



El Colegio de la Frontera Sur

Estrategias de comunicación para el Ordenamiento Ecológico
Territorial en el sistema kárstico de Bacalar, Quintana Roo.

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales

Por

Silvana Marisa Ibarra Madrigal

2019



El Colegio de la Frontera Sur

Chetumal, Quintana Roo, 21 de agosto de 2019

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de:

Silvana Marisa Ibarra Madrigal

Hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

Estrategias de comunicación para el Ordenamiento Ecológico Territorial en el sistema kárstico de Bacalar, Quintana Roo.

Para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.

	Nombre	Firma
Directora	María Amalia Gracia	_____
Asesor	Héctor Abuid Hernández Arana	_____
Asesora	Birgit Schmook	_____
Sinodal	Jorge Enrique Horbath Corredor	_____
Sinodal	Nuria Torrescano Valle	_____
Sinodal suplente	Guadalupe del Carmen Álvarez Gordillo	_____

Dedicatoria

Con la fuerza de mi corazón dedico el fruto de este esfuerzo a mi familia, especialmente a mi hija, también a mi hijito color chocolate, a mis amigas, amigos, compañeras de camino, las lagunas, los ríos, los adolescentes y por supuesto a los hombres de mi vida, entre ellos mi papá. La ofrezco por el bien del agua y de todos los seres, deseando luz en la consciencia y que el cambio hacia la Tierra alternativa se manifieste con amor.

Agradecimientos

Especialmente agradezco a Dani Ti y a Damián por ser equipo con su mami.

Reconozco y agradezco la disposición de mi Consejo Tutelar que se atrevieron a operar esto conmigo. Mi directora, Amalia Gracia con su feminidad, calidad personal y profesional, a mi asesora Birgit Schmook por su apoyo en momentos difíciles, gracias. A mi asesor Héctor Abuid Hernández por conducirse y sostener el proceso con su visión de largo alcance y los pequeños grandes momentos clave en los que estuvo presente. También a la Dra. Rosa María Leal por reforzarnos en conocimiento sobre el agua subterránea, a Minerva Rosette por el aporte de su en materia legislativa, Marco Jiménez por su apertura al intercambio de información.

Agradezco al acuífero de Bacalar y sus venas, sus mujeres, lideresas, hombres, capitanas, piratas, ejidatarios, adolescentes fascinantes, funcionarios públicos, en especial a Alfredo Arellano por ser tan biólogo y no tan político, a mi literato favorito Agustín del Castillo, el Arq. Carlos Ríos y el Ing. Luis Soberanis Allen por su refuerzo y apertura a la innovación. Con cariño al MVZ Carlos Mo. por estar, a geo, a Pauli por lista, a Marco Jericó que cuando digo Agua Clara, en realidad me refiero a él, a Arturo Arroyo por su magia, a don Fili, a José Santos y Gabriela Zacarías que me facilitaron la vida y me hicieron sentir como en casa, a Héctor Ventura, Miguel Villasuso y a mi amiga Liz y sus niños... agradezco con el alma el esfuerzo y dedicación por unirse en este camino que trascendió de la investigación a la acción por Bacalar, su laguna, seres vivos y ríos subterráneos.

Finalmente, agradezco a la Dra. Nuria Torrescano por su visión y ternura, al Dr. Jorge Horbath, Guadalupe del Carmen Álvarez, por su participación como lectores de esta tesis y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para cursar el programa de Maestría en Ciencias en esta institución.

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Metodología	5
Capítulo 1.	11
Modelo de funcionamiento hidrogeológico del acuífero Yucatán-Candelaria-Hondo en Quintana Roo: interdependencia de influencia en la Laguna de Bacalar.	
Capítulo 2.	35
Ordenamiento territorial, agua subterránea y participación sociopolítica en Bacalar, Quintana Roo.	
Conclusiones	64
Aspectos éticos y de bioseguridad	73
Literatura citada	74
Anexos	84
Anexo 1. Guía de categorías deductivas para análisis de entrevistas y diario de campo.	
Anexo 2. Descripción de las categorías inductivas derivadas del análisis de entrevistas y diario de campo.	

Resumen

El agua subterránea ha sido invisibilizada social y políticamente porque no está a la vista. Su oculta y paradójica existencia, no suele aparecer debidamente en políticas públicas torales como el Ordenamiento Territorial (OT). Por ello es un misterio para quienes no son especialistas, el conocimiento de cómo opera dentro del ciclo hidrológico su conectividad natural, cuya alteración puede ser desastrosa en varias direcciones (sobrevivencia, economía, equilibrio ecológico). Al advertir dicha omisión en la configuración del Programa de Ordenamiento Territorial Local del municipio de Bacalar (POEL), un territorio kárstico en donde domina el agua subterránea, diseñamos una “Investigación-Acción” con métodos etnográficos como entrevistas y observación participante con objetivo de analizar las tensiones y motivaciones sociopolíticas para el resguardo del equilibrio ecológico. Utilizamos herramientas de construcción participativa y generamos alianzas para evitar la degradación del acuífero y la laguna. Una alianza esencial fue para definir los conceptos “equilibrio ecológico y vocación natural”, con un modelo conceptual que explica la conectividad e interdependencia de los elementos naturales que posibilitan la vida. Con otras alianzas y en diversos momentos, presentamos el modelo y sus ejes de aplicación al OT. Los resultados muestran que alguna de las formas en las que los involucrados ven y tratan al territorio, son incompatibles con las características intrínsecas del sistema kárstico, y estas inercias impiden alcanzar acuerdos comunes que sustenten el nuevo modelo. De este modo, se plantea la necesidad de poner en marcha una política de OET participativa, orientada a la construcción de una visión común e informada mediante procesos de comunicación en que participen todos los actores y sectores involucrados.

Palabras Clave

Sistema kárstico, territorio, participación, ordenamiento, política pública.

Introducción

El Ordenamiento Territorial (OT) ha sido uno de los modelos más comunes surgidos en América Latina a partir de los esfuerzos de organización del espacio en torno a la construcción de obras civiles atendido de forma cotidiana por arquitectos, ingenieros y abogados (Massiri, 2012). En las últimas dos décadas del siglo XX, ante la creciente conflictividad que esos proyectos revisten en temas de impacto ambiental se incorporó a geógrafos, naturalistas y científicos sociales, bajo la consideración de la heterogeneidad del territorio, que es el espacio fundamental con características biogeofísicas sobre las cuales se desarrollan todos los procesos socio-políticos (Hernández et al. 2014). El proceso de OT trasciende así, el ejercicio simplista de la generación de un instrumento de planificación, y transita hacia una política pública configuradora del espacio, influida por la visión de quienes lo viven y administran, pues no sólo se trata de una zona geográfica: el espacio-territorio constituye el soporte de la identidad cultural (Raffestin, 2011), el agua subterránea ha sido invisibilizada social y políticamente. Su oculta y paradójica omnipresente existencia, indispensable para la vida silvestre y las comunidades humanas, al no estar a la vista, no se refleja debidamente en las políticas públicas como Planes de Ordenamiento Territorial. Como efecto, es un misterio para quienes no son especialistas, el conocimiento de cómo opera dentro del ciclo hidrológico su conectividad natural, cuya alteración puede ser desastrosa en varias direcciones (sobrevivencia, economía, equilibrio ecológico). En esta tesis, al advertir dicha omisión en la configuración del Programa de Ordenamiento Territorial Local del municipio de Bacalar (POEL), diseñamos una investigación cualitativa con entrevistas y observación participante para analizar las tensiones y motivaciones sociopolíticas que propicie el resguardo del equilibrio ecológico.

