
San Pedro Mártir. Servicios ecosistémicos, beneficiarios y regionalización

José Zavala-Alvarez^{1*}; César Valenzuela-Solano²; José-Carmelo Zavala-Alvarez³

¹El Colegio de la Frontera Norte A.C., México

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria, México.

³Centro Integral de Gestión Ambiental A.C., México.

Artículo recibido el 9 de octubre de 2019 y aceptado el 21 de noviembre de 2019

San Pedro Martir. Ecosystem services, beneficiaries and regionalization

Abstract

The Sierra de San Pedro Martir is a mountain range above the center of the peninsula of Baja California, it is the area with the highest rainfall in the state in addition to the snow that falls during the winter. The water generated by the sierra is the critical ecosystem service for the development of an extensive region that exceeds its own space, its runoffs are the connectors with low valleys, mainly towards the western part where extensive areas of intensive agricultural production irrigated by water are located. Overextraction of its aquifers causing salinization of soils and serious effects on its ecosystems. Water also supports numerous growing human settlements. There is no social understanding of the vital dependence that the region has on the mountains, much less commitment to action to address the sustainability of its ecosystems. Under these conditions, this work proposes a Region of Ecosystem Services of the Sierra de San Pedro Martir that combines the ecosystem vision that addresses ecological factors and the socio-economic vision that understands the socially created space to manage and use natural resources, for this purpose to the empathy that means the territorial definition of ten aquifers that make up the proposed region. Setting up a Region of Ecosystem Services means the understanding of belonging to a large territory articulated by the services that its ecosystems provide, it is proposed as a basis for, in this case, the Sierra de San Pedro Martir to recover attention from those who use and are benefited for its resources, understood as ecosystem services, beyond the simple occupation of space, it is also about committing members of academic communities to develop a strategy of local social awareness and generate mechanisms of direct and indirect remuneration for continuous study tasks, surveillance, preservation and eventual restoration of its ecosystems.

Key words: ecosystems, sustainability, aquifers, region.

Resumen

La Sierra de San Pedro Mártir es una cadena montañosa sobre el centro de la península de Baja California, es el área de mayor precipitación pluvial de la entidad además de la nieve que cae durante el invierno. El agua generada por la sierra es el servicio ecosistémico crítico para el desarrollo de una extensa región que rebasa el espacio propio, sus escurrimientos son los conectores con valles bajos, principalmente hacia la parte occidental donde se localizan extensas zonas de producción agrícola intensiva irrigada por la sobreextracción de sus acuíferos provocando salinización de suelos y afectaciones graves a sus ecosistemas. El agua también sostiene a numerosos asentamientos humanos crecientes. No existe un entendimiento social de la vital dependencia que la región tiene de la sierra, mucho menos compromiso de acción para atender la sostenibilidad de sus ecosistemas. En tales condiciones, este trabajo propone una Región de Servicios Ecosistémicos de la Sierra de

*Autor de correspondencia: jza61@colef.mx
ISSN 2594-0384 (Electrónica)

San Pedro Mártir que conjugue la visión ecosistémica que atiende factores ecológicos y la visión socioeconómica que entiende el espacio creado socialmente para administrar y usar los recursos naturales, para ello se recurre a la empatía que significa la definición territorial de diez acuíferos que integran la región propuesta. Configurar una Región de Servicios Ecosistémicos significa el entendimiento de pertenecer a un amplio territorio articulado por los servicios que sus ecosistemas proveen, se propone como base para que, en este caso, la Sierra de San Pedro Mártir recupere atención de quienes usan y se ven beneficiados por sus recursos, entendidos como servicios ecosistémicos, más allá de la ocupación simple del espacio, se trata también de comprometer a miembros de comunidades académicas para desarrollar una estrategia de concientización social local y generar mecanismos de retribución directa e indirecta para tareas continuas de estudio, vigilancia, preservación y eventual restauración de sus ecosistemas

Palabras claves: ecosistemas, sostenibilidad, acuíferos, región.

Introducción

En la parte central de Baja California, en México, está localizada la Sierra de San Pedro Mártir (SPM), un complejo de ecosistemas a diferentes altitudes con una extensión cercana a las 450 mil ha, contiene al Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSPM) cuyo polígono ronda las 63 mil ha (CONANP-SEMARNAT, 2007). La sierra, con altitudes que tienen una media de 2 mil 500 m, es el área de mayor precipitación pluvial de la entidad con un promedio de 285 mm en los últimos 12 años (IAUNAM, 2019) además del agua que aporta el derretimiento de la nieve que cae durante el invierno, debido a esta característica la sierra sostiene el desarrollo de una región cuyos alcances superan el espacio propio beneficiando, con la recarga de acuíferos, áreas aledañas, principalmente en la vertiente occidental hacia el Océano Pacífico, donde se desarrollan extensas superficies en producción agrícola intensiva y asentamientos poblacionales crecientes en el corredor Colonet-San Quintín-El Rosario además del Valle de la Trinidad en su límite norte. La consideración de esas áreas aledañas significa el entendimiento de un espacio regional más extenso de Servicios Ecosistémicos (SE) que alcanza a constituir un territorio próximo a 750 mil ha (CONANP-SEMARNAT, 2007).

El interés fundamental de este estudio es ese espacio regional ampliado que es articulado por el alcance de los Servicios Ecosistémicos de la SPM, particularmente el abastecimiento de agua como el de mayor trascendencia, un espacio en el que se encuentran SE y grupos humanos beneficiarios, en el que se establecen relaciones socioambientales, las cuales son esencialmente definidas por los usos de estos servicios, su localización y la intensidad con

que se llevan a cabo. Destaca la severa sobreexplotación de los acuíferos en los valles bajos, estos excesos, han hecho que la salinidad se haya elevado a tal grado que los suelos agrícolas irrigados han ido volviéndose improductivos (SIGACUA-CONAGUA, 2018; DOF-SEMARNAT, 2018), para enfrentar este problema agricultores han instalado, desde más de una década atrás, plantas desaladoras de diferentes capacidades, pero así como no hay control sobre la extracción, tampoco existe sobre el destino de las aguas de desecho de estas plantas, un estudio realizado por Pombo (2015) señaló la existencia de 18 plantas desaladoras, pero académicos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) han señalado públicamente que en 2017 había 52 plantas desaladoras usadas por agricultores que descargaban aguas de desecho directamente al mar (4Vientos Periodismo en Red, 08/02/2018). Sumado a esto, la intensidad y tipo de agricultura que se practica en la región agrava el efecto sobre el medio natural, históricamente ésta ha sido calificada como “una agricultura con fuerte dependencia de insumos y capital externo, insostenible desde el punto de vista de los recursos naturales, medio ambiente y efectos sobre la salud. A ella se le atribuyen problemas de la degradación y posterior desertificación de suelos, salinización, contaminación de aguas superficiales y freáticas con agroquímicos, debilitamiento de la base genética para la producción de alimentos” (Espinoza, 1999). El espacio propio de la Sierra, como localización de las fuentes originales de los SE, es también objeto de estudio, las condiciones de salud de sus ecosistemas son determinantes para la capacidad de proveer estos servicios. En un estudio reciente sobre la SPM (y la Sierra de Juárez) considerando una “área de intervención” definida por la cota de 700 m y

