícola. Numerosas obras de captación han sido construidas lo largo del cauce y en la planicie costera, principalmente para la extracción y uso del agua infiltrada en el lecho del arroyo.

Figura 17. Cuenca hidrológica Santo Domingo.



Fuente: Modificado de INEGI (2007)

Figura 18. Esgurrimiento superficial en la estación Santo Domingo.



Fuente: CNA, (1996).

V.6.2. Calidad del agua superficial.

La calidad del agua superficial es, en términos generales, buena para usos agrícolas pues predominan en el valle las clases con concentraciones tipo 1 y 2, y salinidades tipo 1, que son aptas para cualquier tipo de cultivo (CNA, 1995). Las concentraciones encontradas alcanzan valores máximos de 800 mg/L de STD, encontrándose eventualmente sitios con hasta de 1,000 mg/L. Las concentraciones menores de 400 mg/L se encuentran a ambos márgenes del arroyo y casi exclusivamente sobre los depósitos fluviales (CNA, 1995).

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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 5. Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2006).

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	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios Brutos de la Sobreexplotación	Beneficios netos de la Sobreexplotación
2007	\$771,723	\$348,781	\$107,939	\$54,511,494	\$0	\$55,739,956	\$119,613,975	\$63,874,018
2008	\$951,139	\$568,893	\$58,292	\$61,463,758	\$0	\$63,042,081	\$134,869,252	\$71,827,171
2009	\$979,719	\$733,539	\$53,083	\$56,246,286	\$0	\$58,012,627	\$123,420,610	\$65,407,983
2010	\$1,349,688	\$1,037,389	\$106,361	\$75,412,521	\$0	\$77,905,939	\$165,476,870	\$87,570,931
2011	\$1,204,092	\$1,152,557	\$189,472	\$55,438,031	\$0	\$57,984,152	\$121,647,065	\$63,662,913
2012	\$1,660,906	\$1,482,461	\$372,466	\$79,083,347	\$0	\$82,599,179	\$173,531,723	\$90,932,543
2013	\$1,927,792	\$1,782,291	\$628,132	\$86,199,736	\$0	\$90,568,432	\$189,147,138	\$98,578,686
2014	\$2,027,512	\$2,064,024	\$1,037,907	\$86,747,937	\$0	\$91,877,381	\$190,350,050	\$98,472,669
2015	\$1,849,425	\$2,224,791	\$1,401,717	\$68,192,215	\$18,241,302	\$91,909,450	\$149,633,432	\$57,723,982
2016	\$1,836,140	\$2,410,849	\$1,788,833	\$62,933,142	\$18,241,302	\$87,200,265	\$138,093,505	\$50,893,240
2017	\$1,758,278	\$2,565,608	\$2,171,235	\$55,430,447	\$18,241,302	\$80,166,870	\$121,630,423	\$41,463,553
2018	\$1,681,394	\$2,698,798	\$2,537,012	\$48,384,720	\$18,241,302	\$73,493,224	\$106,060,347	\$32,567,122
2019	\$1,517,671	\$2,775,254	\$2,829,882	\$35,945,084	\$18,241,302	\$61,909,193	\$78,873,906	\$17,564,712
2020	\$1,394,999	\$2,838,758	\$3,069,423	\$27,769,857	\$18,241,302	\$53,314,339	\$60,935,094	\$7,620,756
2021	\$1,250,808	\$2,871,113	\$3,240,514	\$18,843,150	\$18,241,302	\$44,446,887	\$41,347,318	-\$3,099,569
2022	\$965,485	\$2,814,754	\$3,253,010	\$546,220	\$18,241,302	\$25,820,771	\$1,198,564	-\$24,622,207
2023	\$851,041	\$2,786,208	\$3,224,381	-\$4,190,458	\$18,241,302	\$20,912,474	-\$9,193,077	-\$30,107,551
2024	\$228,565	\$2,513,967	\$2,850,227	-\$44,829,349	\$18,241,302	-\$20,795,289	-\$97,929,692	-\$77,134,403
2025	\$348,355	\$2,460,689	\$2,611,009	-\$30,482,993	\$18,241,302	-\$16,821,630	-\$66,888,498	-\$60,066,859
2026	\$19,906	\$2,242,192	\$2,241,784	-\$49,382,309	\$18,241,302	-\$26,537,125	-\$108,139,633	-\$81,602,508
2027	\$140,632	\$2,173,696	\$1,998,374	-\$33,171,514	\$18,241,302	-\$12,617,511	-\$77,176,469	-\$64,558,959
2028	-\$174,636	\$1,940,522	\$1,648,699	-\$53,903,871	\$18,241,302	-\$32,247,985	-\$118,280,675	-\$86,032,691
2029	-\$393,483	\$1,695,096	\$1,270,296	-\$65,118,377	\$18,241,302	-\$44,305,166	-\$142,888,543	-\$98,583,377
2030	-\$264,002	\$1,577,641	\$1,012,351	-\$50,685,033	\$18,241,302	-\$30,117,742	-\$111,217,615	-\$81,099,873
Total	\$23,873,130	\$47,760,372	\$39,732,419	\$539,634,037	\$291,860,827	\$942,860,785	\$1,184,113,068	\$241,252,283

Los costos económico ambientales totalizan \$942,860,785 pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica, el 31% a la pérdida de áreas de cultivo, el 5% a la modificación de pozos y el 4% al costo excedente en electricidad. Es evidente que ante la esperanza de una ganancia adicional de \$1,184,113,068 de la sobreexplotación sobre el escenario sustentable se termina con un beneficio marginal de \$241,252,283 presentando pérdidas a partir del 2021.

Capítulo VI

Proyección (pronóstico)

VI.1. Proyección de la disponibilidad

Aguas subterránea

La disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de Vicente Guerrero 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. La cuenca hidrológica de Colonia Vicente Guerrero cuenta con una superficie de 1,227 km² de los cuales 38 km² forman la superficie acuífera. El coeficiente de almacenamiento reportado por CNA (2002) es de 18%. Dicha superficie está compuesta por una unidad permeable constituida de depósitos aluviales y fluviales. La base acuífera presenta discontinuidades en el basamento con profundidades que van de 27.0 m a 43.0 m como máximo y se ha determinado que el espesor saturado mínimo es de 2.22 m y un máximo de 32.21 m con un promedio de 15.62 m. La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea del acuífero varía de 600 a 6500 ppm y presentan un promedio de 1600 ppm. La Figura 19 muestra la relación del acuífero con el sistema hidrológico superficial. Los diversos balances muestran un déficit de agua (ver capítulo V), por lo que el acuífero se encuentra fuera de balance y sobreexplotado. En la región la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm siendo diciembre y enero los meses más lluviosos con 24.2 y 23.9 mm, respectivamente, mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual en el área acuífera es de 217 mm (CNA, 2002).

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de Vicente Guerrero incluye 303 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 (2002) ha reportado una extracción total promedio de 15.23 Mm³/año, de los cuales el 94% se destina al riego agrícola y el resto se distribuye entre los usos público-urbano, doméstico y pecuario,

El análisis de la evolución de los niveles estáticos en el período de 1988-1994, muestra un abatimiento que va de 0.25 m a 10.0 m, en un área de 17.0 Km². A la vez, se registró una evolución positiva en un área de 8.0 Km² con valores que van de 0.5 m a 4.5 m. El abatimiento cubrió el 69 % de la superficie del valle hasta llegar a línea de costa. Haciendo un análisis comparativo, resulta un abatimiento medio anual de -0.36 m, equivalente a una sobreexplotación anual del acuífero del orden de los 2.92 Mm³ (CNA, 2002). Por otro lado, de acuerdo a un análisis efectuado en 1978, la calidad del agua producida en este acuífero fue

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

buena, con valores en sólidos totales disueltos en un rango de 531 a 800 mg/L. Las menores concentraciones se detectaron en el cauce del Arroyo Santo Domingo mientras que las máximas se presentaron en la margen izquierda del cauce, sobre la terraza aluvial. En 1994 se observó un decremento general en la calidad del agua, con respecto a 1978, encontrando valores de entre 700 y 6,500 mg/L. También se observó en un área de 3.7 Km², equivalente al 14 % de la superficie acuífera y localizada en los flancos noroeste y suroeste del valle, agua de mala calidad con valores de STD que van de las 1,800 a 6,500 mg/L. Muy probablemente este incremento en la salinidad está relacionado con la intrusión salina producida como consecuencia de la sobreexplotación del acuífero (CNA, 2002). En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 19.5 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (DOF, 2003), 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 19. Mapa de localización del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.



Fuente: Modificado de Ing. Civiles y Geólogos Asociados, S.A. [ICGASA], 1978.

El balance oficial se publicó en 2002 pero los datos utilizados para los cálculos fueron generados en 1994 (CNA, 2002). En ese entonces se estimó una recarga total promedio anual de 19.52 Mm³ compuesta por 14.77 Mm³ de entradas

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

horizontales y por 4.75 Mm³ de recarga vertical. Por su parte, la descarga promedio anual estimada fue de 21.42 Mm³ y está integrada por 15.23 Mm³ de extracciones por bombeo y por 6.19 Mm³ de descargas horizontales al mar. El balance entre ambas arroja un déficit en el volumen de aguas subterráneas de 1.9 Mm³ en promedio anual.

Bajo las condiciones encontradas en la época de estudio (diciembre de 1994), considerando un espesor promedio saturado de 15.16 m, una superficie acuífera de 25.0 km² y un coeficiente de almacenamiento de 0.18, los sedimentos saturados almacenan un promedio de 68.22 Mm³ de agua subterránea (CNA, 2002).

Por su parte, aplicando los 38 Km² de área acuífera reportados por CNA (2002), el déficit de 1.9 Mm³/año representa un abatimiento promedio de 0.05 m/año en los niveles piezométricos del acuífero de Colonia Vicente Guerrero.

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. En el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 era de 35,546,827 m³/año mientras que para el 2006 el volumen se incrementó terminando en 38,880,910.50 m³/año.