La premisa es respetar la vocación natural para el ordenamiento de un territorio en donde domina el agua subterránea: el sistema kárstico de influencia en la laguna de Bacalar. De forma paralela, utilizamos herramientas de “Investigación Acción” y generamos alianzas para evitar la degradación del acuífero y laguna como elementos clave en la planificación y en los procesos de la vida y la economía. Una de las alianzas esenciales fue para definir los conceptos “equilibrio ecológico y vocación natural”, con un modelo conceptual que explica la conectividad e interdependencia de los elementos naturales que posibilitan la vida. Con otros

actores, organizamos talleres participativos y reuniones en las que presentamos el modelo y sus ejes de aplicación para el resguardo del equilibrio ecológico. Los resultados muestran que alguna de las formas en las que los involucrados ven y tratan al territorio, son incompatibles con las características intrínsecas del sistema kárstico, y estas inercias impiden alcanzar acuerdos comunes que sustenten el nuevo modelo. De este modo, se plantea la necesidad de poner en marcha una política de Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) participativa, orientada a la construcción de una visión común e informada mediante procesos de desarrollo en que participen todos los actores y sectores involucrados. Cultura son los modos en que el ser humano incide en el espacio y lo transforma, de manera que sólo a partir de esta, se pueden establecer los esquemas de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

El agua es uno de los componentes fundamentales para el soporte de la vida en el planeta; en la toma de decisiones socio-políticas es indispensable considerar su papel en la conectividad hidrológica, pues la alteración de las condiciones físicas o químicas del agua causa disfunciones en todos los niveles: geofísicos, bióticos, económicos y a la larga compromete el desarrollo entendido como la condición territorial donde las personas pueden disfrutar de seguridad económica y social (Boisier 200 y Guzmán et al. 2016). Esto cobra especial relevancia en la política de ordenamiento en Quintana Roo (Q. Roo), México, donde debe reconocerse que el espacio a ordenar es altamente singular: comprende un sistema kárstico cuya más notable característica es la alta permeabilidad del suelo, condición que produce que toda el agua sea subterránea y por ende, hasta hoy, sea la única fuente de abasto (Kambesis and Coke 2018). También origina particularidades como los microbialitos (Gischler et al. 2011), los cenotes (Beddows et al. 2008) y el agua de color turquesa que ayudan a fabricar un imaginario al servicio de un sector turismo con alta inversión que se ha convertido en el eje de la economía regional (Rosado y Medina 2014). La realidad es que como están configurados, tanto el turismo masivo como la agricultura química o la urbanización impermeable, a pesar del presunto beneficio que generan a la sociedad -en el corto plazo-, dañan al sistema kárstico y deterioran sus características funcionales para la vida, porque rompen con la conectividad y/o contaminan la naturaleza.

El agua subterránea suele estar fuera de la representación social que la asocia más con ríos superficiales. En consecuencia, predomina una falta de información específica que se

extiende a las consideraciones que fundamentan los esquemas de ordenamiento y planificación del territorio, y de este modo, se analizan de forma insuficiente o equivocada los elementos necesarios para su funcionamiento (Kuri y Carrillo, 2018). Esto fue lo que sucedió con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POEL) del municipio de Bacalar (versión 2011-2016 aún inédito), Q. Roo, cuyo diagnóstico y propuesta no consideró las características intrínsecas del sistema kárstico a pesar de tener disponible una producción científica sobre la zona, suficiente para tomar decisiones informadas en la configuración socio-ambiental y para atender las disposiciones legales sobre el resguardo del equilibrio ecológico y la vocación natural. ¿Cómo explicar una falta de consideración de tal magnitud? Esta situación nos llevó a plantear la primera pregunta de esta investigación: ¿Qué información existe que pueda ser útil en el reconocimiento de las particularidades del territorio? Con ello se delimitó el primer objetivo de la tesis: generar un modelo de conectividad del flujo hidrológico en el karst del sur de Quintana Roo, susceptible de ser reconocido en el diseño del POEL como definición de la “vocación natural”.

Sin embargo, más allá de la producción de información, el papel de la academia como actor en la toma de decisiones es fundamental, por lo menos en dos sentidos: en primer lugar, hacer disponible y asequible a la sociedad el conocimiento construido, y segundo, porque junto con el sector gubernamental, comparte la responsabilidad de generar elementos e influir efectivamente en el diseño y formulación de las políticas públicas (López Cerezo 2005).

En tanto no se propicie el entendimiento, comunicación y respeto en la construcción del territorio, la diversidad de visiones sobre su valor puede dificultar la concreción de los instrumentos de política pública. Un ejemplo de lo anterior son los POEL. En la medida en que los conflictos socioambientales crecen, se va perdiendo la oportunidad de manejar el territorio de manera equilibrada o sostenible. Por eso la participación social es clave; la intervención de lo público y lo colectivo (Marchioni s./f.) incluye componentes de comunicación, basados en la representatividad, la horizontalidad, la inclusión; por ello, la política pública requiere estar diseñada para favorecer dichas bases (PNUD 2017). Como hay diversos sectores y sus roles están interpuestos en la construcción del territorio, la comunicación intersectorial es fundamental como generadora de confianza y reciprocidad, dado que es la empatía una

habilidad fundamental para generar acuerdos comunes con un entendimiento informado (Arenas-Castillo et al. 2014).

Bajo este contexto, esta investigación se enfoca en las características del proceso de formulación del POEL de Bacalar como instrumento de política pública, en cuanto a su construcción participativa y los factores vinculados con dicha omisión. El segundo objetivo de esta tesis es identificar los sectores y actores relacionados con la formulación del POEL y analizar los mecanismos de participación que se ejercen durante el proceso para identificar las tensiones y motivaciones que influyen en la consideración de la vocación natural. Se parte de la hipótesis de que los mecanismos de vinculación y participación sectorial en torno a este instrumento de política pública, ofrecen una oportunidad para socializar el conocimiento de la conectividad hidrológica en el sistema kárstico, e incorporarlo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Local del municipio de Bacalar.

Metodología

Los métodos implementados permiten comprender por qué suceden los fenómenos y el modo en que el ser humano contribuye a alterar la biosfera con su tecnología, sus sistemas económicos y culturales de ocupación del territorio. Ante la necesidad de dar cuenta de una problemática socioambiental compleja, implementamos una estrategia denominada “Investigación-Acción” (IA) (Martínez 2000), que busca contribuir a que se asuma la vocación natural del sitio tanto en el ordenamiento del territorio de Bacalar, como en su traslado a la realidad, que es el objetivo central de un POEL. Analizamos la participación y vinculación entre gobierno, academia y distintos actores de sociedad civil en la fase de formulación del POEL entre noviembre 2017 y octubre 2018.

El estudio se diseñó a partir de criterios cualitativos y se incluyeron aspectos del método etnográfico (Vasilachis de Gialdino 2006). Mediante un enfoque holístico de representación de la realidad, se procuró integrar distintos conocimientos propios de disciplinas diferentes; con base en la Teoría General de Sistemas (Cathalifaud 1998) se integra el método fenomenológico, para reconstruir la historia y encontrar significado de lo sucedido con un enfoque constructivista deductivo e inductivo (Astrain 2006). Utilizamos herramientas y categorías de análisis (tabla 3),

y nos vinculamos con gobierno y sociedad civil en diversos momentos para obtener y también aportar una mejor comprensión, tanto del funcionamiento del sistema kárstico como del fenómeno que impide que la política pública lo asuma y lo integre efectivamente.

En la primer etapa trabajamos con el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), en la elaboración de un modelo conceptual para evidenciar la conectividad entre los elementos naturales, en aras de construir el concepto legal de “vocación natural” basado en el “equilibrio y desequilibrio ecológico” (DOF 2017, art 3 frac. xii, xiv y xxxvi). Procesamos todas las publicaciones científicas emitidas acerca del karst del sur de Quintana Roo (14 documentos producidos entre 1973 y 2015), sobre materias como la hidrodinámica de flujos subterráneos, la hidrogeología, la lixiviación de contaminantes al acuífero, y las conexiones e interdependencia estructural y funcional. Posteriormente, mediante el software Surfer 11, se verificó la continuidad y dirección del flujo de agua subterránea en la zona de influencia continental en la laguna de Bacalar a partir de datos de la red piezométrica del estado, suministradas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) (CONAGUA-CAPA, 2007; 2014; 2015): datos como pH, conductividad eléctrica, temperatura y gravimetría. Luego, en conjunto con las asociaciones civiles Agua Clara y Geo, organizamos un taller participativo multisectorial para la presentación del modelo, el cual contó con la asistencia y participación de 40 personas de 16 instituciones y asociaciones; en este encuentro enriquecimos los criterios ecológicos del POEL y, junto con el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), analizamos la viabilidad legal de estas propuestas. Aun con las limitaciones originadas en la dificultad de convocar a todos los sectores, el taller fue efectivo para incluir la vocación natural propuesta; sin embargo, el instrumento ha tardado en entrar en vigor legal, por lo que sigue sin causar efectos en la dinámica económico-social del territorio de Bacalar. Posteriormente, organizamos un seminario sobre Planificación Territorial Sensible al Agua en conjunto con la Asociación de Hoteles y Restaurantes de Bacalar, el Ayuntamiento de Bacalar, la CAPA, la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) y el Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sostenibles del CONACYT.