derivado de estimaciones en cambios en patrones de precipitación y en temperatura, se señalan amenazas en grado de alta vulnerabilidad en los cuatro Objetos de Conservación Socioambiental (OCSA)¹ que identificaron: Bosques de coníferas, en las partes más altas de la sierra; Chaparral, el de la mayor distribución, incluso por debajo de los 700 metros de altura; Humedales, los más amenazados por sequías; y Agroecosistemas, relativos a ganadería extensiva y agricultura, en este último punto se destaca que la actividad ganadera en los ecosistemas de la sierra “ocupa parte de las superficies de humedales, chaparrales y bosques, induciendo su conversión a pastizales con especies nativas o inducidas...la agricultura de monocultivo transforma radicalmente el paisaje natural” (CONANP y PNUD, 2019).

Información obtenida en campo en 2017 identificó un desconocimiento social en la región sobre la importancia ambiental de la Sierra, una nula valoración de la vital dependencia de sus SE, no existe un mecanismo participativo local activo que involucre a los grupos de usuarios o beneficiarios en la preservación efectiva de los ecosistemas, su eventual restauración o el mejoramiento de su capacidad para el abastecimiento de agua y otros SE. Productores agropecuarios, pobladores, actores del ámbito académico y gubernamental deben constituirse como agentes activos en el entendimiento de una región más comprehensiva y comprometida social y económicamente con su propia sostenibilidad.

En función de estos antecedentes y problematización, sus alcances y el intento de propuestas explicativas, el objetivo de este trabajo es proponer una Región de Servicios Ecosistémicos de la Sierra de San Pedro Mártir (RSESPM) que conjugue la visión ecosistémica que atiende factores ecológicos y la visión socioeconómica que entiende el espacio creado socialmente para administrar y usar los recursos naturales, para ello es necesario obtener respuestas a las preguntas ¿el abastecimiento de agua es el servicio ecosistémico determinante para RSESPM?, ¿cuáles son las condiciones de abastecimiento de agua provenientes de la SPM, su localización, sus volúmenes, los usos e intensidad con que se aprovecha?, ¿qué grupos sociales son usuarios o beneficiarios y cuál es su localización?,

con estos elementos ¿si la conceptualización de un espacio regional más amplio como la RSESPM es útil como base territorial para generar en los beneficiarios un entendimiento más comprometido con la crítica dependencia de los SE de la sierra y su sostenibilidad, cuál sería su configuración?

Materiales y métodos

La metodología comprende la identificación de la zona de estudio, el desarrollo de los conceptos centrales en los que se enmarca el trabajo, así como la identificación de las variables de interés, y la descripción del procedimiento para la obtención de información y el análisis.

Zona de estudio

La zona de estudio que comprende este trabajo, delineada en el apartado de introducción, se enfoca en las áreas aledañas a la SPM localizadas principalmente hacia la parte occidental, desde el poblado de Colonet en el extremo noroeste hasta el Rosario en el límite suroeste, se incluye al área del Valle de la Trinidad en el norte. En estas áreas se localizan las actividades agrícolas más intensas y de mayor escala, así como los asentamientos humanos poblacionalmente más importantes quienes son los beneficiarios directos de los SE de la sierra. Es necesario señalar que datos hidrológicos imprescindibles para el estudio se refieren a localizaciones dentro del espacio propio de la sierra, tal condición significa que también es componente de la zona de estudio.

Marco conceptual

Este apartado constituye un breve recorrido por los conceptos centrales en los que se enmarca el estudio: desarrollo sostenible, ecosistema y, en la ruta de discusión, servicios ecosistémicos o ambientales por la conexión con actores sociales en su condición de usuarios o beneficiarios del recurso derivado de sus actividades productivas, profesionales o de consumo básico.

Acerca del desarrollo sostenible.

El trabajo está orientado al medio rural y las

¹ OCSA es un elemento de importancia focal para la conservación (especies o ecosistemas) con una contribución relevante al funcionamiento de los ecosistemas o en la generación de servicios ecosistémicos prioritarios de los cuales se benefician comunidades

humanas, y que tiene un papel relevante en vulnerabilidades climáticas identificadas.

actividades agrícolas o primarias, en tal sentido se recupera el concepto de Desarrollo Sostenible (DS) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): “El desarrollo sostenible consiste en la ordenación y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo (en los sectores agrícola, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua, y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable” (Citado en: Espinoza *et al.* 1999).

Es importante reconocer que el concepto y la realidad van más allá de lo estrictamente relativo a la producción primaria, implica actividades de mayor diversidad y espacios que pueden entenderse como suburbanos, urbanos o “no rurales”, esto significa tener en cuenta la necesidad de ampliar el ejercicio conceptual y ganar precisión en el conocimiento sobre sostenibilidad, para ello es necesario recuperar las elaboraciones sustantivas que en el seno de organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la FAO se han realizado años atrás y que parten de los desarrollos sobre servicios ecosistémicos o ambientales. Sobre estas ideas huelga observar que “el desarrollo sostenible, que considera, entre otros objetivos, la conservación de los recursos naturales, debe promover actividades destinadas a proteger la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas naturales. Lo anterior significa conservar los sistemas sustentadores de vida, es decir, aquellos procesos ecológicos que mantienen el planeta apto para la vida. Ellos configuran el clima, purifican el aire y el agua, regulan el caudal de las aguas, reciclan los elementos esenciales, crean y regeneran el suelo y permiten que los ecosistemas se renueven” (UICN, PNUMA y WWF, 1991).

Sobre el concepto de ecosistema.

El concepto es una herramienta útil para efectos de estudio y entendimiento de los procesos ecológicos, aunque es evasivo desde variados ángulos y por décadas ha evolucionado el término que expresa un “conjunto de organismos y su medio físico interactuando en un lugar” (Armenteras *et al.* 2016) ha sido útil como punto de partida para hacer construcciones más complejas y funcionales de

acuerdo a las necesidades específicas de cada investigación. En tal sentido podemos anotar la de Willis: “Una unidad que comprende una comunidad (o comunidades) de organismos y su ambiente físico y químico, a cualquier escala (especificada), en la que hay flujos de materia y energía”, también la de Jorgensen y Muller, contribuye a su entendimiento: “Sistema biótico y funcional, capaz de mantener la vida incluyendo todas las variables biológicas. Donde la escala espacial y temporal no se especifica a priori, sino basado en los objetos de estudio del ecosistema” (citados por: Armenteras *et al.* 2016),

Servicios ecosistémicos y servicios ambientales.