Aguas Superficiales

La Subcuenca hidrológica del arroyo Santo Domingo abarca 1227 Km². Se trata de una corriente de régimen torrencial, por lo que permanece seca durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo 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. En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

De los recursos hidráulicos superficiales se consideró que el escurrimiento medio anual del río, con un valor de 12.3 x 10⁶ m³/año, debe ser aumentado en 2.5 x 10⁶ m³/año que no son medidos en la estación hidrométrica cuando los escurrimientos son iguales o menores de 100 lps, por lo que dicho escurrimiento llega a ser del orden de 14.8 x 10⁶ m³/año. De este volumen se aprovecha aproximadamente 5 x 10⁶ m³/año en derivaciones que se tienen entre la estación hidrométrica y el puente carretera y se debe infiltrar hacia los acuíferos un volumen aproximado de 1.8 x 10⁶ m³/año, por lo que la descarga al mar es en promedio de 8 x 10⁶ m³/año de agua superficial que se presenta únicamente durante la etapa de lluvias, por lo que su aprovechamiento es factible únicamente a través de un almacenamiento en los alrededores de la estación hidrométrica.

Aguas Residuales

En el valle de la Colonia Vicente Guerrero no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, únicamente el 8.65% de las casas habitación del valle cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gob. Mpal. Ensenada) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. En la actualidad el acuífero no se puede considerar como contaminado por organismos patógenos o sustancias químicas, pero existe un gran peligro de contaminación por causas derivadas de la actividad humana, tales como el uso de fosas sépticas y letrinas y el aporte de nutrientes y pesticidas en cantidades no reguladas sobre suelo agrícola.

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 períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

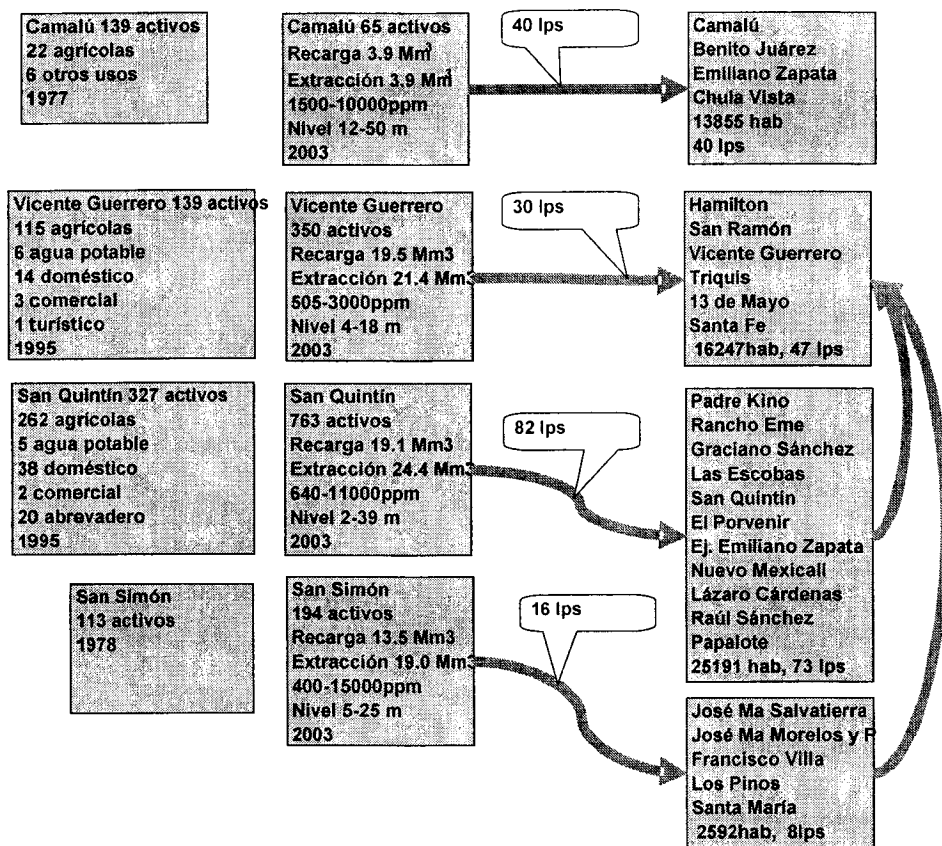
VI.2 Proyección de la Demanda

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.

La Figura 20 esquematiza los flujos del recurso para el suministro de agua en el uso público urbano.

Figura 20. Flujo de agua para el suministro público urbano de la región San Quintín



Fuente: _____.

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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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

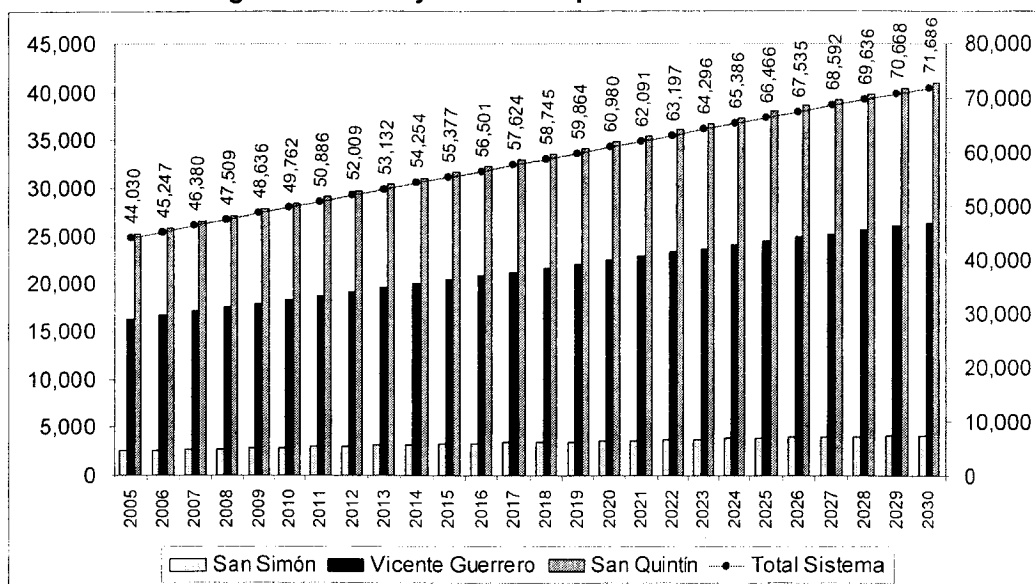
Playas de San Ramón, Vicente Guerrero, Lomas San Ramón, Santa Fe

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

Figura 21. 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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%.

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 la 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

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

Costos

Egresos e ingresos

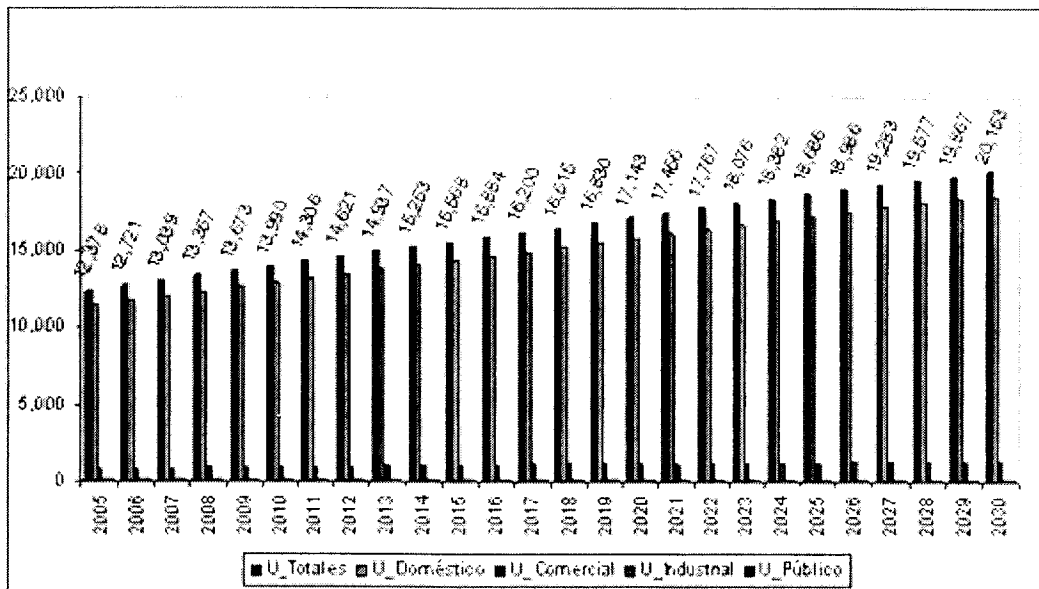
Fuente: _____

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

La Figura 22 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 22. Proyección del número de usuarios totales 2005-2030.



Fuente: _____

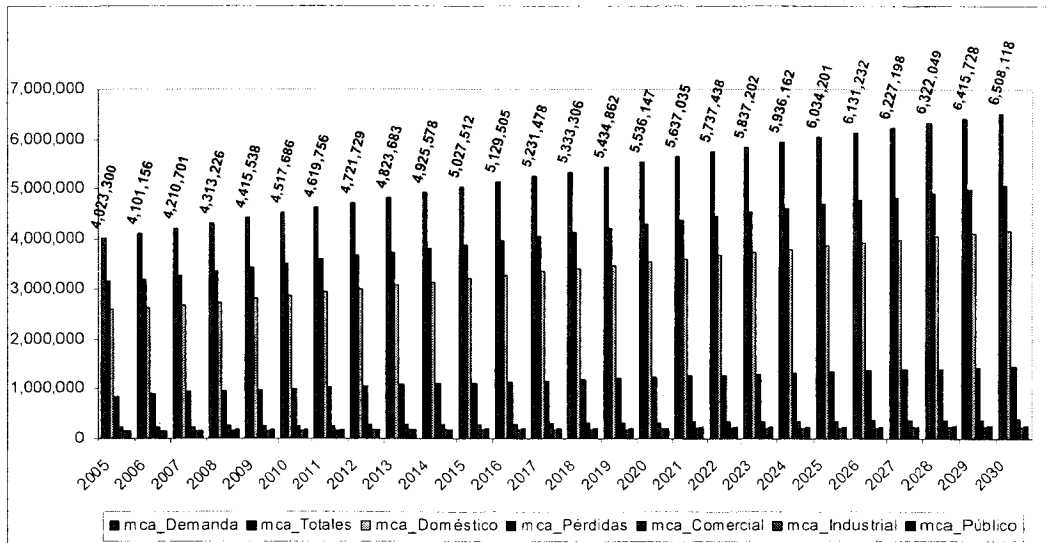
La Figura 23 presenta la proyección de la demanda del Sistema al 2030 considerando una dotación global de 250 LDH (205 LDH en el sector doméstico) y pérdidas de 29% en el sistema aplicadas a las demandas netas y sumadas a las mismas para obtener las demandas brutas. Se observa que la demanda pasará de 4.2 Mm³/año (134 l/s) en el 2007 a 6.5 Mm³/año (206 l/s) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2007 al 2030 de 129 millones de

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 Mm³/año (124 l/s) para el 2007 y en 6 Mm³/año (192 l/s) 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.