En campo, registramos lo que observamos en reuniones institucionales y no institucionales, talleres, pláticas informales; también analizamos el archivo minutario histórico del Comité de ordenamiento. Las categorías de observación fueron aspectos como el vínculo

entre actores y sectores y su visión del territorio (Giménez 2007), el nivel de participación que las instituciones logran fomentar, la utilidad del conocimiento científico en la dinámica de política pública -especialmente en materia de agua subterránea y su funcionamiento-. Aplicamos nueve entrevistas semiestructuradas y una grupal en formato abierto (tabla 1); esta última, para tener un contexto sobre los vínculos sociales y generar un sociograma (GIZ 2015), el cual fuimos enriqueciendo con los sectores y actores implicados en la fase de formulación del ordenamiento, su visión (Giménez, 2007), y sus relaciones no institucionales (Cohen and Arato 2001). Analizamos los mecanismos de participación ejercidos desde las instituciones gubernamentales según el método de Brager y Specht (1973) y la Asociación Internacional para la Participación Pública (tabla 2), que muestra mecanismos que van desde el nulo fomento a la participación, cuando los convocados son solo llamados por fines informativos, hasta los mecanismos que empoderan a la sociedad. El análisis de los datos y categorías fue de forma deductiva, enriquecido inductivamente conforme la evolución del estudio (tabla 3) (Mejía Navarrete 2011), procesadas con el software Atlas Ti versión 7.5

Tabla 1. Informantes entrevistados

Institución integrante del Comité del POEL	Sector
Canaco Bacalar	Social-ONG
Ejido Bacalar	Social-ejidal
Secretario de SEDUMA Yucatán	Gobierno
Secretario de SEMA Quintana Roo	Gobierno
Dirección de Ordenamiento de la SEMA	Gobierno
ONG	Social-ONG
Ejido Aarón Merino Fernández	Social-ejidal
Ex presidencia municipal Bacalar	Gobierno
Ejido Valle Hermoso (colectiva)	Social-ejidal
Entrevista grupal para elaboración del sociograma	
Asociación de Hoteles y Restaurantes	Social-empresarial
2 ONG de la Unión de Organizaciones de la Sociedad Civil	Social-ONG

Tabla 2. Clasificación del nivel de participación según Brager y Specht (1973) y la Asociación Internacional para la Participación Pública.

Nivel	Objetivo	Método	Mecanismo
Elevado	Empoderar	Se propicia que la comunidad tome las decisiones y la institución acompaña en el logro de los objetivos.	Jurados ciudadanos. Delegación de decisiones desde el gobierno a la sociedad. La sociedad conforma la agenda de la reunión.
Planificación conjunta	Colaborar Involucrar	La institución identifica el problema y convoca a la comunidad, define los límites de la participación y pide tomar ciertas decisiones para incorporarlas a un plan de acción aceptable para todos.	Talleres. Consejos consultivos con método de construcción participativa para la toma de decisiones. Conformación conjunta de la agenda o al menos abierta a la consideración de la sociedad.
Bajo	Consultar	El instrumento se presenta, se intenta promover buscando apoyo y aceptación para asegurar su cumplimiento.	Audiencias públicas, comunicación bilateral por medios electrónicos. Votaciones deliberadas o discusión abierta antes de las votaciones. La sociedad no participa en la conformación de la agenda.
Nula participación	Informar	El instrumento se elabora y se presenta, la comunidad es convocada por razones informativas y para afianzar el cumplimiento.	No se implementan mecanismos de consulta. La agenda, si es que existe, la conforma la institución.

Tabla 3. Categorías deductivas e inductivas para el análisis de la situación

Herramienta	Categoría que le aplica	Categorías inductivas	Subcategoría
-Observación cotidiana. -Asistencia a reuniones y talleres. -Pláticas informales. -Revisión minutaría de reuniones del POEL.	-Nivel de fomento al involucramiento social en la participación institucionalizada. -Vinculación intersectorial e interactoral hacia el POEL y acción colaborativa. -Utilidad del conocimiento científico. -Visión del territorio.	Participación social en torno al POEL	Método de bajo nivel de fomento a la participación, la toma de acuerdos y la construcción conjunta.
-Aplicación de entrevistas.			Resistencia social
-Taller participativo intersectorial y seminario. -Presentación del modelo conceptual también en otros espacios. -Enriquecimiento a la versión del POEL y el PDU. -Mesas de trabajo. -Verificación de la factibilidad legal de los productos del taller. -Alianzas entre sectores. -Reuniones de concertación con funcionarios públicos de CAPA, SEMA, SEDETUR, SEDETUS, SINTRA, CONAGUA, entre otros.			Falta de participación social o participación, centralizada en su representante.
			Desvinculación entre el gobierno y la sociedad.
-Análisis del funcionamiento hidrogeológico. -Material audiovisual del funcionamiento conectivo del	-Utilidad del conocimiento científico.	Tensiones sociales para la consideración de la vocación natural del sistema cárstico en el ordenamiento territorial.	Desorden y largo tiempo del proceso institucional del POEL.
			Desvinculación entre la academia y otros sectores.
			Visión instrumental: desvinculación vida, economía y naturaleza.
			Difícil acceso y comprensión del conocimiento científico.
			Falta de conocimiento sobre temas necesarios para resguardar el equilibrio ecológico del territorio.

<p>sistema kárstico¹ y del taller realizado en ECOSUR².</p> <ul style="list-style-type: none"> -Difusión en redes sociales y prensa. -Presentación en el Congreso Internacional de lagos en Japón. 			<p>Organización social para la resistencia debido a sentimiento de imposición gubernamental</p> <p>Desvinculación entre políticas públicas.</p> <p>Autonomía y volatilidad municipal.</p> <p>Simulación política.</p> <p>Visión instrumental: conflictos legales y especulación en la tenencia de la tierra.</p> <p>Visión instrumental: conflictos de interés entre lo debido y no existente.</p> <p>Visión instrumental: Intereses económicos político empresariales y sociales</p> <p>Visión simbólica: apertura a la innovación para la planificación territorial congruente</p> <p>Contaminación</p> <p>Método que fomenta la participación, facilita la toma de acuerdos y la construcción conjunta.</p> <p>Visión simbólica: elementos de valor</p>
<p>Motivaciones sociales para un ordenamiento congruente</p>			

¹ Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=JchEjnwnpzg&t=31s>

² Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=zmmalmGw8wo&t=54s>

Capítulo 1.

**Modelo de funcionamiento hidrogeológico del acuífero
Yucatán-Candelaria-Hondo en Quintana Roo:
interdependencia de influencia en la Laguna de Bacalar.**

Modelo de funcionamiento hidrogeológico del acuífero Yucatán-Candelaria-Hondo en Quintana Roo: conectividad e interdependencia de influencia en la Laguna de Bacalar.

“La vocación natural radica en las actividades que puede sostener un ecosistema sin alterar las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que hacen posible la existencia y desarrollo del hombre y los demás seres vivos”
LGEEPA

Bacalar municipio dentro de un sistema kárstico transfronterizo.

En Bacalar aún no se cuenta con un estudio específico sobre la jerarquía de los flujos subterráneos, sin embargo, es posible comprender el funcionamiento del agua subterránea estudiando juntos, cuatro aspectos principales: la hidrodinámica, la geoquímica, la gravimetría, los factores fisicoquímicos y se obtiene la conectividad hidrológica. Con base en ese conocimiento adquirido en el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la tesista en conjunto con el Dr. Héctor Abuid Hernández Arana de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Dra. Rosa María Leal del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), analizamos documentos producidos entre 1973 y 2015 y los datos de la red piezométrica que la CAPA brindó a la investigación. La interpretación emergente de dichos elementos, sirvió para configurar el modelo de conectividad e interdependencia en el karst del sur de Quintana Roo, susceptible de ser reconocido en el diseño del POEL como definición de la vocación natural y con ello se cumple el primer objetivo de esta investigación como insumo para comenzar desarrollar las estrategias de investigación acción que implicó.

El municipio de Bacalar tiene una superficie de 7,161 km² (SEFIPLAN 2016). Se encuentra en la Región Hidrológica No. 33-A de nombre Bahía de Chetumal y otras (CONAGUA). Sus límites políticos al oeste son con el estado de Campeche, al sur con Othón P. Blanco al norte con Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, en la porción

noroeste llega hasta la costa del Mar Caribe y hacia el suroeste su límite es la mitad longitudinal de la Laguna Bacalar compartiéndola con el municipio de Othón P. Blanco.

La precipitación del municipio oscila entre los 1,200 y los 1,500 mm/año, presenta un clima cálido subhúmedo con abundantes lluvias con temperatura máxima de 38° C y mínima de 14° C en los meses de enero y febrero (CONAGUA). La vegetación predominante es selva mediana perennifolia y bosque de mangle en la porción este del sistema lagunar comenzando en ambos bordes de la Laguna de Bacalar (Hernández-Arana et al. 2015).