En este documento se equiparan los conceptos de SE y SA, en esa intención, Boyd y Bazhaf, citados por Quétier señalan que los SE son:

“...únicamente aquellos procesos ecológicos que se incorporan en la producción de los productos y servicios que usa la gente. Es decir, se procura separar los SE que surgen o están disponibles por la acción de la naturaleza, de los beneficios que la sociedad obtiene de ellos a partir de alguna acción o intervención específica. Según esta definición, un SE es una de muchas propiedades del ecosistema, particularmente aquella que es relevante para un beneficio y un beneficiario determinados” (Quétier *et al.* 2007).

Quétier precisa que “la identificación de una propiedad del ecosistema como SE es contextual y depende del beneficio al cual contribuye”.

De manera general los SE son beneficios que el medio natural provee a grupos humanos y para entenderlos la FAO los agrupa en cuatro categorías: de abastecimiento, de apoyo, de regulación y culturales. Una vista más precisa de este desarrollo se observa en las siguientes líneas:

Los servicios de abastecimiento se refieren a alimentos, materias primas, agua dulce, recursos medicinales. Sobre los servicios de regulación se señala clima local y calidad del aire, secuestro y almacenamiento de carbono, moderación de fenómenos meteorológicos extremos, tratamiento de aguas residuales, prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo, polinización, control biológico de plagas, regulación de los flujos de agua. En cuanto a los servicios de apoyo puede encontrarse la conservación de la diversidad genética y el hábitat para especies. Finalmente, en servicios culturales están las actividades de recreo y salud física y mental, el turismo, la apreciación estética y

la atmósfera para la cultura y el arte, y el sentido de pertenencia (FAO, 2019).

Por su lado, Espinoza se refiere a los SA de la siguiente manera: Los servicios ambientales los proveen esencialmente las áreas silvestres, como bosques, pantanos, humedales, arrecifes, manglares, llanuras, sabanas, las áreas que en su conjunto conforman ecosistemas, ecorregiones, y las cuencas hidrográficas, entre otros, se pueden recupera cinco grupos de acuerdo con la función que hacen: Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la fijación, reducción y almacenamiento de carbono y otros gases. Conservación de la biodiversidad mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como el acceso a elementos para fines científicos y comerciales. Protección de recursos hídricos, en términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas. Belleza escénica derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos y la base del desarrollo del ecoturismo, turismo de playa, turismo científico, de observación y aventura. Mantenimiento de las áreas como bosques, humedales, arrecifes y manglares, que mitigan los impactos de los desastres naturales” (Espinoza et al. 1999).

Variables

A partir del concepto general de SE se describen de manera sucinta las variables centrales agrupadas en tres categorías: El SE, abastecimiento de agua; usos del SE; y Usuarios o beneficiarios del SE.

El SE, abastecimiento de agua. Recuperación de datos sobre la hidrología de la región: precipitaciones, escurrimientos y localización de cuencas; disponibilidad y recarga de acuíferos y su localización.

Los Usos del SE. Localización y escalas de producción de áreas agrícolas, localización y escalas de asentamientos poblacionales.

Los usuarios o beneficiarios del SE. Identificación de actores beneficiarios, Grupos de interés: agricultores, ganaderos, academia e investigación, organismos gubernamentales y pobladores.

Obtención de información y análisis

En este trabajo se utiliza la investigación documental y la observación directa, se complementa con procedimientos de la Investigación Acción Participativa (IAP), una opción metodológica que “parte de un diagnóstico inicial, de la consulta a diferentes actores sociales en búsqueda de apreciaciones, puntos de vista, opiniones, sobre un tema o problemática susceptible de cambiar” (Colmenares, 2012). La IAP propone una dinámica metodológica que consiste en que “...a partir de una situación problemática dada (identificada), el equipo técnico investigador desarrolla un diagnóstico y descripción de la comunidad o del contexto donde se inserta el grupo...dicha descripción de carácter económico, social, geográfico y cultural, daría cuenta también de las relaciones con otros grupos y de la inserción o relación de la comunidad con el espacio local...el resultado de este dossier de información contendría las principales características de la comunidad o grupo, de los principales problemas que se evidencian y una idea de las posibles alternativas para resolverlos” (Contreras, 2002).

El trabajo en campo se llevó a cabo durante una estancia sabática de investigación en la región durante los meses de agosto de 2016 a julio del 2017, permitió la interacción con actores claves de la región que generaron notas de campo, información de entrevistas personales, datos documentales y empíricos, de esta manera la reflexión y conclusiones se llevan a cabo a partir de información proveniente de representantes de comunidades agrarias, integrantes de Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), profesionistas y funcionarios agropecuarios, académicos de la UABC, productores agrícolas y ganaderos, funcionarios ambientales de gobiernos federal y estatal como la Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas (CONANP), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y la Secretaría de Protección al Ambiente (SPA), del Gobierno del Estado de Baja California (GobBC).

Resultados y discusión

La fuente del SE: la Sierra de San Pedro Mártir

La SPM es una cadena montañosa sobre el centro de la península con poco más de 100 km de longitud y

una altitud de 750 a 3,000 msnm. Con extensas zonas boscosas (Figura 1) tiene una superficie aproximada de 450 mil ha, de las cuales 63 mil constituyen el PNSPM. Por su riqueza biótica y su importancia cultural la Sierra ha sido propuesta como una Reserva de la Biósfera bajo los programas Man and Biosphere – México (MAB-México) y Unesco-MAB, debido a que San Pedro Mártir constituye una reserva genética de especies forestales y de chaparral. Sólo en flora, en la parte alta existen 20 especies y subespecies endémicas. En esta Sierra se localiza el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El área de influencia ronda las 750 mil ha con crecientes zonas agrícolas y asentamientos poblacionales en el corredor Colonet-San Quintín-El Rosario y el Valle de la Trinidad en su límite norte (CONANP-SEMARNAT, 2007).