Figura 23. 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 Mm³/año (107 l/s) en el 2007 a 5.2 Mm³/año (165 l/s) 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 24) 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.

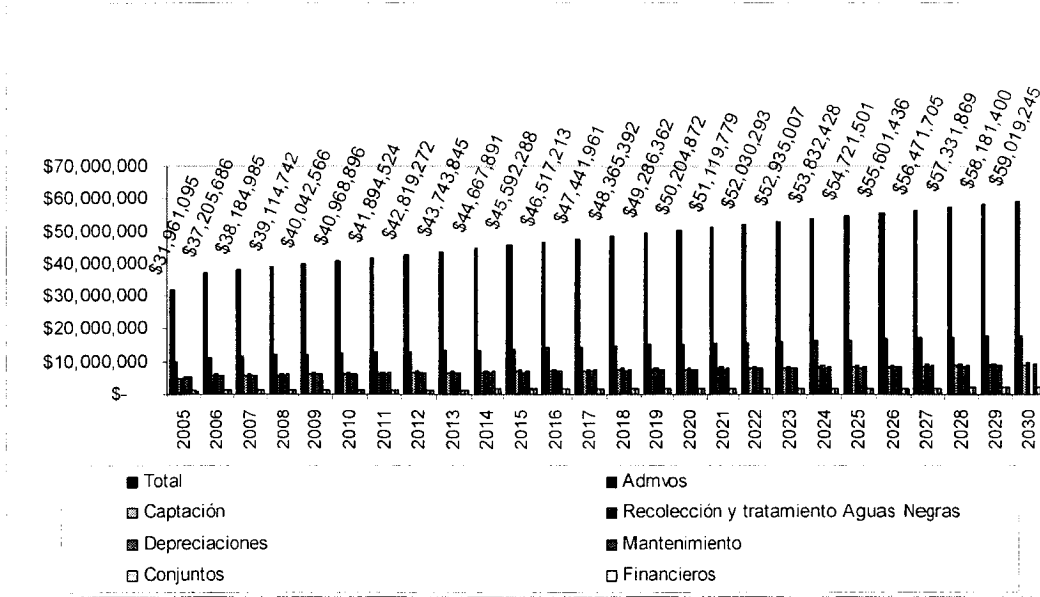
En igual forma la Figura 25 presenta los ingresos y para el 2007 se estimaron en 37 millones de pesos correspondiendo 53% en el sector doméstico, 19% en el

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

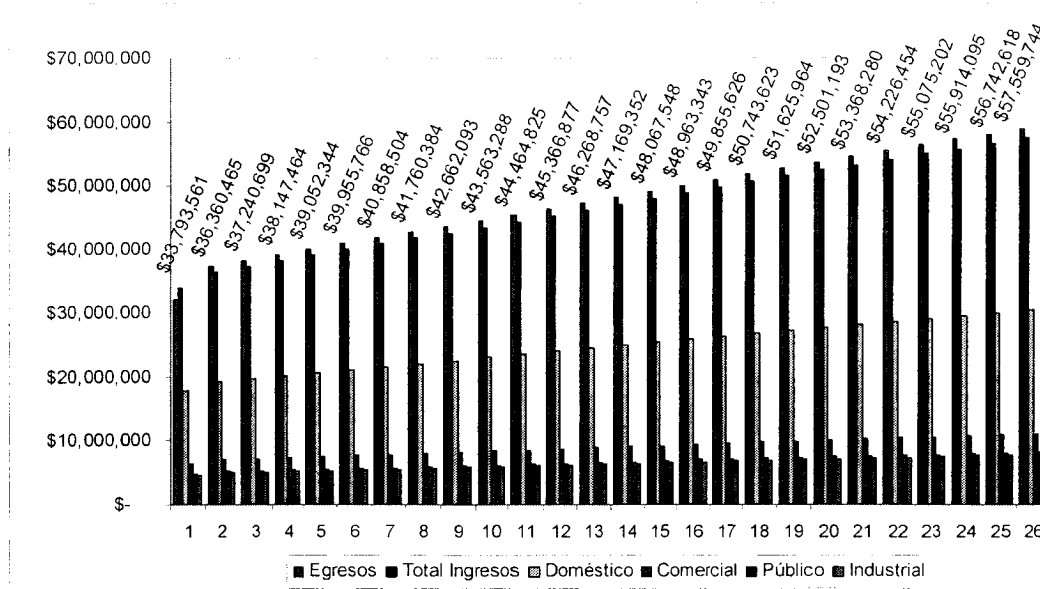
Figura 24. Proyección de los egresos en el Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

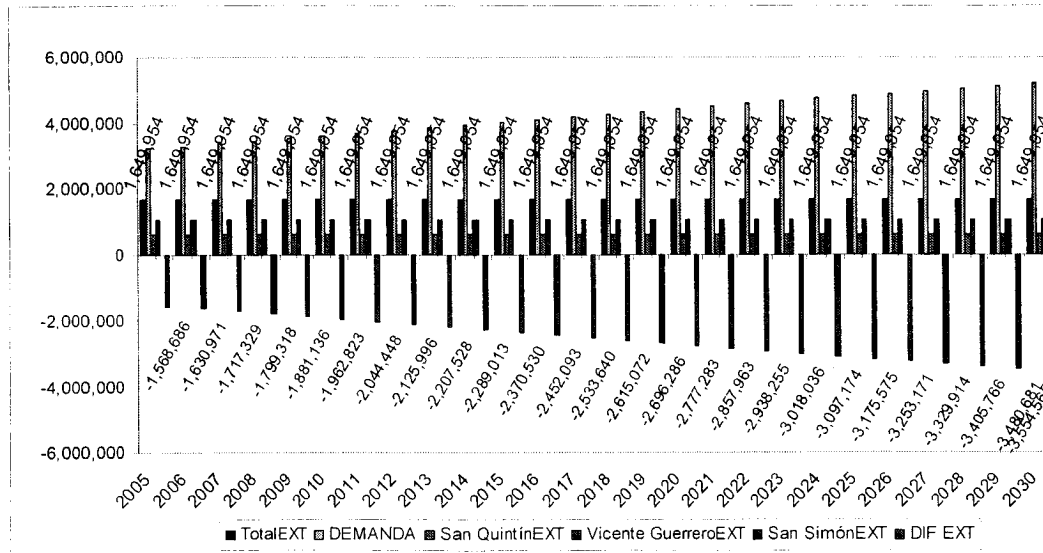
Figura 25. Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

La Figura 26 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).

Figura 26. Proyección de demanda y extracción del Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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).

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: _____.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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

INVERSION	\$5,232,120.15	DlIs 2007	\$57,553,321.60
PRODUCCIÓN	1,577,880	m3/año	
PRECIO AGUA	\$ 0.76	DlIs/m3	\$ 8.36
CAPACIDAD	4,320	m3/día	
COSTO OPERACION (O&M)	\$1,287,704.74	DlIs/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	DlIs/m3/día	\$ 13,322.53

Fuente: _____

VI.3 Descripción de Escenarios.

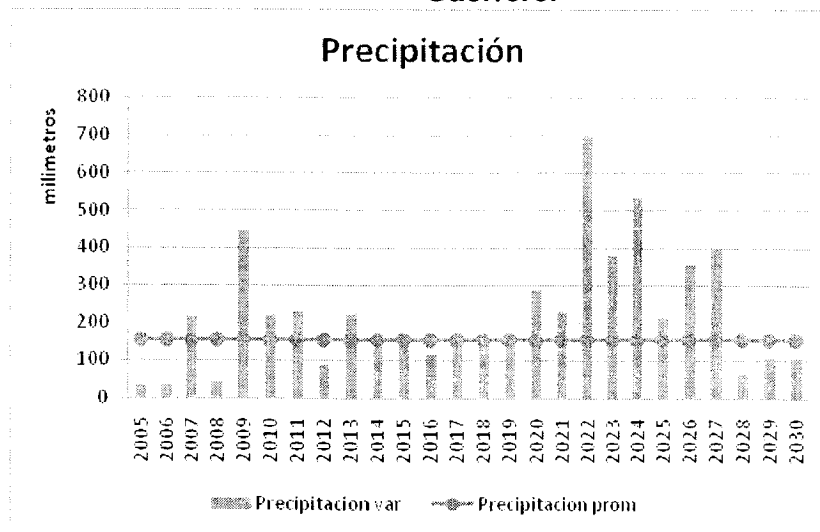
Para evaluar el efecto en las variaciones de las extracciones en el acuífero, es preciso analizar los escenarios paramétricos. Los escenarios paramétricos representan condiciones probables o ilustrativas de las propiedades del acuífero permitiendo visualizar las distintas políticas de operación.

Para desarrollar los escenarios paramétricos es necesario hacer una proyección de la disponibilidad y demanda del agua hacia por lo menos 25 años, con el objeto de plantear acciones a corto, mediano y largo plazo. Dado que la recarga de los acuíferos depende de las precipitaciones en la cuenca de escurrimiento se debe contar con una serie de tiempo que cubra dicho lapso de tiempo.

Predicción de la precipitación.

La predicción de las precipitaciones en esta zona de esta relacionada a efectos de corto y largo plazo que generan ciclos recurrentes de precipitación, existen algunos 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 la Colonia Vicente Guerrero, y una precipitación promedio de 154 mm anuales.

Figura 28. Precipitación estimada para el acuífero de la Colonia Vicente Guerrero.



Fuente: elaboración propia.

Esta suposición permitirá, 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.