Este municipio es parte de la Península de Yucatán (PY), un sistema biofísico formado durante diversas eras geológicas: el Cretácico, el Holoceno, el Pleistoceno, el Plioceno (Rosado y Mayo 2002), de suma relevancia en el entendimiento de la hidrodinámica (flujo vertical y horizontal del agua), la geoquímica (la firma química en el agua), la conectividad hidrológica (la interrelación funcional y estructural de los elementos naturales y el agua, involucrados en el desarrollo del hombre y los demás seres vivos).

La PY forma parte de uno de los más grandes y excepcionales acuíferos del mundo, llamado “Acuífero transfronterizo Yucatán-Candelaria-Hondo” (UNESCO-OEA 2015) abarca los estados mexicanos de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Tabasco (Bauer-Gottwein et al. 2011) y parte de los países Guatemala y Belice.

El acuífero transfronterizo Yucatán-Candelaria-Río Hondo

Este acuífero tiene una superficie de 300,000 km², de ellos, solo 165,000 km² han emergido del mar (Ramos (PEMEX) 1973) sus límites de frontera se extienden al oeste en la planicie del Golfo de México, al este Mar Caribe, al sur la falla geológica llamada “El Arco de la Libertad” al sur de la meseta baja tectónica (INEGI 2002). Sus zonas de descarga suroeste forman -a razón de 1,650 m³/s- un afluente del Río Usumacinta y el Río Belice que lleva en promedio 155 m³/s de agua hasta el Mar Caribe (figura 1). El basamento varía en el sur y el norte: está formado por riolitas, fosforitas, cuarcitas, granito a profundidades entre los 3,219 y los 2,140 metros por debajo del nivel del mar (m.d.n.m.) (Ramos (PEMEX) 1973). Este basamento metamórfico de origen

pangéico continental se separa del Bloque Louisiana-Texas al momento de la apertura del Golfo de México hace 200 m.d.a (Beddows s/f).

En la era Cretácica y el Mioceno se formaron las zonas de topografía desde 50 a 350 msnm. En el Plioceno y Holoceno se constituyó la plataforma casi plana con altitudes de entre 30 y 0 msnm (Bauer-Gottwein et al. 2011). En general el componente geológico que predomina en este acuífero son las calizas, dolomitas y evaporitas, con un grosor de hasta 1,500 m (García et al. 1962).

La disolución cárstica³ propia de las calizas biogénicas aquí sedimentadas, forma cavernas y conductos conectados entre sí, incluida el sistema cuaternario más grande del mundo con más de 340 km de ríos subterráneos conectados (Kambesis and Coke 2018). A causa de la carstificación existen más de 8,000 cenotes que constituyen expresiones del acuífero (Beddows et al. 2008) y un sistema de fallas (figura 2) compuesto por los cuerpos de agua superficial como el Río Hondo y el sistema lagunar del sur de Quintana Roo, contiguo a la Bahía de Chetumal y formado por ocho lagunas que reciben descargas del acuífero mediante manantiales desde el oeste hasta Laguna Guerrero, sitio de donde el Manatí nada en las líneas de agua dulce venidas de dichos veneros (Ibarra, com pers. 2018); asimismo, este sistema lagunar contiene cenotes dentro de la Laguna Bacalar.

³ El proceso de carstificación consiste en que el ácido carbónico (H_2CO_3) -Dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) disuelve los Carbonatos de la matriz rocosa, induciendo la formación de diversas configuraciones del acuífero: cenotes, caletas, dolinas, canales de disolución cárstica o ríos subterráneos y fallas geológicas que dejan expuesta el agua subterránea (González et al.)

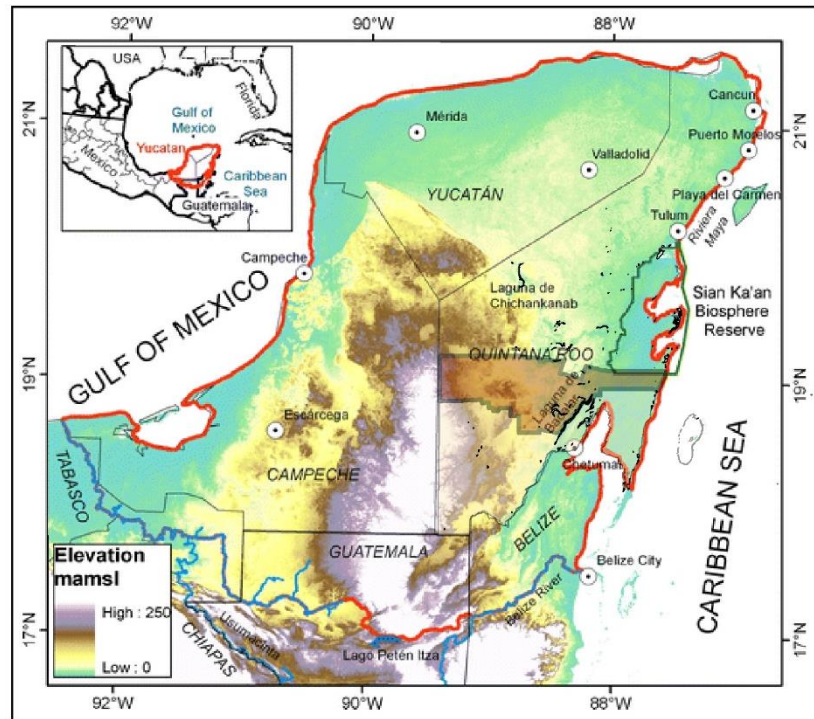


Figura 1. El municipio de Bacalar en el acuífero transfronterizo de la Península de Yucatán.

Fuente: adaptado de Bauer-Gottwein et al., 2011

Debido a la sedimentación biogénica, el suelo es altamente permeable, incluso se considera de doble permeabilidad como consecuencia de la circulación simultánea por microfisuras y por conductos (Fernández y Baquero 2006). Por ello no existen escorrentías superficiales perenes y la única fuente de agua dulce es de carácter subterráneo (Perry et al. 2009), aunque el agua de lluvia es de un elemento de uso potencial porque llueve tanto que es posible captar el agua para utilizarla, si se utilizara el agua de lluvia incluso se reduciría la posibilidad de salinización del agua dulce subterránea, se disminuirían inundaciones y contaminación. Si bien la doble permeabilidad del sistema kárstico es un hecho, este acuífero sufrió una modificación hidrogeológica hace 65 millones de años por el impacto del meteorito Chicxulub, cuya eyección proyectó material geológico arcilloso que funciona como sello, diferenciando zonas de menor permeabilidad que incluso han causado acuíferos perchados (con menor movimiento de agua) dentro del gran acuífero (figura 5) (Gondwe et al. 2010a).

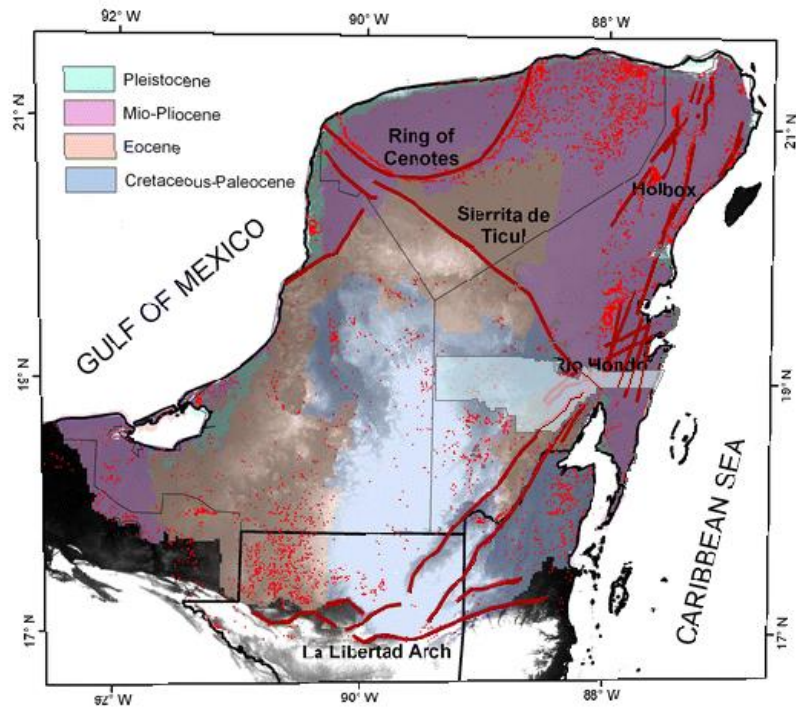


Figura 2. El municipio Bacalar en el Acuífero y el sistema de fallas geológicas.