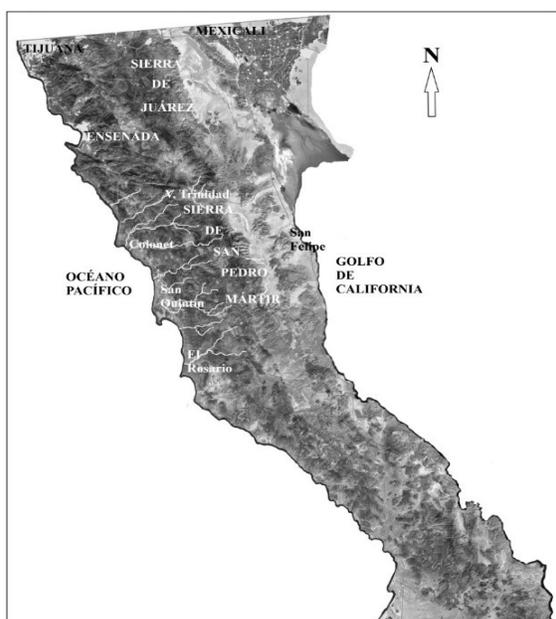


Figura 1. Localización de la Sierra de San Pedro Mártir, B.C.

Hidrología regional

Baja California es una de las entidades de más baja precipitación pluvial. El 60% del territorio estatal registra menos de 100 mm anuales y el 40% restante 250 mm, debido a ello y a las condiciones geológicas adversas, los acuíferos permeables de espesores reducidos no permiten grandes recargas, en épocas de precipitaciones extraordinarias los excedentes de agua fluyen en forma de escurrimientos superficiales o por flujo subterráneo hacia el mar. En la zona costa

el incremento de las actividades agrícolas, urbanas e industriales ha propiciado una sobreexplotación de los acuíferos, lo que trae como consecuencia la degradación de la calidad del agua y de los suelos (INEGI-GobBC, 1995).

Los datos anteriores tienen una referencia que data de varios años atrás, sin embargo, es necesario decir que prácticamente la totalidad de las estaciones climatológicas del área de trabajo que comprende este estudio están averiadas, sin mantenimiento y no hay datos reales actualizados. CONANP con recursos del PNUD de la ONU hicieron un esfuerzo reconocible en 2017 desarrollando el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo de los Parques Nacionales Sierra de San Pedro Mártir y Constitución de 1857 (CONANP y PNUD, 2019), el documento refiere los datos de la estación ubicada en el OAN, señala un descenso de los promedios anuales de precipitación mínimos, medios y altos en los periodos 1950-1979 y 1980-2009, los mínimos pasaron de 210 a 243 mm, los medios descendieron notablemente de 400 a 285mm y los altos también sufrieron un marcado descenso de 548 a 422 mm. Aunque estos datos llegan solo hasta 2009, es crucial observar la notablemente menor captación de agua, el trabajo citado recoge la problemática climática expuesta por las poblaciones asentadas en la región y que se relaciona con la escasez de agua, particularmente identifica a las sequías, disminución de aguas superficiales y profundas, cambios en los periodos de lluvias, reducción de agua en abrevaderos y temperaturas más elevadas.

En un trabajo de Escoto de 1994, el cual es una referencia histórica relevante debido a que no se han efectuado mediciones posteriores en los mismos términos, se registran las precipitaciones y escurrimientos en las cuencas de la sierra, destacan las de Santo Domingo, El Salado, El Rosario, San Simón, San Rafael y San Telmo (Tabla 1).

Por otro lado, los datos publicados en 1995 por INEGI y el GobBC afirmaban que estos caudales aportaban más de 25 millones de m³ anuales, pero los datos citados por Escoto en 1994 mostraban escurrimientos por más de 113 millones de m³, la realidad, hasta hoy, es que una parte muy importante se pierde debido a que no existe infraestructura hidráulica para su contención y aprovechamiento y “en algunos años los escurrimientos son casi nulos y la renovación de las fuentes subterráneas es demasiado lenta para efectos productivos” (INEGI-

Tabla 1. Precipitaciones y escurrimientos en las Cuencas de la Sierra de san Pedro Mártir

Cuenca	Área (km ²)	Precipitación Media Anual (mm)	Escurrimiento Anual (Mill m ³)
El Salado	1,821.26	206.82	13.14559
27 de Enero	57.88	180.04	0.31540
Cabo Colonet 1	7.14	172.49	0.02392
Cabo Colonet 2	10.36	172.34	0.03718
San Rafael	1,280.27	206.29	9.67204
San Telmo	931.10	197.94	6.16066
Punta San Jacinto	61.71	158.99	0.29217
Mesa San Jacinto	77.10	158.90	0.32057
Punta de Camalú	22.29	154.59	0.08710
Camalú	236.07	166.65	1.09040
San Ramón	40.24	148.57	0.15387
Santo Domingo	1,225.78	192.75	49.49002
Padre Quino	75.10	147.34	0.34484
La Escopeta	299.31	164.23	1.92330
Nueva Cork	368.31	182.40	2.86403
Agua Chiquita	236.66	177.96	1.25840
San Simón	1,663.72	163.59	11.25091
El Pabellón	242.22	152.86	0.92258
El Socorro	211.02	158.16	0.86831
El Socorro Sur	28.89	147.97	0.10207
La Lobera	37.68	151.56	0.14073
La Lobera Sur	31.38	154.64	0.12273
Hondo Norte	19.75	153.31	0.07571
Hondo	63.28	155.66	0.25117
Amargo	50.39	155.36	0.19918
El Campito	63.30	156.23	0.25336
Campo Viejo	34.76	159.15	0.15477
El Rosario	2,714.35	131.88	12.21081
Total	11,911.32		113.73182

Fuente: Escoto (1994).

GobBC, 1995).

En la región beneficiada por la recarga de los acuíferos de la vertiente hacia el Océano Pacífico (OP) destacan los valles agrícolas de Colonet, San Telmo, Camalú, Santo Domingo (Col. Vicente Guerrero), San Quintín, San Simón y un poco más al sur hasta El Rosario, también se explotan zonas en el norte en el valle de La Trinidad. Según el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) los datos más actuales reportaban una recarga en los valles hacia el OP estimada en los

109.9 millones de m³, pero la extracción por pozos en estas áreas ha superado esa recarga y estimaba un déficit alarmante en los acuíferos que sumaba 105.4 millones de m³ lo cual ha producido un grave deterioro de los suelos y la limitación de cultivos potenciales, en algunas zonas cercanas al mar ha provocado la intrusión salina del agua del Pacífico (SIGACUA-CONAGUA, 2018). En enero de 2018 la misma CONAGUA reporta otras mediciones en los acuíferos publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) donde redujo el déficit a 92.2 millones de m³ (DOF-SEMARNAT, 2018), lo cual

no cambia los niveles alarmantes de sobre extracción (Tabla 2).

Los terrenos de las partes altas de la SPM no son adecuados para la producción de cultivos ni para pastoreo debido a que las pendientes son muy pronunciadas y los suelos son someros. Sin embargo, son terrenos valiosos y productivos ya que pueden suministrar madera, son hábitat para la vida silvestre y ofrecen oportunidades recreativas (Sepúlveda et al., 1999).