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.

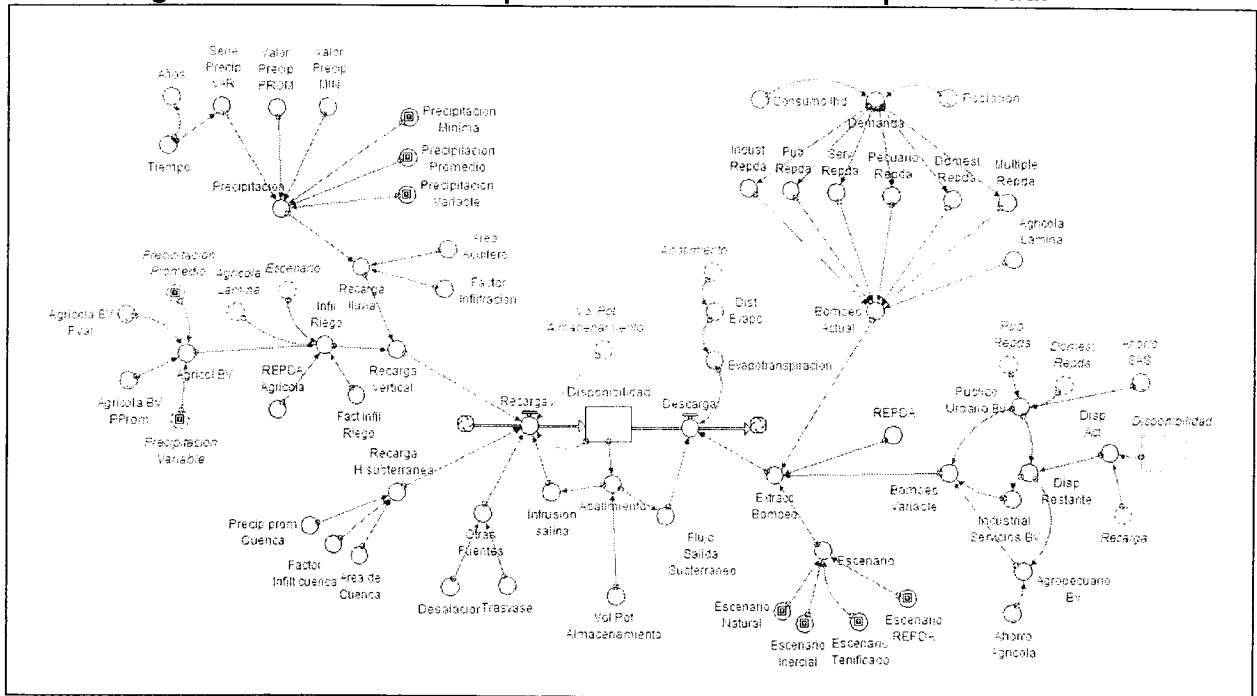
Descarga subterránea e intrusión salina.

Para estimar esta componente del balance se correlacionó la altura del nivel estático con la descarga estimada por variaciones en el almacenamiento, expresamente en las zonas de descarga. Esta relación entre altura del nivel estático con descarga se introdujo al modelo para definir una descarga variable, en función del nivel. El volumen de agua incorporado al acuífero por intrusión salina está directamente relacionado con el nivel estático en el acuífero por lo que esta aproximación es también aplicable a este fenómeno.

Modelo dinámico de la disponibilidad en el acuífero.

Para evaluar las variaciones en la recarga, descarga y fundamentalmente disponibilidad del agua subterránea se utilizó el programa para modelación dinámica STELLA, construyendo un modelo en que se muestran todas las variables y sus relaciones entre sí, que servirá de base para los acuíferos analizados. Las diferencias en cada uno de los modelos son las relaciones numéricas o funcionales entre variables. En el caso en que una variable no esté relacionada en un acuífero específico, por ejemplo, la intrusión salina en el acuífero de Guadalupe, la relación funcional es cero. Aunque se observe la presencia de esta variable en el modelo, esta no toma parte en la simulación. En la figura 29 se muestra el modelo genérico del STELLA. 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.

Figura 29. Modelo STELLA para la simulación de la disponibilidad.



Fuente: elaboración propia.

Las variables consideradas en el modelo son las siguientes:

1. Recarga
 - a. Recarga vertical por precipitación
 - b. Recarga horizontal por infiltración de la cuenca
 - c. Intrusión salina
2. Disponibilidad.
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 componen por la evapotranspiración, por salidas horizontales hacia el mar y las extracciones por bombeo. Cabe mencionar que los supuestos aquí planteados no consideran la

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

naturaleza del mercado, solo consideran los efectos de los aspectos demográficos internos de la zona de estudio.

Cuadro 9. Parámetros del modelo dinámico de Col. Vicente Guerrero.

Concepto	Valor
Área de Cuenca	1,226.35 Km ²
Área de acuífero	38 Km ²
Precipitación promedio de la cuenca	199.6 mm
Precipitación promedio del acuífero	154 mm
Recarga	
Coefficiente de infiltración por lluvia	0.2
Coefficiente de percolación por agua de riego	0.0
Coefficiente de Recarga Horizontal	0.00563
Volumen potencial de almacenamiento	106.84 Mm ³
Volumen requerido para abatir 1m	6.84 Mm ³

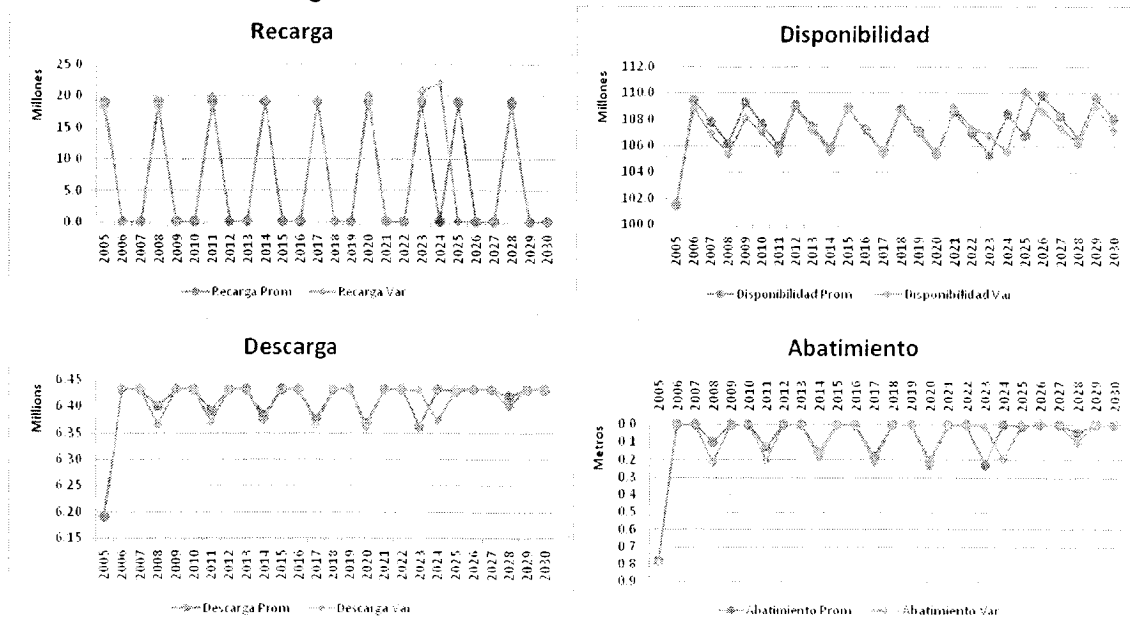
Fuente: elaboración propia.

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 0.781 metros lo que equivale a un volumen de 101,498,000 m³, calculados mediante métodos indirectos.

Figura 30. Simulación del escenario natural.



Fuente: elaboración propia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 0.781 metros lo que equivale a un volumen de 101,498,000 m³, calculados mediante métodos indirectos.

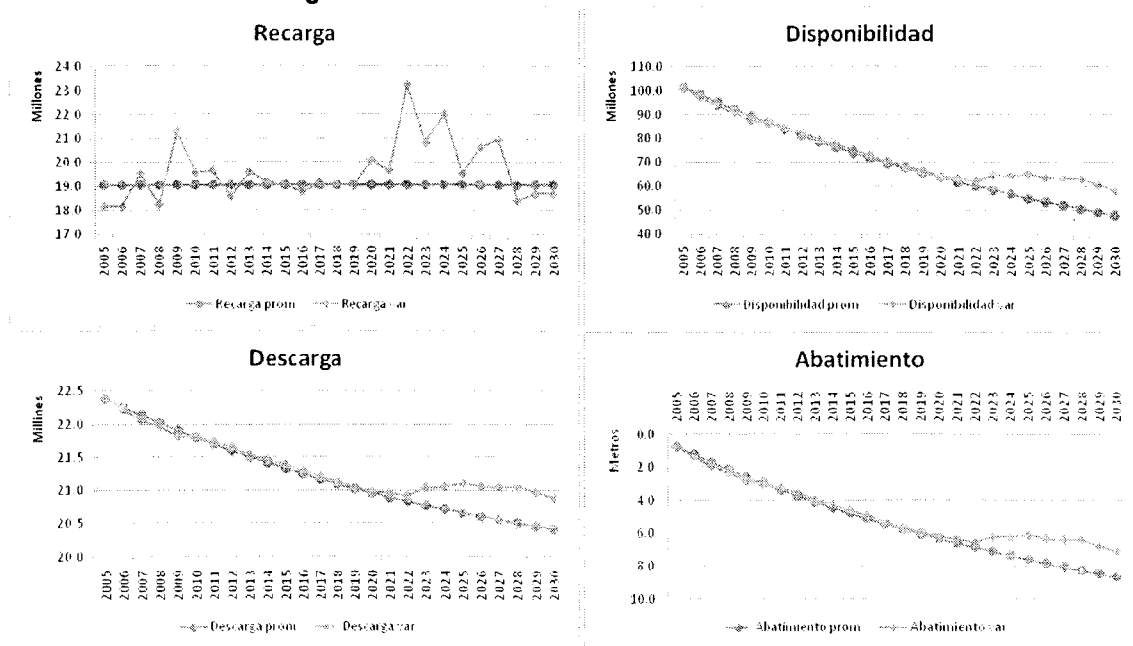
Se usará para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.