Fuente: adaptado de Bauer-Gottwein et al., 2011

Fallas y cenotes

Entre el sistema de fallas en el acuífero (figura 2), uno de ellos llamado “el bloque de fallas del Río Hondo”, con dirección SE (Bauer-Gottwein et al. 2011) comienza en el Río Hondo y es compartida con la formación conocida como Laguna Bacalar. Este sistema de fallas forma los únicos cuerpos de agua superficiales al este y oeste de la Laguna de Bacalar y están intrínsecamente conectados entre sí (Hernández-Arana et al. 2015).

La Laguna Bacalar tiene 60 km de longitud y hasta 2 km de ancho. Fuera de ella, a 120 m al oeste de su parte media se encuentra el Cenote Azul, con 255 m de diámetro y explorado hasta 90 m de profundidad (González et al.). A 150 m al norte del Cenote Azul, se encuentra el Cenote Cocalitos, a 400 metros al norte está el Cenote Esmeralda con 520 m y a un 1 km al norte, enclavado en la zona urbana de Bacalar, está el Cenote Negro de 200 m de diámetro.

El municipio de Bacalar contiene en sí, las características de las tres eras geológicas –el Cretácico, el Mioceno y el Plioceno- (figura 3), cada una de las cuales incorpora condiciones particulares cuyo análisis posibilita entender el funcionamiento hidrológico, principalmente ponderando cuatro aspectos: la hidrodinámica, la geoquímica, la gravimetría y de forma emergente, la conectividad hidrológica.

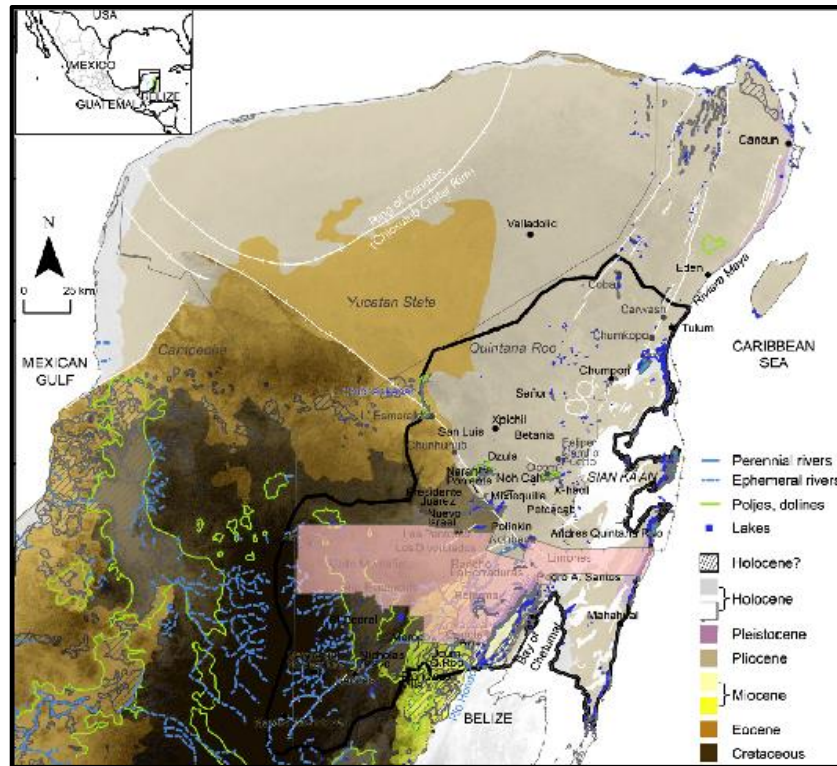


Figura 3. Eras geológicas diferenciadas en el municipio de Bacalar.

Fuente: adaptado de Gondwe et al 2010.

Hidrodinámica vs geoquímica

El agua subterránea constituye un agente geológico ingeniero del ambiente en una interacción que indica si los flujos de agua son regionales, intermedios o locales y conocer sus zonas de recarga, tránsito y descarga (figura 4) (Tóth 1999; Carrillo-Rivera et al. 2008). Esto es posible conocerlo con indicadores basados en la topografía, la calidad química (firma geoquímica) que el agua adquiere al desplazarse, la salinidad del suelo y manantiales, la temperatura del agua en la zona de descarga, el balance de carbonatos (HCO_3^-) sulfatos (SO_4^-) cloruros (Cl^-), así como la vegetación y variables fisicoquímicas clave (Tóth 1999).

El agua que contiene un mayor balance de HCO_3^- que de SO_4^- y Cl^- corresponde a flujos locales y de rápida permanencia en el acuífero (Sánchez et al. 2015). Conforme se transita a aguas sulfatadas se distinguen flujos intermedios de mediano recorrido y las aguas más cloruradas son indicadores de flujos que han viajado a mayor distancia y

profundidad (Carrillo-Rivera et al. 2008). No obstante, este análisis no es absoluto y la interpretación de esos indicadores no se hace de forma aislada sino que requiere ponderar diversos elementos. Así, el agua que presenta mayor balance de HCO_3^- al tiempo que es fría, baja en salinidad, alta en alcalinidad y se registra en topografías bajas sugiere con certeza procedencia de un flujo local (Tóth 1999).

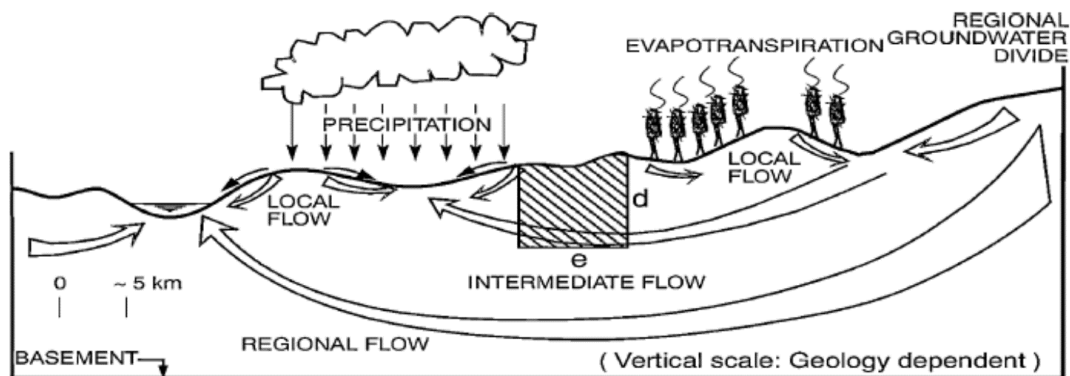


Figura 4. Esquema de jerarquía de flujos subterráneos.

Fuente: Tomado de Carrillo-Rivera et al., 2008.

Gondwe *et al.* (2010) definen que las mediciones hidráulicas del sistema muestran claras diferencias regionales que coinciden con el cambio de las tres eras geológicas (figura 3), tanto en temporada de lluvias como de secas. En el área del Plioceno, el nivel del manto freático ronda en los 3 m.s.n.m. con el contraste en el área del Cretácico que varía de 4 a 260 m.s.n.m. En esta zona Gondwe *et al.* (2010) identificaron que a pesar de su lejanía desde la costa el nivel del manto es cercano a la superficie (≤ 10 m) en algunos puntos como los acuíferos perchados (figura 5) en días de tormenta el nivel del manto crece entre 20 y 954 cm en contraste con la zona del Plioceno donde el nivel del agua apenas se elevó entre 0 y 5 cm.