Región Colonet

La región de Colonet forma parte de la Región Hidrológica no. 1 de CONAGUA, cuenca del arroyo Las Ánimas-Santo Domingo, que incluye las subcuencas arroyo Salado, San Rafael, San Telmo y Santo Domingo. El arroyo Santo Domingo nace a lo largo del parteaguas de la Sierra y está formado por varios torrentes que tienen su origen a más de 2,900 m de altura. Esta cuenca tiene como subcuencas intermedias la del arroyo Santo Domingo, Río San

mayoría de los acuíferos y el peligro constante de contaminación por la intrusión de agua de mar o por la ya existente en las formaciones de acuíferos adyacentes (INEGI-GobBC, 1995).

Región San Quintín

En la región del Valle de San Quintín las cuencas hidrológicas de mayor importancia se encuentran en la vertiente occidental de la Sierra que llega hasta la altura de los 3 mil m y donde ocurren las precipitaciones pluviales de invierno y verano. La caída de nieve en invierno, la existencia de la vegetación boscosa y las praderas en la altiplanicie, provocan la retención y lenta filtración de las aguas, permitiendo escurrimientos permanentes en las cuencas medias, en las zonas bajas de las cuencas el escurrimiento es intermitente (INEGI-GobBC, 1995). Esta región comprende los acuíferos de San Quintín, San Simón y El Socorro. Las zonas de San Quintín y San Simón son las que presentan mayor intensidad de producción agrícola y asentamientos

Tabla 2. Disponibilidad de agua y recarga en acuíferos de región de servicios ecosistémicos de la Sierra de San Pedro Mártir (millones m³)

Acuífero	Disponibilidad o Déficit (SIGACUA)	Recarga Media Anual (SIGACUA)	Disponibilidad o Déficit (DOF 4 enero 2018)	Recarga Media Anual (DOF 4 enero 2018)
0216 La Trinidad	-3.42711	24.4	-5.248120	24.4
0217 San Rafael	-27.956711	12.4	-29.947415	12.4
0218 San Telmo	-15.870174	8.5	-14.534189	8.5
0219 Camalú	-8.115188	3.9	-6.235188	7.8
0220 Colonia V. Guerrero	-20.127472	19.5	-25.965801	15.6
0221 San Quintín	-13.671289	19	-7.634600	24.3
0246 San Simón	-17.598193	14	-2.672882	27.2
0247 El Socorro	0.481033	1.9	0.000000	1.9
0224 El Rosario	0.901681	6.3	0.000000	6.3
Suma	-105.383423	109.9	-92.238195	128.4
0222 San Felipe-P. Estrella	2.136515	8.0	0.000000	8.0
0223 Valle Chico-SPM	2.56962	13.8	0.000000	13.8

Fuente: Elaborado con datos de SIGACUA-CONAGUA (2018) y DOF-SEMARNAT (2018).

Telmo, Río San Rafael, arroyo Salado, Río San Vicente, Río Santo Tomás y arroyo Las Ánimas. El escurrimiento del arroyo Santo Domingo puede considerarse como perenne. Los escurrimientos superficiales principales en el área de estudio son los arroyos San Rafael y San Telmo. A la escasa precipitación pluvial se suman otros factores adversos que limitan la disponibilidad de agua, como la reducida capacidad de almacenamiento de la

poblacionales, y tienen acuíferos con déficit hídrico cercanos a los 30 millones de m³ anuales en la versión de SIGACUA o de más de 10 millones según la última versión de la misma CONAGUA publicada en el DOF en enero de 2018.

Región El Rosario

El acuífero de El Rosario presenta un equilibrio entre recarga y extracción anuales (DOF-SEMARNAT,

2018), aunque previamente mostraba un superávit de 0.9 millones de m³ (SIGACUA-CONAGUA, 2018). Esto indica que en la actualidad este acuífero no se encuentra sobre explotado, pero es importante hacer notar que los datos oficiales estarían mostrando un riesgo creciente al pasar de superávit a cero disponibilidad.

El Valle de La Trinidad

La recarga hídrica de ese valle es una mezcla de los escurrimientos de la SPM y de la Sierra de Juárez (SJ), su acuífero está severamente sobreexplotado, los datos de la CONAGUA muestran un agravamiento del déficit el cual supera los 5.24 millones de m³ (DOF-SEMARNAT, 2018).

Los usos del SE: superficies de producción agrícola
Por razones de desagregación oficial en la información de la producción, las superficies agrícolas pueden ser agrupadas en tres zonas, de norte a sur: Colonet-Camalú, Vicente Guerrero-San Quintín y El Rosario, agregando en el norte al Valle de La Trinidad. En la tabla 3 se muestran las escalas de producción de cada zona en el año 2016 y cuya suma agregada superó las 9,500 ha, de manera complementaria se enlistan los principales cultivos de cada una (SIGA-SEFOAGobBC, 2018).

Tabla 3. Superficies en producción agrícola en región de servicios ecosistémicos de la Sierra de San Pedro Mártir, año 2016 (ha).

Zona	Superficie
Colonet-Camalú	2,930
Vicente Guerrero-San Quintín	4,587
El Rosario	528
Corredor Occidental	8,047
Valle de la Trinidad	1,483
Total	9,530

Fuente: Elaborado a partir de SIGA-SEFOAGobBC, 2018

Zona agrícola Colonet-Camalú

La zona ha ido creciendo en superficie productiva, tanto a cielo abierto como bajo ambiente controlado con uso intensivo de tecnología y agua de riego, acercándose a las 3 mil ha en donde destacan los cultivos del tomate rojo, cebolla bola, fresa, espárrago, pepino y aunque en superficies comparativamente más pequeñas, pero con alto valor comercial, las frutillas rojas conocidas como *berries*.

La zona comprende desde Punta Colonet, pasando por el Ejido Gustavo Díaz Ordaz-San Telmo, hasta el valle de Camalú.

Zona agrícola Vicente Guerrero-San Quintín

Es la zona más emblemática de la región por su escala de producción e intensidad, comprende los Valles de Santo Domingo en la Colonia Vicente Guerrero, el Valle de San Quintín, la Colonia Lázaro Cárdenas y San Simón, suman cerca de 5 mil ha ocupadas en la actividad. Destacan los cultivos de fresa, tomate rojo, pepino, cebolla bola y frutillas rojas.

Zona agrícola El Rosario.

El Rosario es la zona ubicada más al sur del área de influencia de la Sierra de San Pedro Mártir. La producción agrícola se realiza en una superficie por encima de 500 ha y sobresalen los cultivos de cebolla bola, tomate rojo y chícharo.

Zona agrícola del Valle de La Trinidad

En 2016 se establecieron casi 1,500 ha de cultivos de hortalizas como chile, cebolla bola, tomatillo y cebollín, y de forraje como la alfalfa.