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.

Figura 31. Simulación del escenario inercial.



Fuente: elaboración propia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

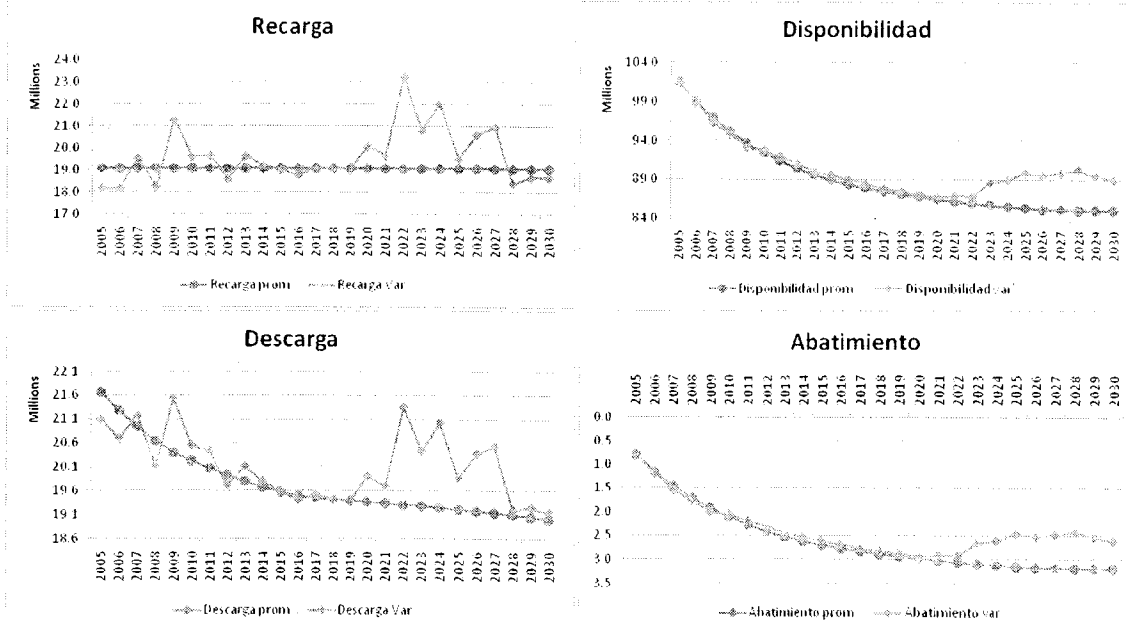
Al conjugar las condiciones de extracción actual con un fenómeno de sequía, se obtiene una condición extremo opuesta a la óptima descrita en un escenario de máxima tecnificación, resulta de interés el inevitable declive de la extracción hidroagrícola, así como la dificultad del sector público urbano, 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 0.781 metros lo que equivale a un volumen de 101,498,000 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.

Figura 32. Simulación del escenario tecnificado.



Fuente: elaboración propia.

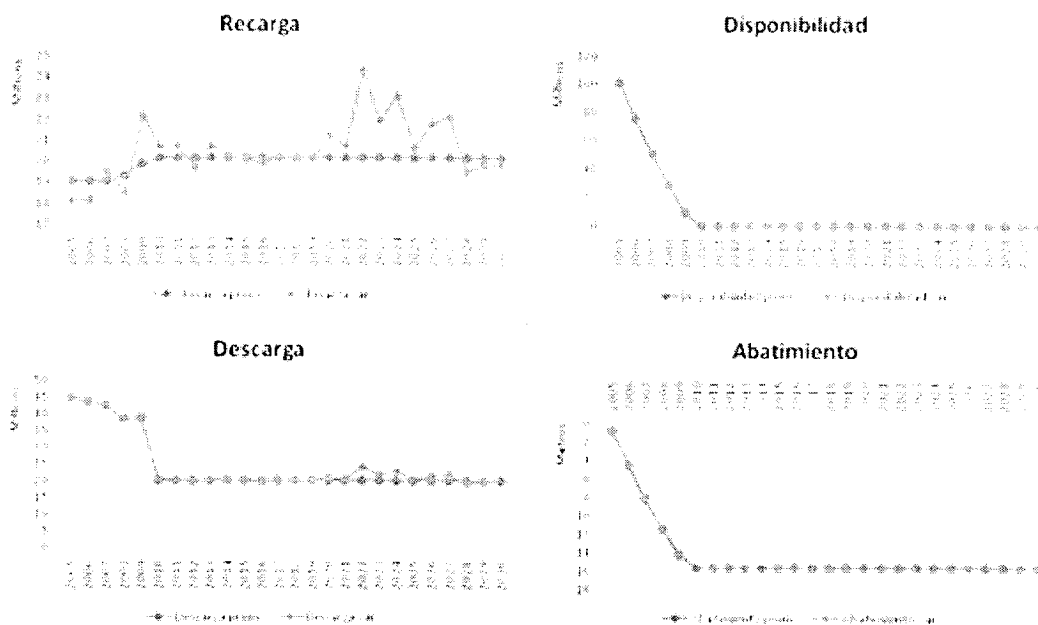
Escenario REPDA

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 0.781 metros lo que equivale a un volumen de 101,498,000 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.

Figura 33. 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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.

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 la Col. Vicente Guerrero.

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 Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 10. Resumen de acciones concentradas para el acuífero de la Col. Vicente Guerrero.

Estabilización	Conservación	Apoyo
Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	Presa Invertida	Fortalecimiento del COTAS
Gestión de derechos de agua a favor del acuífero	Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero	Creación del Centro de Gestión Financiera
Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	Tratamiento de agua residual e infraestructura	
Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero	Construcción de Bordos de Recarga	
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	Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado	
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	Laguna Zarahembla	
	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas	
	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas bajas	
	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

Proyecto de construcción de desaladoras CESPE

Objetivo. Contribuir en la solución del problema de abasto de agua en la Col. Vicente Guerrero y poblados aledaños 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 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.

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

Aprovechar los excedentes de la desalación en el periodo 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.

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 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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 diagnóstico 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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.

Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero

Objetivo. Contar con un modelo geohidrológico dinámico y flexible que permita: (1) definir el funcionamiento del acuífero; (2) determinar la relación del mismo con los fenómenos superficiales que originan la recarga; (3) predecir el efecto de un posible cambio en el régimen de descargas; (4) conocer la interacción con el sistema marino adyacente; (5) establecer el flujo y transporte de los componentes químicos del agua subterránea; (6) disponer de información de referencia que apoye la planeación y el manejo del acuífero; y (7) mantener una constante actualización en la cuantificación de los recursos hidráulicos.

Justificación. Existe la voluntad de los usuarios y del gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero de colonia Vicente Guerrero, así como conocer las condiciones actuales y de equilibrio del acuífero. No se cuenta con un modelo conceptual integral que permita: a) mejorar la comprensión de los fenómenos físicos que determinan los componentes del sistema de agua subterránea b) representar las características y la evolución química del sistema de flujo subterráneo y c) integrar la información geohidrológica y simular la respuesta del acuífero ante las acciones de los planes de manejo y ante los eventos naturales extremos.

Principales Beneficios Esperados. Disponer de una herramienta dinámica y flexible para: (1) diagnosticar las condiciones del acuífero, (2) predecir su futuro comportamiento, y (3) definir planes y acciones de manejo para el acuífero.

Acciones y Actores. Generar una base de datos de las características físicas y químicas del acuífero y su entorno. Integrar la información de la caracterización geohidrológica en un modelo conceptual. Integrar la información de calidad de agua, composición química, transporte de solutos y evolución de la concentración en un modelo hidrogeoquímico. Calibrar y probar el modelo. Mantener y actualizar el modelo permanentemente. Esta acción deberá ser

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

desarrollada por la CONAGUA con el apoyo del COTAS y mediante la contratación a un experto que de asesoría a ambos para su uso y actualización.

Supuestos y Limitantes del Programa. El éxito de cualquier modelo hidrogeológico es la calidad, cantidad y cobertura de la información, por lo que depende de que se cuente con datos adecuados. Contar con los recursos económicos para llevar a cabo y monitoreo y la simulación.

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.

Supuestos y Limitantes del Programa. Los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del mismo. Continuar

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 esta 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.

Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano

Objetivo. Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano mediante la reducción del consumo per cápita.

Justificación. Con el ahorro y uso eficiente del agua se reducirá la dotación de 250 litros por habitante por día (LHD) a 200 LHD lo que representa un ahorro de 5.5 a 9 Mm³/año en el horizonte de proyección rescatando globalmente al 2030 del orden de 189 Mm³.

Principales beneficios esperados. Mejorar la disponibilidad del acuífero disminuyendo la tendencia de crecimiento del volumen extraído para uso urbano (incluyendo doméstico, público urbano, comercial e industrial). Generar y difundir

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

la cultura del ahorro y uso eficiente del agua entre los diferentes sectores de usuarios para reducir su consumo per cápita.

Acciones y Actores. Realizar un diagnóstico de las actividades en las que se utilice de forma excesiva el agua en los diversos usuarios urbanos. Establecer un programa de ahorro y uso eficiente del agua mediante la sustitución de equipamiento y dispositivos ahorradores de agua incluyendo programas de financiamiento para los usuarios. Formular e impartir cursos de capacitación, campañas de difusión en medios masivos, incentivos para los usuarios ahorradores. Unidades Responsables de Ejecución CONAGUA y CESPE.

Supuestos y Limitantes del Programa. Muy escasa cultura del ahorro del agua, por lo que hay un trabajo muy difícil de llevar a cabo y el resultado de estas acciones se logran a largo plazo. Carencia de recursos financieros para realizar las acciones propuestas. Ausencia de departamentos especializados dedicados específicamente a la formulación, gestión y desarrollo de programas de ahorro.

ACCIONES DE CONSERVACION

Presa Invertida

Objetivo. Establecer una barrera impermeable que impida la infiltración del agua del mar y el incremento del agua al acuífero.

Justificación. Incrementar la disponibilidad del agua en el acuífero. Impedir la infiltración del agua del mar. Evitar la salinización del agua del acuífero.