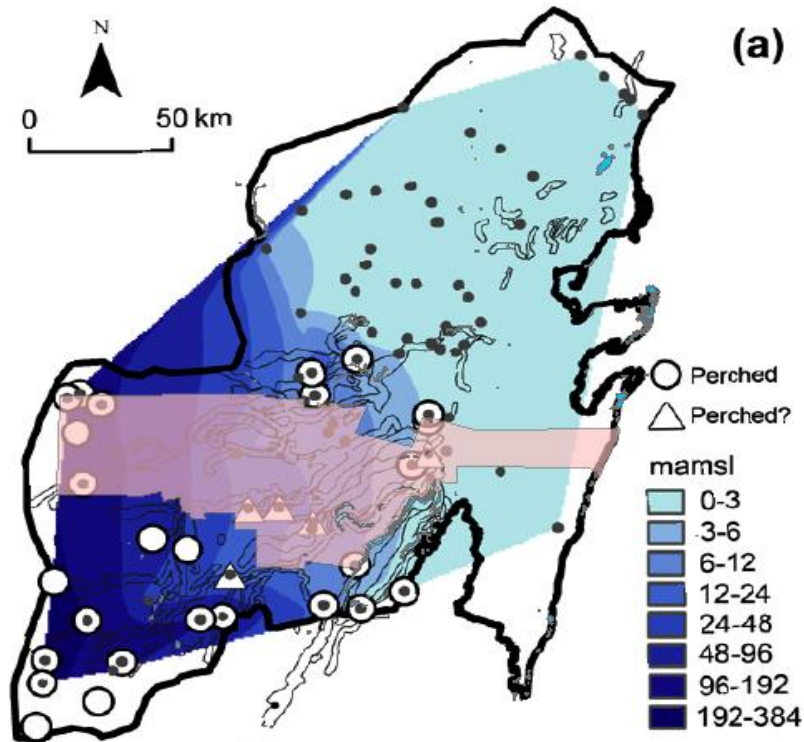
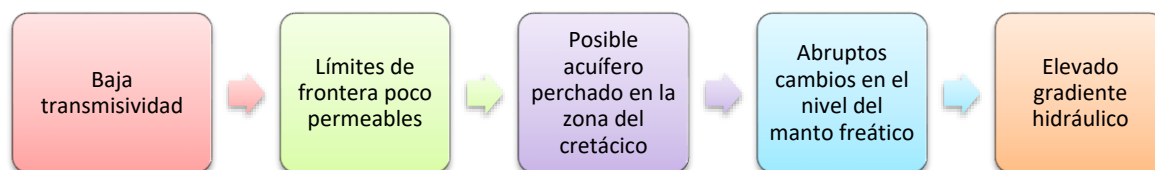


Figura 5. Acuíferos perchados identificados por Gondwe et al. 2010

El gradiente hidráulico también es un indicador del movimiento horizontal del agua en el subterráneo (esquema 1), pues si a pesar de una tormenta torrencial, el nivel del agua en el manto no se eleva notoriamente, posiblemente sea debido a que encuentra rápidas salidas laterales. En el área del Plioceno el movimiento del agua entre la roca (K)⁴ es de .3 m/s y en el área del Cretácico es mucho menor (sin dato específico), lo cual explica el alto gradiente hidráulico y la gran variación espacial en esta zona (Gondwe et al. 2010a).

⁴ Conductividad hidráulica, K , es la resistencia que el suelo ofrece al flujo del agua. Propiedad física relacionada con la disposición de las rocas no saturadas a transmitir agua por conductos capilares. Coeficiente de permeabilidad para flujo laminar mediante medio poroso no saturado. (González et al. 1986)



Esquema 1.- Relación características de los acuíferos, aplicado a la zona del Cretácico.

Fuente elaboración propia a partir de Gondwe et al 2010

En las zonas del área del Cretácico el gradiente hidráulico⁵ es de entre 10 y 190 cm/km significativamente más alto que los 3-7 cm/km registrados en la zona del Plioceno. La diferencia entre ambas zonas postula que el área del Cretácico no es la zona de completa recarga de influencia en la Laguna Bacalar y que la permeabilidad y transmisividad⁶ en el área del Plioceno son tan altas que confieren flujos locales a la laguna (Gondwe et al., 2010; Bauer-Gottwein et al., 2011). La geoquímica soporta esta aseveración: los resultados de los iones (Ca^{2+} : SO_4^{2-}), cuya distribución espacial se ajusta claramente a la zona del Cretácico, soporta predominancia de evaporitas (anhidrita y yeso (porosidad <2 %), también la tasa correlatoria $100 \cdot \text{SO}_4/\text{Cl}$ es mucho más alta que la firma de la presencia del agua salada, mostrando lejanía de la zona cretácica con el ambiente marino (Gondwe et al. 2010a). El cinturón que sí muestra esta tasa correlatoria baja, está en la zona geológica del Mioceno, confirmando diferencia con los sedimentos del Cretácico y similitud con la zona del Plioceno. Para lo anterior Gondwe et al (2010) plantean dos opciones: o ambos presentan límites de frontera diferentes o la zona del Mioceno está influenciada por agua de componentes geológicos más profundos como,

⁵ Gradiente hidráulico: vector gradiente de la función escalar de los niveles piezométricos; medida de la diferencia de alturas de nivel de aguas subterráneas entre dos puntos, dividida por la distancia que los separa en una dirección determinada (González et al. 1986)

⁶ Transmisividad: es una secuencia verticalmente anisotrópica en un sistema acuífero del caudal en m^3 por día de agua a la temperatura ambiente que fluye a través de una franja vertical de 1 metro de ancho por el espesor de la capa acuífera (González et al. 1986).

los de la falla que forma la Laguna de Bacalar asociada a cuatro cenotes con una profundidad mayor a 90 m. Estas conclusiones son respaldadas por Sánchez et al (2015).

El agua de firma geoquímica Ca-HCO_3 se distinguen por presentar bajas salinidades, cortos tiempos de recorrido y permanencia en el subsuelo (Sánchez et al. 2015), este tipo de agua se encontró a lo largo del sistema de fallas del Río Hondo, indicando zonas de recarga (Figura 6). En la mayoría de los sistemas kársticos es común la presencia de flujos con patrones de movimientos cortos en tiempo y distancia, por ello son los sistemas más vulnerables a la contaminación antropogénica debido a su rápida respuesta a un evento lluvioso y posteriormente el agua fluye incluso por un canal de disolución cárstica a grandes distancias (Luo et al., 2016).

Sánchez et al 2010 determinaron cuatro tipos de agua: cálcica-bicarbonatada (Ca-HCO_3) con predominancia de las calizas, mixta magnésica clorurada (Ca-Mg-Cl), en zonas con yesos intercalados con calizas, cálcica-sulfatada (Ca-SO_4), en las zonas altas con materiales evaporíticos (yeso y anhidrita) y, finalmente, sódica clorurada (Na-Cl) ubicada en porciones cercanas a la franja costera en donde la instrucción salina es importante.

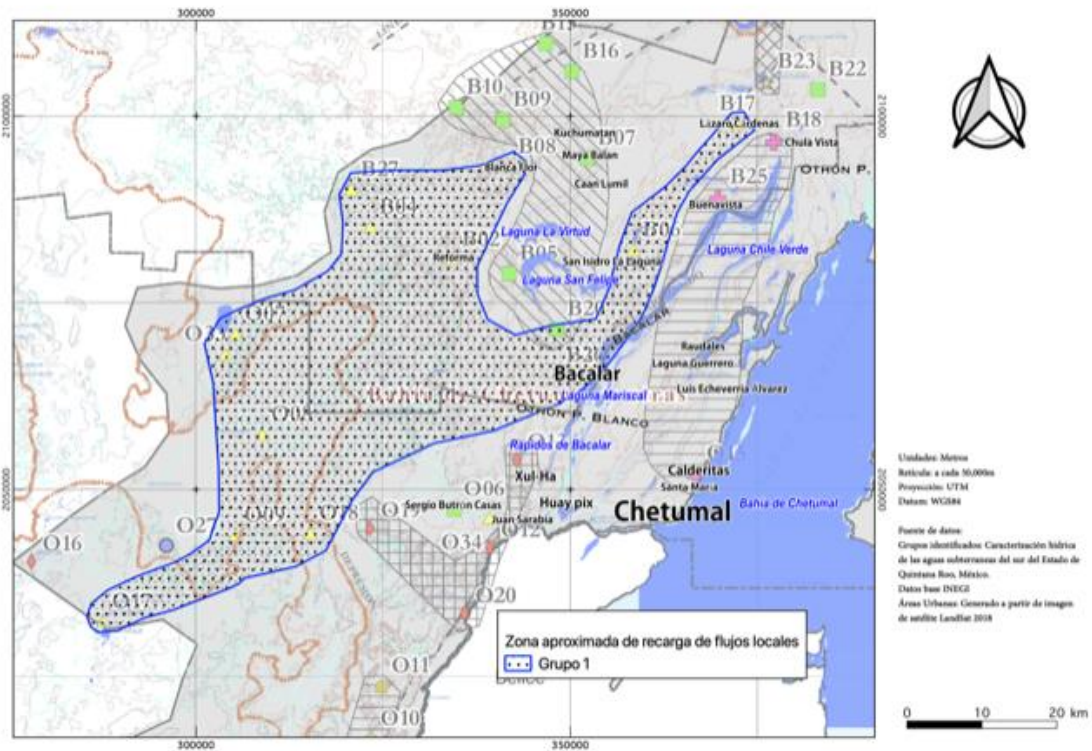


Figura 6. Ubicación de zona de recarga de flujo local (en azul) de rápida influencia en la Laguna Bacalar
Fuente: elaboración propia adaptado de Sánchez et al 2015