Los usuarios del SE

Entre quienes usan o se benefician de los SE que provee la SPM se pueden encontrar *Grupos de Interés y Pobladores*. Ambos sectores deben tener conciencia sobre lo determinante que son las condiciones naturales de la sierra para la realización de sus actividades productivas, estudio e investigación y administración o gobierno, en el caso de los primeros, y sobre sus condiciones de vida en general en el caso de los segundos.

Con excepción de los ganaderos que pastorean en el verano y primavera su ganado en las partes altas de la sierra, casi la totalidad de los beneficiarios se encuentran fuera del espacio propio de la SPM, es decir en los valles bajos, principalmente en la parte oeste de la cadena montañosa, muy cerca de la costa del OP. Enseguida una identificación sucinta de ellos:

Grupos de interés

Agricultores

Como grupo de interés destacan en primer lugar los agricultores, quienes tienen las mayores superficies de cultivos en los valles agrícolas de San Quintín, Santo Domingo y Camalú, y superficies menores en

Colonet, San Telmo y El Rosario, y el valle de La Trinidad que significa una superficie tres o más veces la ocupada en la zona de El Rosario. La producción casi exclusivamente hortícola es, en su mayoría, de exportación. Extraen, sin criterio de sostenibilidad ni control de autoridad alguna, agua de pozos para irrigar los extensos campos de hortalizas, a los cuales se suman, aún en extensiones pequeñas, pero crecientes, el cultivo de frutillas rojas de alto valor comercial, y cientos de hectáreas de viñedos. La extracción de agua del subsuelo es tan irracional que casi en la totalidad de los valles la intrusión de agua de mar ha salinizado los suelos, con la consecuente improductividad y abandono de esas superficies, estudios realizados por Espejel y otros investigadores han documentado la intrusión hasta 15.5 km de la costa y a una altitud de 400 m (Espejel *et al.*, 2005). Estos agricultores son los grupos que más beneficios obtienen, logrando ganancias económicas de millones de dólares cada año, y son también quienes han concentrado las tierras de los núcleos ejidales y de colonos a través de la renta.

Ganaderos.

Un segundo grupo en importancia son los ganaderos. La ganadería extensiva de la región, como en otros lugares, es una actividad ancestral, aun cuando no hay datos precisos sobre la cantidad de cabezas de ganado que pastan en la región, por información de ganaderos locales del ejido El Bramadero, quienes son mayoritariamente los dueños del ganado, se indica que habría cerca de cinco mil cabezas en los límites del PNSPM.

Academia e Investigación.

Un tercer grupo de interés lo integran académicos e investigadores, la UNAM opera el OAN que se construyó a partir de 1967, la UABC y el Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) hacen con cierta regularidad investigación geológica, biológica, hidrológica y agronómica en la región, además de estudios sociales sobre jornaleros agrícolas y migración.

Organismos gubernamentales.

Un cuarto grupo de interés lo constituyen ineludiblemente las instancias de gobierno. A fines de 1996 la CONANP entregó la administración del PNSPM al GobBC a través de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA) en su Dirección Forestal y de la Fauna. Sin embargo, la falta de

recursos, la rigidez burocrática de la federación para hacer llegar recursos a la nueva administración, el desinterés y falta de apoyo económico del GobBC con la administración nombrada, tuvo como consecuencia solo algunos años de trabajo modesto. En la actualidad el convenio es en la práctica nulo pues la CONANP recuperó la tutela de la administración y por parte del GobBC la instancia vinculada es ahora la SPA.

Pobladores

Corredor Poblacional Colonet - San Quintín - El Rosario

En materia estrictamente agraria, en el área de influencia de la Sierra se encuentran 36 ejidos y 9 colonias (Tabla 4), pero los asentamientos poblacionales se encuentran diseminados sobre todo a lo largo de la carretera Transpeninsular en el corredor Colonet - San Quintín - El Rosario en asentamientos y rancherías que pueden tener unos cuantos habitantes y hasta poblados integrados con más de 5 mil personas, la información puede ir agregando rancherías y comunidades hasta adquirir la categoría demográfica “localidad”, en tal sentido, en la tabla 5 se muestran los datos de 18 localidades dentro de la región de SE de la SPM, éstas integran el corredor poblacional Colonet-San Quintín, es necesario reiterar que se incluye la localidad del Valle de La Trinidad que se encuentra espacialmente fuera del corredor, en extremo norte de la sierra. Destaca la zona de San Quintín, que comprende varias localidades contiguas y que en suma rondan los 30 mil habitantes. En total la región en observación sostiene una población próxima a las 100 mil personas.

La dinámica poblacional observada en los datos de la tabla 5 muestra un crecimiento demográfico de la región en el periodo de ocho años del 18.9%, si se supone un crecimiento lineal el ritmo promedio anual de crecimiento rondaría el 2.4%. Sin embargo, hay que hacer notar el alto grado de diferenciación en los tamaños de las poblaciones y con ello la variación, también notable, de las tasas de crecimiento, tomando en cuenta 2018, el último año de la proyección, la diferencia entre la localidad de menor tamaño (Santa María – Los Pinos) y la mayor (Colonia Lázaro Cárdenas) es, en términos absolutos de 16,460 personas, esto significa más de nueve veces más grande.

De igual forma destaca la tasa negativa de la localidad de San Quintín, observada a partir de su

delimitación territorial estricta, que muestra una disminución poblacional por encima de 13 puntos porcentuales, la migración intrarregional determinada por la actividad agrícola podría explicar este fenómeno y los diferenciales de las tasas de crecimiento demográfico de las demás localidades de la región.

De manera conclusiva, importa destacar dos datos: la magnitud demográfica de la región, que es del orden de los cien mil habitantes, y el crecimiento poblacional cuyo ritmo promedio anual se sitúa en el 2.4%. Un tercer dato que resulta de interés para documentar empíricamente es la movilidad demográfica intrarregional que puede modificar

Tabla 4. Núcleos agrarios en región de servicios ecosistémicos de la Sierra de san Pedro Mártir

Ejidos:

Valle de la Trinidad, Tribu Kiliwas, Francisco R. Serrano, San Isidoro, Leandro Valle, Tepi, Alfredo V. Bonfil, Ing. Emilio López Zamora, Generalísimo Morelos, Benito Juárez, 27 de Enero, Punta Colonet, Villa Morelos, Gustavo Díaz Ordaz, Héroes de Chapultepec, Rubén Jaramillo, Mesa de San Jacinto, Capricornio, Luis Echeverría, Zarahemla, Bramadero, Padre Kino, Gral. Leandro Valle, Gral. Graciano Sánchez, Chapala, Nuevo Mexicali, Nuevo Baja California, Raúl Sánchez Díaz, Papalote, Venustiano Carranza, Jose Ma. Morelos y Pavón, Francisco Villa, Nueva Odisea, Reforma Agraria Integral, Nuevo Úruapan.