Principales Beneficios Esperados. La presa invertida permitiría almacenar 65 Mm³ (Macedo, 2007) y podrían aprovecharse un volumen anual de 13 Mm³ (Libra, 2000). Aumentar la oferta de agua. Disminuir la intrusión salina. Mejorar la calidad del agua, al menos en la parte costera. Recuperación del nivel freático.

Acciones y Actores. Actualizar el anteproyecto de construcción de la presa invertida y costos de la obra, analizar los beneficios del almacenamiento, establecer políticas de explotación del agua almacenada y relocalizar los pozos que queden aguas debajo de la cortina.

Supuestos y Limitantes del Programa. El almacenamiento de agua subterránea al final de la cuenca de escurrimiento requiere una regulación estricta que prevea la contaminación del agua almacenada por la aplicación de agroquímicos o el vertido de agua con alto contenido salino obtenida de las plantas desaladoras. La disposición del recurso financiero para su construcción.

Abastecimiento de agua potable y alcantarillado a la población de Vicente Guerrero

Objetivo. 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 para mejorar las condiciones de salubridad de la población.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

posible incremento en la evaporación. Todos estos efectos adversos de la explotación de arenas en los cauces pueden revertirse si se establecen 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.

Regular extracciones 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 Col. Vicente Guerrero,
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.

Laguna Sarahembla

Objetivo. Aumentar la disponibilidad de agua en el acuífero mediante el almacenamiento superficial temporal en la Laguna Sarahembla.

Justificación. Almacenar un volumen adicional (8 Mm³) de forma temporal cuando se lleven a cabo escurrimientos extraordinarios para utilizarse en la agricultura permitirá disminuir la presión de extracción que existe actualmente sobre el acuífero. El costo estimado de la obra requerida es de \$500,000.00 lo cual lo hace muy factible.

Principales Beneficios Esperados. Contar con un volumen de agua adicional de 8 Mm³ a la del acuífero durante los años de escurrimientos extraordinarios.

Acciones y Actores. Establecer el sitio ideal para realizar el bordo de desviación del Arroyo y el canal hacia la Laguna Sarahembla. Estimar el costo de la obra, involucrando a los usuarios. Definir el uso del agua en la Laguna. Reglamentar su uso. Establecer un plan de manejo de la Laguna. La CONAGUA y el COTAS.

Supuestos y Limitantes del Programa. El bajo costo de la obra hace factible su realización. Se debe analizar el impacto ambiental de la laguna. Desarrollar los mecanismos para el uso del agua retenida en la laguna.

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 14,779 habitantes de la población de la Col. Vicente Guerrero, más de 200 ha las tierras de cultivo colindantes y en riesgo de inundación, la estructura agrícola, 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 Santo Domingo. Construir los bordos de protección a lo largo del cauce y sobre la margen izquierda del arroyo. Los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

ACCIONES DE APOYO

Fortalecimiento del COTAS Valle de Guadalupe

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 la Col. Vicente Guerrero, 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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 Vicente Guerrero integra 21 acciones clasificadas como se muestra en la Cuadro 11. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,674,115,820 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 713,968 miles de pesos lo cual representa un promedio de 0.43 \$/m³ de agua liberado

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	210,681	328,534,969	0.64
Total Conservación	468,497	1,345,580,852	0.35
Total Apoyo	34,790		0.02
Total Programa	713,968	1,674,115,820	0.43

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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 10,142,789 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 14.21. Utilizando el valor de la productividad actual del agua de 19.49 \$/m³, la relación beneficio costo es igual a 44.7 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad es de 0.85 \$/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 2012 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan

Considerando una TREMA de 10%, el valor presente neto acumulado del Plan es de 4,040,556 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 82%. 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 37.4% 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 0.844 \$/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 2.17 \$/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 30% del costo total y el 20% del volumen liberado con un costo promedio de 0.64 \$/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 8.5% del costo total y el 19% del volumen liberado pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Las acciones de Conservación representan el 66% del costo total y el 80% del volumen liberado con un costo promedio de 0.35 \$/m³. Con el criterio anteriormente mencionado son atractivas las acciones de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla. Hay que enfatizar el impacto de las dos primeras con el 60% del volumen liberado y el 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 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. 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 y el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

La Evaluación del 2006 cultivando 2,230 ha con consumos de agua de 7,762 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación, en el Escenario Repda Restringido se reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/m³.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de 1.69 \$/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 Col. Vicente Guerrero,
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 19.49 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económico-ambientales totalizan \$943 millones de pesos de 2006 de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida de áreas de cultivo.

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 (Mm³/año) equivalentes a 134 lps de los cuales 1,000,856 Mm³/año (31.7 lps) es el promedio suministrado por el acuífero del Valle de Vicente Guerrero, lo cual representa el 8% de la recarga neta y el 24% 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 Col. Vicente Guerrero,
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 12, 13 y 14 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 Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

liberados y los totales en el periodo 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	Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	27,624	139,321	1,950,500	14.16
EST2	Gestión de derechos de agua a favor del acuífero	60,697	60,271,800	314,640,000	0.19
EST3	Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	22,986	354,805	3,548,052	6.48
EST4	Modelo Geohidrológico de Vicente Guerrero	2,800	0	0	
EST5	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	91,002	709,610	7,096,104	12.82
EST6	Explotación de aguas de origen marino	772	0	0	
EST7	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano	4,800	61,920	1,300,313	3.69
	Total Estabilización	210,681	61,537,457	328,534,969	0.64

Con relación al costo total del Plan en pesos de 2005 que arroja un valor de 713,968 miles de pesos (Cuadro 15), las acciones de estabilización en la Cuadro 12 suman 210,681 miles de pesos representando el 30% del costo total y el 20% del volumen liberado (329 millones de metros cúbicos). El costo promedio es de 0.64 \$/m³.

Analizando las acciones, se tiene que el Proyecto de Desaladoras de CESPE representa el 4% del costo total y libera el 0.1 % 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 8.5% del costo total y libera el 19% del volumen total a un costo de 0.19 \$/m³, indicando que esta acción es prioritaria.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

El Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola libera el 0.4% del volumen total y representa el 13% del costo total a un costo de 12.89 \$/m³.

La acción del Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Público Urbano que libera menos del 0.1% del volumen total y representa el 0.7% del costo total a un costo de 3.69 \$/m³. Hay que considerar que el sistema actual es incipiente pero debe nacer y crecer con una cultura de ahorro y uso eficiente.

Las otras acciones reportadas en la tabla mencionada, se consideran como acciones necesarias en el Plan para estabilizar el acuífero.

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	Presa Invertida	217,365	13,000,000	247,000,000	0.88
CON2	Abastecimiento de agua potable a la población de Vicente Guerrero	164,953	0	0	
CON3	Tratamiento de agua residual e infraestructura	34,022	15,122,286	317,568,012	0.11
CON4	Construcción de Bordos de Recarga	18,110	195,000	3,900,000	4.64
CON5	Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras	8,021	32,731,706	687,365,817	0.01
CON6	Estudios exploratorios para probar la existencia de un acuífero confinado	2,080	0	0	
CON7	Laguna Zarahembla	780	8,000,000	80,000,000	0.01
CON8	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas altas	580	195,000	2,925,000	0.20
CON9	Regular extracción de materiales pétreos en las zonas bajas	580	195,000	2,925,000	0.20
CON10	Construcción de Bordos de Protección	12,310	0	0	
CON11	Proyecto de Reforestación	7,652	195,000	2,925,000	2.62
CON12	Regularización de Obras de Captación	2,044	194,405	972,023	2.10
	Total Conservación	468,497		1,345,580,852	0.35

Las acciones de Conservación (Cuadro 13) representan un costo de 486,497 miles de pesos (66% del costo total) y liberan el 80% del volumen total a un costo medio de 0.35 \$/m³.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La acción de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, libera el 41% del volumen total representando el 1% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³, mientras que el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 19% del volumen total representando el 4.8% del costo total a un costo medio de 0.11\$/m³. Hay que enfatizar el impacto de estas dos acciones con el 60% del volumen liberado y el 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.

La Presa Invertida libera el 15% del volumen total y representa el 30% del costo total a un costo medio de 0.88\$/m³ y la Laguna Zarahembla participa con el 5% del volumen total liberado y el 0.11% del costo total a un costo medio de 0.01\$/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		1,674,115,820	0.01
APO2	Creación del Centro de Gestión Financiera	15,990		1,674,115,820	0.01
	Total Apoyo	34,790		1,674,115,820	0.02

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 miles de pesos se prorratea como un costo indirecto sobre el volumen total liberado de 1,674 millones de metros cúbicos lo cual arroja un costo de 0.02 \$/m³.

Finalmente en el Cuadro 15 se resume el Plan de Manejo con un costo total de 713,968 miles de pesos para liberar del orden de 1,674 millones de metros cúbicos a un costo medio de 0.43 \$/m³. Estos valores se pueden comparar con los costos económico ambientales que totalizan \$943 millones de pesos y el costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 11.84 \$/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	210,681	328,534,969	0.64
Total Conservación	468,497	1,345,580,852	0.35
Total Apoyo	34,790		0.02
Total Programa	713,968	1,674,115,820	0.43

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Análisis Económico del Plan

El Cuadro 16 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 713,968 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 10,856,756 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 10,142,789 miles de pesos a valores de 2005, lo cual representa una relación Beneficio Costo para el Plan de 14.21, 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 2012 con este esquema se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

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 e Ingreso neto Acumulado miles de pesos
	Estabilización	Conservación	Apoyo	Total							
2007	0	0	0	0	0	9.08	0	0	0	0	0
2008	7,840	1,870	30	9,740	0	9.11	0	-9,740	-9,740	-8,855	-8,855
2009	23,591	61,710	2,040	87,341	194,405	9.16	1,781	-85,561	-95,301	-70,711	-79,566
2010	32,651	163,194	1,920	197,765	48,110,316	9.17	441,345	243,580	148,280	183,006	103,440
2011	33,205	7,923	1,920	43,048	49,509,053	9.29	459,832	416,784	565,064	284,669	388,109
2012	24,874	77,440	1,520	103,834	70,509,053	9.27	653,956	550,122	1,115,186	341,583	729,691
2013	24,794	77,440	1,520	103,754	79,989,053	9.33	746,302	642,548	1,757,734	362,702	1,092,393
2014	24,874	73,852	1,520	100,246	87,794,649	9.41	825,716	725,470	2,483,204	372,281	1,464,674
2015	23,994	394	1,520	25,908	79,794,649	11.97	955,019	929,111	3,412,315	433,437	1,898,111
2016	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	12.30	1,087,436	1,084,576	4,496,891	459,966	2,358,077
2017	948	311	1,520	2,779	80,379,649	12.84	1,032,299	1,029,520	5,526,411	396,924	2,755,002
2018	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	13.50	1,193,310	1,190,451	6,716,862	417,246	3,172,247