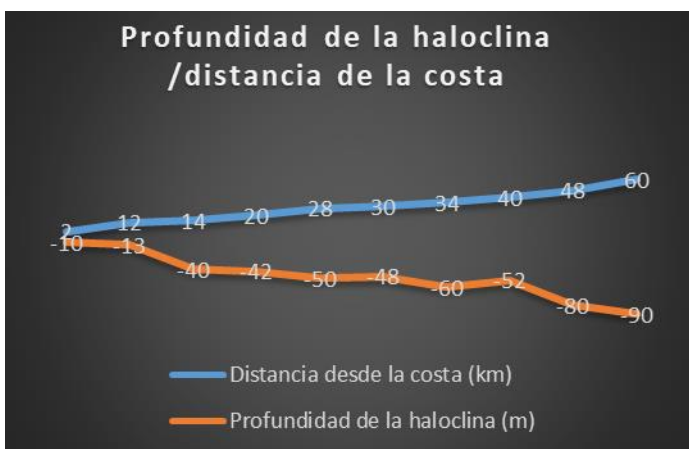
La figura 6 nos ofrece un pronto panorama de las primeras zonas que – mínimamente- habría que considerar de importancia para resguardar la conectividad funcional del flujo hidrológico. Se reitera que en la superficie y el subterráneo todo está conectado vertical y horizontalmente, por lo que la atención especial en las zonas de flujos locales (polígono azul, figura 6), no excenta a las zonas a su alrededor puedan ser desarrolladas sin los principios que aquí se concluye. El pH es alcalino, como es natural en el agua subterránea, oscila entre 6.7 y 7.8, la Conductividad Eléctrica es de 370 a 6540 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los sólidos totales disueltos oscilaron entre 317 y 5030 mg/L, la temperatura varió de 25 a 29° C (datos de la red piezométrica de CAPA y CONAGUA).

Intrusión salina

La intrusión salina significa la presencia de agua de mar (salada) en el continente. En la PY se interna lejos tierra adentro, el lente de agua dulce está restringido a entre 10 y 100 m (Bauer-Gottwein et al. 2011). Por ello es trascendental cuidar que el tiempo de bombeo para extracción de agua dulce sea sincronizado y primar el uso de agua de lluvia, ya que si se bombea intensivamente agua subterránea, se corre un alto riesgo de salinizar al agua dulce (INEGI 2002). Solo el 5 % de mezcla de agua dulce con salina su calidad se vuelve inadecuada para todos los usos (Fernández y Baquero 2006).

Profundidad de la haloclina

Por medio de la medición con un TEM (Medidor Electromagnético de Tiempo) se identificó el sitio donde de mezcla del agua dulce y la salada (haloclina) en la zona del Plioceno, la interacción de esta zona con el agua de mar fue re-comprobada además, por la tasa de relación Sr/Cl <10, así se comprueba la influencia del agua de mar en esta zona (Gondwe et al. 2010a). En la siguiente gráfica y tabla, se presenta la haloclina en función de la distancia desde la costa (tabla y grafica 1) y del nivel del manto freático (tabla 2):

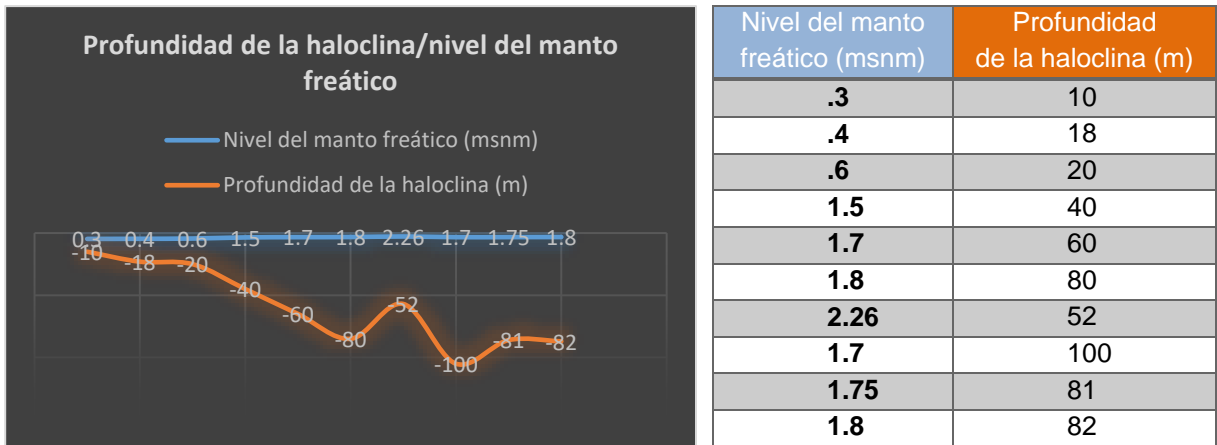


Distancia desde la costa (km)	Profundidad de la haloclina (m)
2	10
12	13
14	40
20	42
28	50
30	48
34	60
40	52
48	80
60	90

Gráfica 1 y tabla 1. Profundidad de la haloclina con respecto a la distancia desde la costa del Mar Caribe. La línea azul representa la distancia y la anaranjada, la profundidad de la haloclina.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Gondwe et al. 2010.

La gráfica 1 y tabla 1 muestran que, a mayor distancia desde la costa, la haloclina es más profunda. En la medida mínima el agua tomada a 2 km de la costa, el agua salada está a 10 m de profundidad, en la medida máxima a 60 km de distancia de la costa, la haloclina se encontró a 90 m de profundidad.



Gráfica 2 y tabla 2. Profundidad de la haloclina con respecto al nivel del manto freático, la línea azul representa el nivel del manto freático y la anaranjada la profundidad de la haloclina

Fuente: Elaboración propia con datos de Gondwe et al. 2010

La gráfica 2 y tabla 2 muestran la profundidad de la haloclina con respecto a la suave variación del nivel del manto freático. Donde el nivel del manto freático tiene .3 m.s.n.m, la haloclina alcanza los 10 m de profundidad. Al nivel del manto 1.8 m.s.n.m. la haloclina se presentó a menos 82 m de profundidad⁷.

En las áreas de la geología del Plioceno y el Mioceno los cenotes y algunas cavernas pueden romper con la homogeneidad, en este sentido, Perry *et al.* (2002) encontraron en el Cenote Azul una concentración inusualmente baja de Cl y, al bajar hasta 74 m de profundidad los buzos no han encontrado influencia marina. Al respecto Gondwe et al 2010 ofrece dos posibilidades: o la intrusión salina es muy profunda en esta

⁷ Estos datos son el resultado de 21 puntos de muestreo entre febrero 2007 y diciembre 2008. Constituyen un buen referente, sin embargo, los estudios sobre la haloclina requieren mayor conocimiento.

zona -400-3600 m debajo del agua dulce, lo cual el mismo autor pone en duda -o no existe intrusión salina en esta área. En zonas formadas en eras geológicas más antiguas todas las pruebas apuntan no parece haber intrusión salina porque son las más lejanas de la costa (Gondwe et al (2010).

Recarga y sitios de descarga del acuífero

Para la determinación de la recarga de agua al acuífero, se contempla el volumen de agua de lluvia, la evapotranspiración (ET), la infiltración y escurrimiento. Algunos autores, como Cervantes Martínez (2007) y Bauer-Gottwein *et al.* (2011) registran que la precipitación es mayor en la zona sur (1,500 mm/año) y menor en la zona norte (500 mm/año) de la PY. Inclusive es menor en la cara topográfica expuesta al Golfo de México (figura 7) desde la mayor altura de la zona del Cretácico hasta iniciar el estado de Tabasco, con gradientes de precipitación de seco hacia el noroeste (600 mm) y más húmedo hacia el sureste (1,400 mm). Las precipitaciones se presentan principalmente por los vientos alisos: los meses de sequía son enero-abril y una temporada intra-estival en julio-agosto debido al sobrecalentamiento del mar (Mardero et al. 2012).

Los mayores valores ET se encuentran en la Costa Maya en el Mar Caribe (mayo y agosto 1.42 – 5.74 mm/día, en 2004-2008), posiblemente porque el manto freático está muy cercano a las raíces de la vegetación. Conforme se avanza hacia el interior del continente la ET disminuye, en el municipio de Bacalar ya presenta valores entre 500 y 800 mm/día. La recarga de agua al sur del acuífero es de 0.56 ± 0.55 mm/día, es decir, el 23 % de la precipitación (Bauer-Gottwein et al., 2011), para el norte del acuífero Cervantes (2007) reporta que entre el 80-90 % del agua de lluvia se infiltra.