Colonias:

Lázaro Cárdenas, Cuitláhuac, Benito Juárez, Michoacán, Militar Agrícola, Camalú, Vicente Guerrero, Gral. Lázaro Cárdenas, San Pedro Mártir, Morelia, y otras de menor tamaño.

Fuente: Obtenido de Mapa Agrario del Estado de B.C. (SRA-GobBC, 1989).

Tabla 5. Corredor Colonet-San Quintín-El Rosario. Población 2010 y proyecciones de población 2018

Localidad	2010	2018	Crecimiento (%)
Ejido México (Punta Colonet)	3,352	4,239	26.5
Lic. Gustavo Díaz Ordaz	1,426	2,049	43.7
Camalú	8,816	12,669	43.7
Vicente Guerrero	11,714	12,361	5.5
Santa Fe	2,692	3,868	43.7
San Quintín	4,885	4,225	-13.5
Lázaro Cárdenas	16,663	18,243	9.4
La Providencia	1,281	1,841	43.7
Emiliano Zapata	5,886	7,671	30.3
Ejido Papalote	3,490	4,268	22.3
Colonia Nueva Era	3,330	3,506	5.3
Colonia Gómez Morín	1,393	2,002	43.7
Ejido Profesor Graciano Sánchez	1,898	2,613	37.7
Colonia Lomas de San Ramón (Triquis)	3,891	4,296	10.4
Luis Rodríguez (El Vergel)	2,333	3,352	43.7
Santa María (Los Pinos)	1,283	1,783	39.0
El Rosario	*3,086	*3,086	-
Suma	77,419	92,072	18.9
Valle de la Trinidad (Lázaro Cárdenas)	3,442	4,947	43.7

Fuente: Modificado de COPLADE-SEIS (2017). *2010

tamaños poblacionales de manera significativa, en localidades pequeñas esta migración interna podría ser determinante para su existencia, la cual también podría tener un componente de temporalidad.

SPM: una región de servicios ecosistémicos

La utilización de términos y de conceptos tales como el *Parque y su Zona de Influencia*, la *Zona Funcional del Parque*, *Reserva de la Biósfera* (CONANP-SEMARNAT, 2007), para referirse al Parque Nacional y a la propia sierra, son indicadores de la percepción sobre la dimensión de *lo regional* que se requiere. La regionalización más comprehensiva se ha hecho con criterios basados en la hidrología de la zona a través de considerar tanto escurrimientos superficiales como corrientes subterráneas, es decir, el abastecimiento de agua, el servicio ecosistémico esencial de la región, como articulador físico del espacio regional. Desde el punto de vista funcional de la *unidad regional* es conveniente sumar otros criterios, los concernientes a los *usuarios* o *beneficiarios*, esto hace necesario la incorporación a los criterios de regionalización la presencia y actividad de los usuarios o beneficiarios de los SE de la SPM, cuando menos en dos dimensiones: una de orden económico y otra de orden social; la económica son las distintas actividades productivas que utilizan como insumos los SE de la sierra por medio de los grupos de interés, mientras que el social corresponde al consumo básico de los asentamientos humanos localizados en la región.

Lo anterior permitirá entenderla más comprensivamente porque convergen visiones ecosistémicas, económicas y sociales, lo que resulta de alta utilidad para el diseño de estrategias que apoyen su sostenibilidad. Según Espejel *et al.* (2005), se trata de dos formas de conceptualizar el espacio físico: la percepción ambiental, en la que predominan los factores ecológicos, y la percepción del espacio que se crea socialmente, en los términos de Hoffman y Salmerón (citados por Espejel *et al.*, 2005) para administrar su patrimonio natural, organizarse en sociedad, identificarse culturalmente o desarrollarse en lo económico.

En tal sentido, se propone una Región de Servicios Ecosistémicos de la Sierra de San Pedro Mártir (RSESPM), un territorio que comprenda como punto Noroeste el inicio del *Corredor del Pacífico u occidental* a Colonet, que continúe al sur sobre Camalú, Colonia Vicente Guerrero-Santo Domingo, San Quintín, Colonia Lázaro Cárdenas, San Simón y

hasta El Rosario; en el Norte al Valle de la Trinidad y recorriendo la cara Este de la Sierra en ruta hacia el Sur, hasta los potenciales valles agrícolas de las colonias San Pedro Mártir y Valle Chico, cuyos acuíferos se ven generosamente abastecidos por los escurrimientos de la sierra, ello define una región de servicios ecosistémicos que alcanza espacialmente las zonas productivas agrícolas con sus respectivos asentamientos poblacionales. Para efecto práctico de la definición clara de los límites de la RSESPM se recurre a la empatía que significa la definición territorial de acuíferos de la región, un acuífero es “cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo” (SEMARNAT-CONAGUA, 2013), en tal determinación la RSESPM está integrada por los territorios de diez acuíferos establecidos por la CONAGUA, la SPM y su vertiente occidental los acuíferos de San Rafael, San Telmo, Camalú, Colonia Vicente Guerrero, San Quintín, San Simón, El Socorro y el Rosario; en el límite norte parcialmente el acuífero del valle de La Trinidad; y en la vertiente oriental de la sierra el acuífero de Valle Chico-San Pedro Mártir (Figura 2).

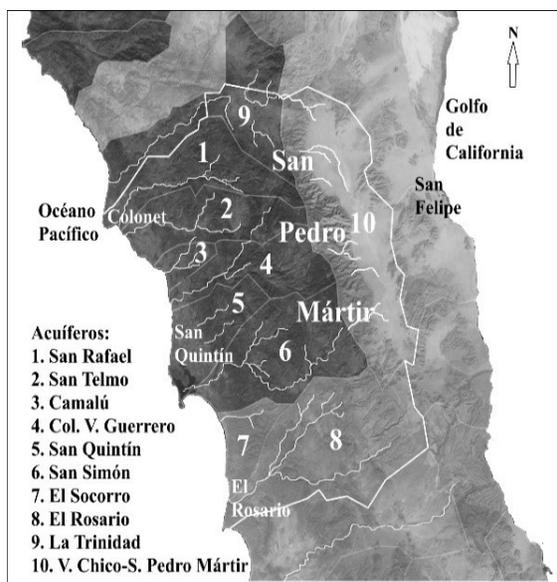


Figura 2. Región de Servicios Ecosistémicos de la Sierra de San Pedro Mártir.

La utilización de los límites de los acuíferos de la SPM en la configuración de la RSESPM tiene también la intención de subrayar la situación insostenible de sobreextracción de sus volúmenes y que exige de manera imperativa la atención y control por parte de los usuarios o beneficiarios de este recurso.