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

2019	948	311	1,520	2,779	80,379,649	15.15	1,217,433	1,214,654	7,931,516	387,026	3,559,273
2020	1,028	311	1,520	2,859	88,379,649	17.05	1,506,731	1,503,871	9,435,387	435,618	3,994,891
2021	948	311	1,520	2,779	79,315,233	20.95	1,661,336	1,658,556	11,093,943	436,750	4,431,641
2022	1,028	311	1,520	2,859	87,315,233	0.00	0	-2,859	11,091,083	-685	4,430,957
2023	948	311	1,520	2,779	79,315,233	44.32	3,514,904	3,517,683	7,573,400	-765,550	3,665,406
2024	1,028	311	1,520	2,859	87,315,233	4.14	361,283	358,423	7,931,824	70,912	3,736,318
2025	948	311	1,520	2,779	79,175,912	1.99	157,339	154,560	8,086,383	27,799	3,764,117
2026	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	4.78	416,843	413,983	8,500,367	67,690	3,831,807
2027	948	311	1,520	2,779	79,175,912	3.19	252,225	249,446	8,749,812	37,079	3,868,885
2028	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	5.31	463,118	460,259	9,210,071	62,195	3,931,080
2029	948	311	1,520	2,779	79,175,912	6.04	478,362	475,583	9,685,654	58,423	3,989,504
2030	1,028	311	1,520	2,859	87,175,912	5.28	459,994	457,134	10,142,789	51,052	4,040,556
Total	210,681	468,497	34,790	713,968	1,674,115,820		10,856,756	10,142,789		4,040,556	

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 4,040,556 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 82% cuando el valor de VPNA tiende a cero.

Con una tasa de descuento de 37.4% el valor de VPNA es igual al costo del plan (713,968 miles de pesos) lo cual representa una relación beneficio costo igual a la unidad. Utilizando el valor de la productividad del agua de 19.49 \$/m³ la tasa de descuento para una relación beneficio costo igual a la unidad se ubica en 57.5%. 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 2.17 \$/m³. Finalmente el Precio mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una TIR del 10% se ubica en 0.844\$/m³.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 Vicente Guerrero integra 21 acciones de las cuales 7 se clasifican como acciones de estabilización, 12 como acciones de conservación y dos como acciones de apoyo. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 1,674,115,820 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 713,968 miles de pesos lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/m³ de agua liberado.
- Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 10,142,789 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 14.21 a valores constantes. Si la referencia es el valor de la productividad actual del agua de 19.49 \$/m³, la relación beneficio costo a valores constantes es igual a 44.7 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 0.85\$/m³.
- 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 4,040,556 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 82%.
- 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 37.4% lo cual estaría fijando la tasa máxima de interés del financiamiento. Con

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

un valor de TIR de 10% se tendría que establecer el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado en 0.844\$/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 2.17\$/m³. En estas condiciones la relación beneficio a costo a valores constantes sería de 4.09.

- 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 2012 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, el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla 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 Vicente Guerrero se presentó en el Capítulo XI el cual combina el Escenario Inercial Repda Restringido 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 61 millones de metros cúbicos.

Por su parte, el Plan de Manejo del Acuífero de Vicente Guerrero integra 21 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.

La principal contribución para corregir el déficit del escenario anterior e incluso generar un superávit es la Disminución de la Extracción y el Incremento en la Recarga, mientras que las nuevas fuentes de suministro tiene 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, Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso público urbano.

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 y bajas de la cuenca, la Construcción de Bordos de Recarga, la Presa Invertida y la Laguna Zarahembla.

No se considera la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura 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 Col. Vicente Guerrero,
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 sin plan	Déficit	Otras Fuentes	Disminución Extracción	Incremento de rec.
2007	11,970,683	1,000,856	17,108,509	18,109,365	-6,138,682	0	0	0
2008	12,158,726	1,025,226	18,055,095	19,080,321	-6,921,594	0	0	0
2009	13,717,185	1,049,544	19,001,682	20,051,226	-6,334,041	0	194,405	0
2010	12,529,692	1,073,824	19,948,268	21,022,093	-8,492,401	0	256,324	0
2011	15,749,919	1,098,086	20,894,855	21,992,941	-6,243,021	139,321	1,320,740	195,0
2012	14,057,983	1,122,324	21,841,442	22,963,766	-8,905,782	139,321	1,320,740	21,195,
2013	14,227,408	1,146,558	22,788,028	23,934,586	-9,707,177	139,321	18,800,740	13,195,
2014	13,243,307	1,170,778	21,841,442	23,012,219	-9,768,912	139,321	18,606,335	21,195,
2015	14,410,558	1,195,007	20,894,855	22,089,862	-7,679,304	139,321	18,606,335	13,195,
2016	14,080,453	1,219,250	19,948,268	21,167,518	-7,087,066	139,321	18,606,335	21,780,
2017	14,003,002	1,243,488	19,001,682	20,245,170	-6,242,167	139,321	18,606,335	13,780,
2018	13,879,688	1,267,692	18,055,095	19,322,787	-5,443,099	139,321	18,606,335	21,780,
2019	14,352,470	1,291,831	17,108,509	18,400,340	-4,047,870	139,321	18,606,335	13,780,
2020	14,350,592	1,315,906	16,161,922	17,477,828	-3,127,236	139,321	18,606,335	21,780,
2021	14,433,245	1,339,886	15,215,336	16,555,222	-2,121,976	139,321	17,541,920	13,780,
2022	15,570,989	1,363,751	14,268,749	15,632,500	-61,511	139,321	17,541,920	21,780,
2023	15,181,525	1,387,465	13,322,162	14,709,627	471,898	139,321	17,541,920	13,780,
2024	18,812,390	1,410,987	12,375,576	13,786,562	5,025,828	139,321	17,541,920	21,780,
2025	16,296,049	1,434,290	11,428,989	12,863,279	3,432,769	0	17,541,920	13,780,
2026	17,489,566	1,457,354	10,482,403	11,939,756	5,549,810	0	17,541,920	21,780,
2027	14,976,736	1,480,164	9,535,816	11,015,980	3,960,756	0	17,541,920	13,780,
2028	16,162,195	1,502,710	8,589,229	10,091,939	6,070,256	0	17,541,920	21,780,
2029	16,500,770	1,524,976	7,642,643	9,167,619	7,333,151	0	17,541,920	13,780,
2030	13,950,767	1,546,937	6,696,056	8,242,993	5,707,774	0	17,541,920	21,780,
Total	352,105,899	30,668,888	382,206,611	412,875,498	-60,769,599	1,950,500	327,556,492	339,675

La Tabla 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 Col. Vicente Guerrero,
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 restringido	Extracción Agrícola
2007	11,970,683	11,970,683	1,000,856	1,000,856	1,000,856	17,108,509	17,108,509
2008	12,158,726	12,158,726	1,025,226	1,025,226	1,025,226	18,055,095	16,249,586
2009	13,717,185	13,717,185	1,049,544	1,049,544	1,049,544	19,001,682	15,045,822
2010	12,529,692	12,529,692	1,073,824	1,011,905	1,011,905	19,948,268	15,803,091
2011	15,749,919	15,944,919	1,098,086	896,845	1,036,166	20,894,855	15,708,828
2012	14,057,983	35,252,983	1,122,324	921,083	1,060,404	21,841,442	20,599,140
2013	14,227,408	27,422,408	1,146,558	945,317	1,084,638	22,788,028	21,181,673
2014	13,243,307	34,438,307	1,170,778	969,537	1,108,858	21,841,442	20,081,262
2015	14,410,558	27,605,558	1,195,007	993,766	1,133,087	20,894,855	21,289,434
2016	14,080,453	35,860,453	1,219,250	1,018,009	1,157,330	19,948,268	20,905,466
2017	14,003,002	27,783,002	1,243,488	1,042,247	1,181,568	19,001,682	21,392,604
2018	13,879,688	35,659,688	1,267,692	1,066,451	1,205,772	18,055,095	20,755,942
2019	14,352,470	28,132,470	1,291,831	1,090,590	1,229,911	17,108,509	21,633,504
2020	14,350,592	36,130,592	1,315,906	1,114,665	1,253,986	16,161,922	21,009,556
2021	14,433,245	28,213,245	1,339,886	1,138,645	1,277,967	15,215,336	21,659,680
2022	15,570,989	37,350,989	1,363,751	1,162,510	1,301,832	14,268,749	21,713,087
2023	15,181,525	28,961,525	1,387,465	1,186,224	1,325,545	13,322,162	19,442,711
2024	18,812,390	40,592,390	1,410,987	1,209,746	1,349,067	12,375,576	19,691,322
2025	16,296,049	30,076,049	1,434,290	1,372,370	1,372,370	11,428,989	20,092,575
2026	17,489,566	39,269,566	1,457,354	1,395,434	1,395,434	10,482,403	18,937,066
2027	14,976,736	28,756,736	1,480,164	1,418,244	1,418,244	9,535,816	21,870,793
2028	16,162,195	37,942,195	1,502,710	1,440,790	1,440,790	8,589,229	21,900,843
2029	16,500,770	30,280,770	1,524,976	1,463,057	1,463,057	7,642,643	20,172,399
2030	13,950,767	35,730,767	1,546,937	1,485,017	1,485,017	6,696,056	20,547,450