Según los últimos datos de SEMARNAT de 2018, la disponibilidad anual de agua del total de los diez acuíferos es deficitaria en 92.2 millones de m³ (Tabla 2), con excepción de los acuíferos de El Socorro, El Rosario y Valle Chico-SPM que se les registra en equilibrio (recarga igual a extracción), los siete acuíferos restantes registran graves déficits.

Conclusiones

El agua generada por la SPM es el servicio ecosistémico crítico para el desarrollo de una extensa región que rebasa fácilmente el espacio propio, sus escurrimientos son los conectores con valles bajos, principalmente hacia la parte occidental donde se localizan extensas zonas de producción agrícola intensiva irrigada por la sobreextracción de sus acuíferos provocando salinización de suelos y afectaciones graves a sus ecosistemas. El agua también sostiene a numerosos asentamientos humanos crecientes que se aproximan a los cien mil habitantes.

No existe un entendimiento social de la vital dependencia que la región tiene de la capacidad de la SPM para producir agua, mucho menos compromiso de acción para atender la sostenibilidad de los ecosistemas. Configurar una Región de Servicios Ecosistémicos como la que en este documento se propone, significa el entendimiento de pertenecer a una amplia región articulada por los servicios que sus ecosistemas proveen, debe servir como base para que, en este caso, la Sierra de San Pedro Mártir recupere atención de quienes usan y se ven beneficiados por sus recursos, comprendidos como servicios, más allá de la ocupación simple del espacio. Se trata también de comprometer a miembros de comunidades académicas para desarrollar una estrategia de concientización social local y generar mecanismos de retribución directa e indirecta para tareas continuas de estudio, vigilancia, preservación y eventual restauración de sus ecosistemas.

El conocimiento social y la valoración económica de

los servicios ecosistémicos o ambientales de la sierra como fuente de agua debe ser la actitud de quienes tienen vínculos directos, urge replantear el desarrollo regional y medirlo en función de la disponibilidad real del recurso agua que provee la SPM, esto solo puede conseguirse aplicando rigurosamente criterios de sostenibilidad en el uso de lo SE, particularmente en el manejo de acuíferos y cuencas.

En la medida en que se preserve, y eventualmente restaure, la capacidad de la Sierra como *fábrica* de agua, se cuente con infraestructura para el aprovechamiento sostenible de los escurrimientos superficiales y se evite la sobre extracción de los acuíferos, los ecosistemas mantendrán o recuperarán su capacidad para captar precipitaciones y el corredor Colonet-San Quintín-El Rosario- tendrá un capital natural sostenible para el desarrollo y las actividades productivas como la agricultura que ahí se practica, así como las actividades económicas y de consumo básico, que se multiplican y diversifican derivadas de los crecientes asentamientos humanos.

Finalmente, es necesario insistir que desde la Declaración de Río de Janeiro en 1992 se establecieron los retos y los objetivos en la materia “mantener un suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la población que contribuya a la protección de la calidad de vida; y preservar, al mismo tiempo, las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, adaptando las actividades humanas a los límites de la capacidad de la naturaleza” (CNUMAD, 1992).

Referencias

- Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N. y Bonilla, M. 2016. Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25 (1): 83-89.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/1110/935>
- CNUMAD. 1992. Capítulo 18, Protección de la calidad y el suministro de agua dulce. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil, 3-14 de junio.
- Colmenares, A.M. 2012. Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1): 102-115.
- Contreras, O.R. 2002. La Investigación Acción Participativa (IAP): revisando sus metodologías y sus potencialidades. En: CEPAL (2002). *Experiencias y metodología de la investigación participativa*. Durston, John y Francisca Miranda (Comp). Serie Políticas Sociales, núm 58, División de Desarrollo Social. Comisión Económica para América

- Latina y el Caribe, Organización de las Naciones Unidas. Chile.
- CONANP y PNUD. 2019. Resumen ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo de los Parques Nacionales Sierra de San Pedro Mártir y Constitución de 1857. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.
- CONANP-SEMARNAT. 2007. Programa de conservación y manejo. Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Octubre. México.
- COPLADE-SEIS. 2017. Proyecciones de población por localidad. Sistema Estatal de Información Sociodemográfica B.C. <http://www.copladebc.gob.mx/seis.html>
- DOF-SEMARNAT. 2018. Acuerdo que actualiza la Disponibilidad Media Anual de agua subterránea de 653 Acuíferos del Territorio Nacional. 4 de enero. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510042&fecha=04/01/2018
- Escoto R. M. 1994. Balance del agua del suelo en tres sitios de estudio en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Baja California, 96 pp.
- Espejel, I., Hernández, A., Riemann, H. y Laura H. 2005. Propuesta para un nuevo municipio con base en las cuencas hidrográficas. Estudio de caso: San Quintín, B.C. Gestión y Política Pública. Volumen XIV, Número 1. 1 Semestre de 2005.
- Espinoza, N. y Javier G. y James S. 1999. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. Serie de Publicaciones RUTA IICA, Costa Rica. <http://repiica.iica.int/docs/B3182e/B3182e.pdf>
- FAO. 2019. Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- IAUNAM. 2019. Instituto de Astronomía UNAM. <http://132.248.4.66/weather/index.html>
- INEGI-GobBC. 1995. Estudio hidrológico de Baja California. Aguascalientes, México.
- Pombo O. A. 2015. Adaptaciones tecnológicas en el manejo del agua y sus consecuencias en la población de la zona agrícola de San Quintín, en: Riemann H. 2015. Coordinador El agua en la región agrícola Camalú-El Rosario, Baja California. Un recurso sobreexplotado con repercusiones sociales y ambientales, Editorial de la Red Nacional de Investigación Urbana A.C., DIAP-UAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Quetier F., E. Tapella, G. Conti, D. Cáceres y S. Díaz. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario, Gaceta Ecológica núm. esp. 84-85, INE, México. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/gacetas/523/servicios.pdf>
- SEMARNAT-CONAGUA. 2013. Ley de Aguas Nacionales. Artículo 3 fracción II, DOF 7 de julio.
- Sepúlveda, B. J. et al. 1999. Implementación de un sistema de información geográfica para la prevención de incendios forestales en Baja California. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-SAGARPA, Campo Experimental de Ensenada, B.C., México.
- SIGA-SEFOAGobBC. 2018. Sistema de Información Geográfica del Sector Agropecuario de Baja California, Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Baja California. <http://www.sigabc.gob.mx/>
- SIGACUA-CONAGUA. 2018. Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas. <http://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>
- SRA-GobBC. 1989. Mapa agrario del estado de B.C.
- UICN, PNUMA y WWL. 1991. Estrategia para el Futuro de la vida. Unión Mundial para la Naturaleza, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Fondo Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/cfe-003-es.pdf>