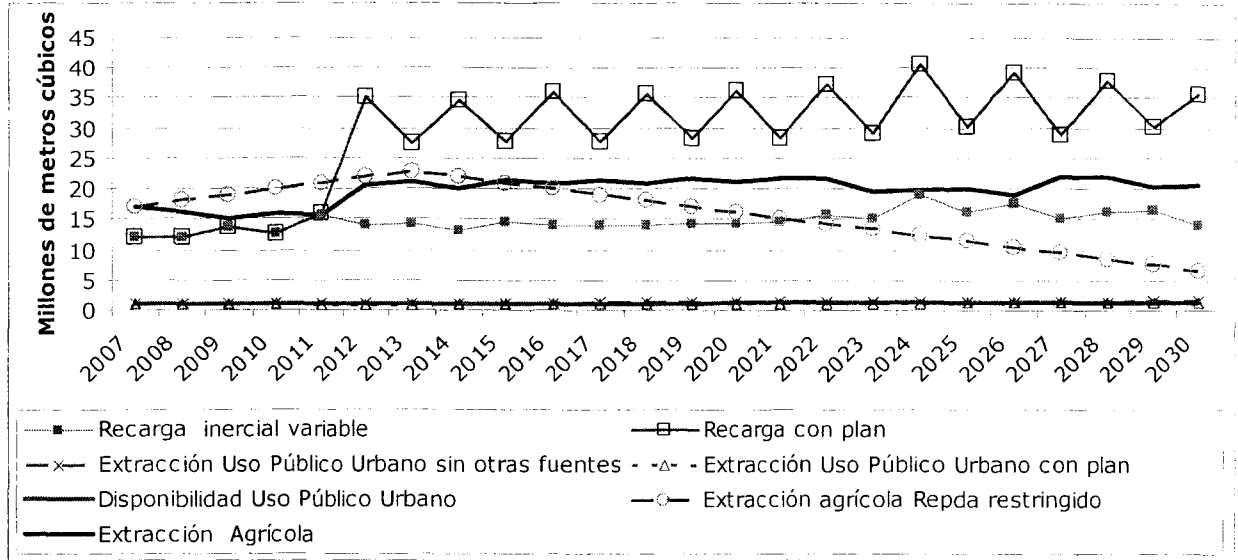
Se compara entonces la recarga inercial variable y la recarga del plan existiendo en el total del período un incremento de 97% por los efectos de la presa invertida y la Laguna Zarahebla.

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 10% en todo el período y la disponibilidad de agua para uso urbano en 4% para el mismo período producto del uso eficiente del recurso.

La extracción agrícola en el Repda Restringido se incrementa en 24% con el plan con una distribución más uniforme durante todo el período. La Figura 34 muestra esta parte del Plan de Manejo.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 34: Beneficios e Impactos del Plan sobre la disponibilidad para uso Público Urbano y para uso Agrícola



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 decreciente hasta los 7 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 20 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 35.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
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	11,970,683	18,109,365	18,109,365	-6,138,682	-6,138,682
2008	12,158,726	19,080,321	17,274,811	-13,060,276	-11,254,767
2009	13,717,185	20,051,226	16,095,366	-19,394,317	-13,632,948
2010	12,529,692	21,022,093	16,814,996	-27,886,718	-17,918,252
2011	15,944,919	21,992,941	16,605,672	-34,129,740	-18,579,005
2012	35,252,983	22,963,766	21,520,223	-43,035,522	-4,846,245
2013	27,422,408	23,934,586	22,126,990	-52,742,699	449,173
2014	34,438,307	23,012,219	21,050,799	-62,511,611	13,836,682
2015	27,605,558	22,089,862	22,283,200	-70,190,915	19,159,040
2016	35,860,453	21,167,518	21,923,475	-77,277,980	33,096,018
2017	27,783,002	20,245,170	22,434,851	-83,520,148	38,444,169
2018	35,659,688	19,322,787	21,822,393	-88,963,247	52,281,464
2019	28,132,470	18,400,340	22,724,094	-93,011,117	57,689,840
2020	36,130,592	17,477,828	22,124,221	-96,138,353	71,696,211
2021	28,213,245	16,555,222	22,798,325	-98,260,329	77,111,131
2022	37,350,989	15,632,500	22,875,598	-98,321,840	91,586,522
2023	28,961,525	14,709,627	20,628,935	-97,849,942	99,919,113
2024	40,592,390	13,786,562	20,901,068	-92,824,114	119,610,435
2025	30,076,049	12,863,279	21,464,945	-89,391,345	128,221,538
2026	39,269,566	11,939,756	20,332,500	-83,841,535	147,158,604
2027	28,756,736	11,015,980	23,289,038	-79,880,779	152,626,303
2028	37,942,195	10,091,939	23,341,633	-73,810,523	167,226,865
2029	30,280,770	9,167,619	21,635,456	-66,477,373	175,872,179
2030	35,730,767	8,242,993	22,032,467	-60,769,599	189,570,479

Se observa que aumentando la extracción 22% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 17% de la recarga a un superavit de 27%.

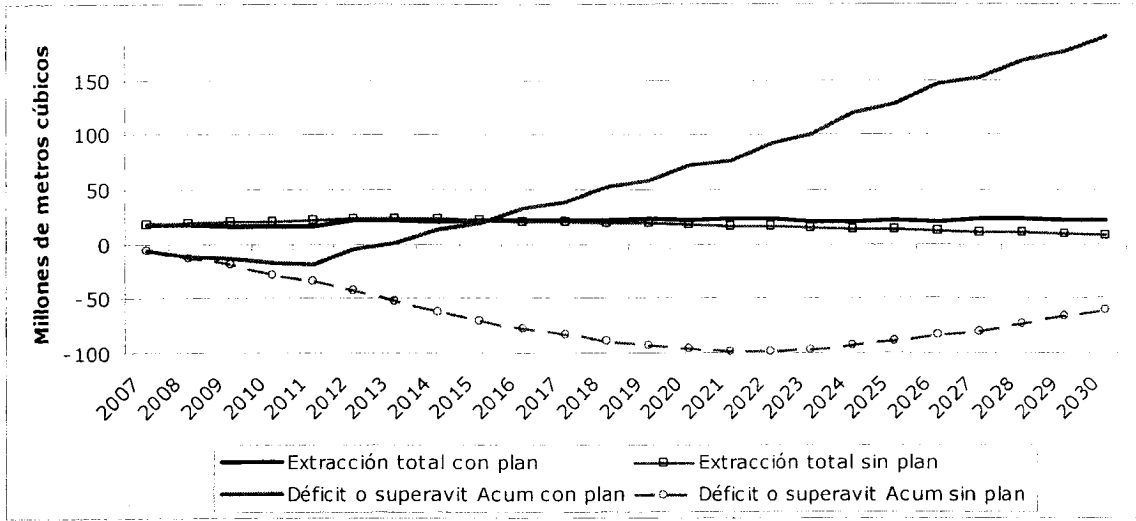
En esta forma es posible ir manejando dinámicamente las acciones en un esquema de prioridades y de ajustes según se comporte la recarga natural del acuífero manteniendo una extracción agrícola con relativa poca variación permitiendo una planeación efectiva del sector, sin afectar el uso público urbano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

Se observa que aumentando la extracción 22% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 17% de la recarga a un superavit de 27%.

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 Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.

Figura 35: Beneficios e Impactos del Plan sobre la estabilidad del acuífero.



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 Col. Vicente Guerrero,
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 Col. Vicente Guerrero,
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 Col. Vicente Guerrero,
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, 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 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 Col. Vicente Guerrero,
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 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 Col. Vicente Guerrero,
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

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 Col. Vicente Guerrero,
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.

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, en este apartado solo se hará mención de dichos indicadores, por lo que para una referencia más profunda de cada uno de ellos se recomienda consultar el Tomo I, Capítulo XI.

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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

y difundida entre los usuarios finales por los productores de esa retroalimentación.

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 periodo 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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.

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 también es alta, además de la aparente mayor recurrencia y persistencia del fenómeno, presumiblemente por efectos adicionales de la actividad humana.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 capacidad de almacenamiento y suministro de agua, y la conservación del recurso hídrico. En consecuencia, un plan de preparación o de contingencia

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 una tarifa por concepto del agua, que permite asegurar a los usuarios con usos más rentables, sin afectar a los menos productivos.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- 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:

- Campaña educativa para evitar el desperdicio del agua.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- 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 Col. Vicente Guerrero,
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 apearse 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 Col. Vicente Guerrero,
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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales.

- 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 la Col. Vicente Guerrero 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 la Col. Vicente Guerrero 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 1,674 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 714 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.43 \$/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 la Col. Vicente Guerrero.
4. La evaluación actual cultivando poco más de 2,230 ha con un consumo de agua de 7,762 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.01 y productividades del agua de 19.49 \$/m³. En el Escenario REPDA Restringido los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.72 y el valor de la productividad del agua a 16.24 \$/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 11.84 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$943 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 31% a la pérdida del área de cultivo. Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 10,143 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 14.21 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 2012 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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 20 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 61 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 la Col. Vicente Guerrero que tiene concesionado el 96.7% 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 710 mil metros cúbicos anuales con una inversión de 91 millones de pesos a un costo promedio de 12.82 \$/m³.

12. La construcción de una presa invertida en la zona costera del acuífero para evitar la intrusión salina, rescatará 13 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.88 \$/m³ y constituye una inversión de 217 millones de pesos.

13. La desviación de flujos superficiales de agua hacia la Laguna Sarahembla rescatará 8 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.01 \$/m³ y constituye una inversión de 780 mil pesos.

14. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 140,000 metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 28 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 15 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.

15. La construcción de bordos de protección con un costo de 12 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

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

e impedir pérdidas en infraestructura agrícola y urbana en eventos de avenidas extraordinarias.

16. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 8 millones de pesos evitará la contaminación de 33 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.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Colonia Vicente Guerrero, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, Abril de 2002, pp.25.
- 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, 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, 2006. Proyección de la Población en México.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. 31 de Enero de 2003.
- 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.
- Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas [PRONJAG], 2006. Diagnóstico 2006. San Quintín, B. C., Secretaría de Desarrollo Social.
- 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.
- Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, S.A., 1978. Geohidrológica del valle de Vicente Guerrero, B.C.N. Secretaría de Agricultura y Recursos

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de Col. Vicente Guerrero,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Hidráulicos, Secretaría de Infraestructura Hidráulica, Dirección General de Grande Irrigación, Subdirección de Promoción y Programas. Diciembre de 1978. 143pp.