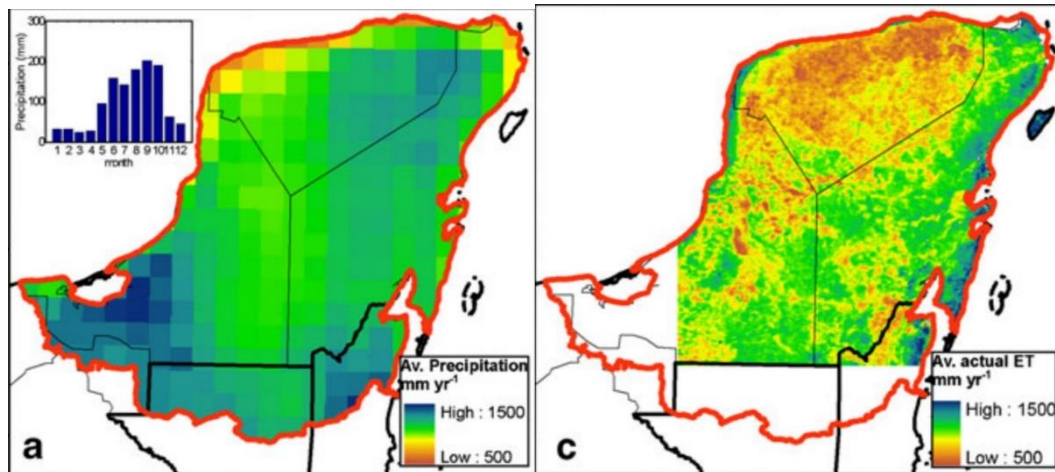


Figura 7 Imagen de precipitación (izq.) y evapotranspiración (der.) en la Península de Yucatán.

Fuente: adaptada de Bauer-Gottwein *et al.*, (2011)

Para la recarga al acuífero, el trinomio evapotranspiración, vegetación, precipitación pluvial, son elementos ambientales interdependientes (Kebede et al. 2017) que de ser alterados es posible disminuir la capacidad natural de provisión de agua. De por sí la tendencia apunta hacia la disminución de entre el 10 % y el 22 % de la precipitación anual con periodos intensos de sequía y problemas en las actividades productivas, la calidad de vida y la economía (Mardero et al. 2012).

Velocidad en la infiltración

“La infiltración es el proceso conectivo vertical en el cual el agua se desplaza por gravedad y capilaridad a través del suelo desde la superficie de la tierra aprovechando la presión positiva de las zonas de recarga queda retenida en ella o llega al acuífero” (Leal-Bautista 2014). Los elementos naturales interdependientes en el proceso de infiltración son el suelo, el agua y la vegetación, esto es importante tanto en materia de hidrodinámica como en el transporte de nutrientes y contaminantes de alta movilidad y persistencia, como los fertilizantes y los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP’s). Tal es el caso de los organofosforados y clorados como Atrazine y Simanzine que son significativamente móviles con alto potencial de lixiviación (GUS 3.4 y 3.34 respectivamente, según Leal-Bautista, 2014).

Patrones preferenciales de flujo

Mayormente, la influencia de la gravedad es determinante en los patrones de flujo de agua⁸. En la zona el flujo se da desde suroeste a noreste hacia la Laguna de Xul-Ha (A. Vargas & Hernández, 2015 y Leal-Bautista, 2014) y desde la zona Cretácica hasta la Pliocénica mientras que en el área del Plioceno va de oeste a este (Gondwe et al. 2010b) hasta la costa de la Laguna Bacalar donde se descarga tanto directa como difusamente (figura 8).

Como una contribución al conocimiento, además de la síntesis informativa aquí presentada, se procesó información de la Red Piezométrica del sur de Quintana Roo operada por el Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán (CONAGUA, 2007; CAPA, 2014; CCPY, 2015; CONAGUA, 2014) el cual consistió en el procesamiento de capas de información topográfica, piezométrica, potencial de Hidrógeno (pH), conductividad eléctrica y temperatura en el software Arc Map 10.1 y Surfer 11 con el objetivo conocer y comprobar la zona de influencia gravimétrica de la Laguna Bacalar (figuras 8).

⁸ Excepto en las zonas de descarga de agua subterránea donde esta busca liberarse de una condición de mayor presión en el subterráneo a una de menor presión en la superficie.

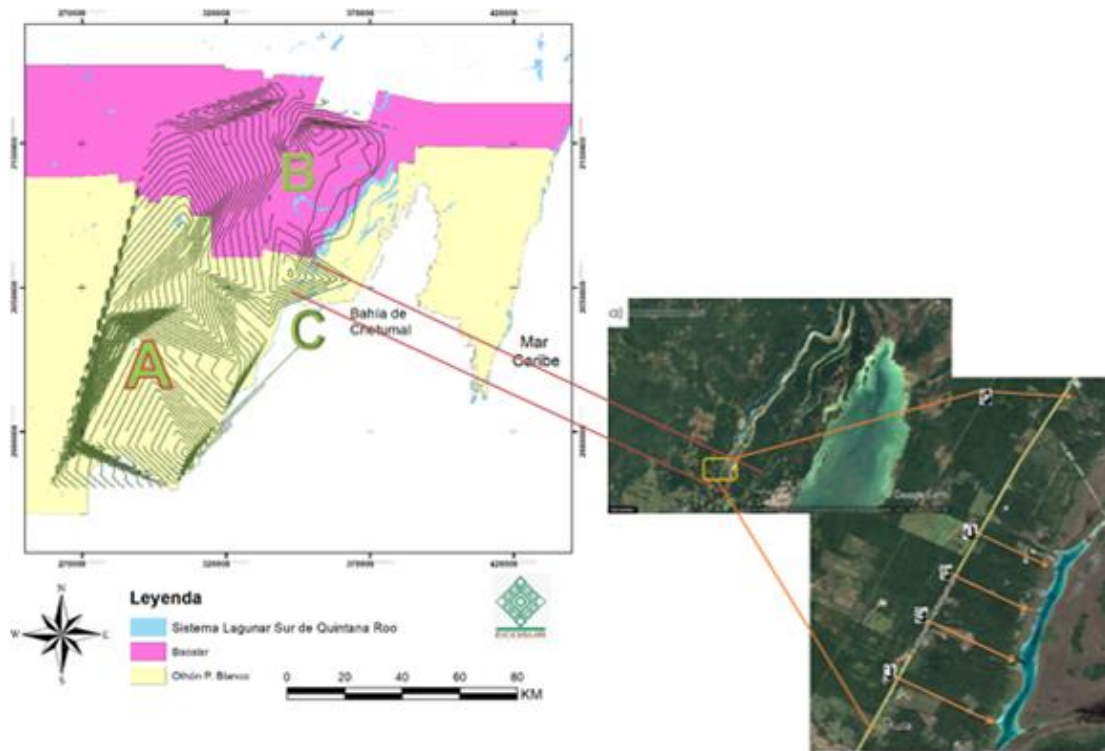


Figura 8. Patrones de flujo preferencial según topografía en la zona de influencia gravimétrica a la Laguna de Bacalar (izq.) y ríos subterráneos descargando del acuífero a la cintura de la laguna (der.)

La figura 8 (izq.) indica la zona de influencia gravimétrica, es decir la dirección en la que el agua se mueve por gravedad hacia a la Laguna de Bacalar. En ella es posible distinguir tres subunidades conectadas entre sí, A, B y C. La B es una unidad topográfica abierta con influencia directa del flujo continental hacia el sistema lagunar, en mayor medida por infiltración y en menor por escorrentía. En el sur se identifica un punto crítico, C, con una triple función: recibe los flujos del oeste y los del sur, además constituye por sí mismo una zona de recarga, incluso es coincidente con zonas de descarga franca de los ríos subterráneos y cualitativamente identificables en la cintura de la Laguna Bacalar (figura 8, der.). Allí se aprecian claramente (*in situ*) la presencia de la más grande y antigua (6790-9190 años) comunidad -a nivel internacional- de microbialitos fotosintéticos (5000-6200 mg cm⁻² day⁻¹) (Gischler et al. 2008; Centeno et al. 2012 y Stal, 2012).

La presencia de flujos locales de influencia en Bacalar es concluyente, principalmente en el polígono señalado en la figura 6. Sin embargo, las zonas fuera de dicho polígono también constituyen parte del sistema altamente permeable por lo que se puede aseverar que otra de las peculiaridades de este acuífero es que el agua se infiltra en mayor o menor medida en todo su territorio (figura 9), con esto queremos decir que, a excepción de las zonas de descarga, todo debe considerarse como superficie importante para la recarga al acuífero.

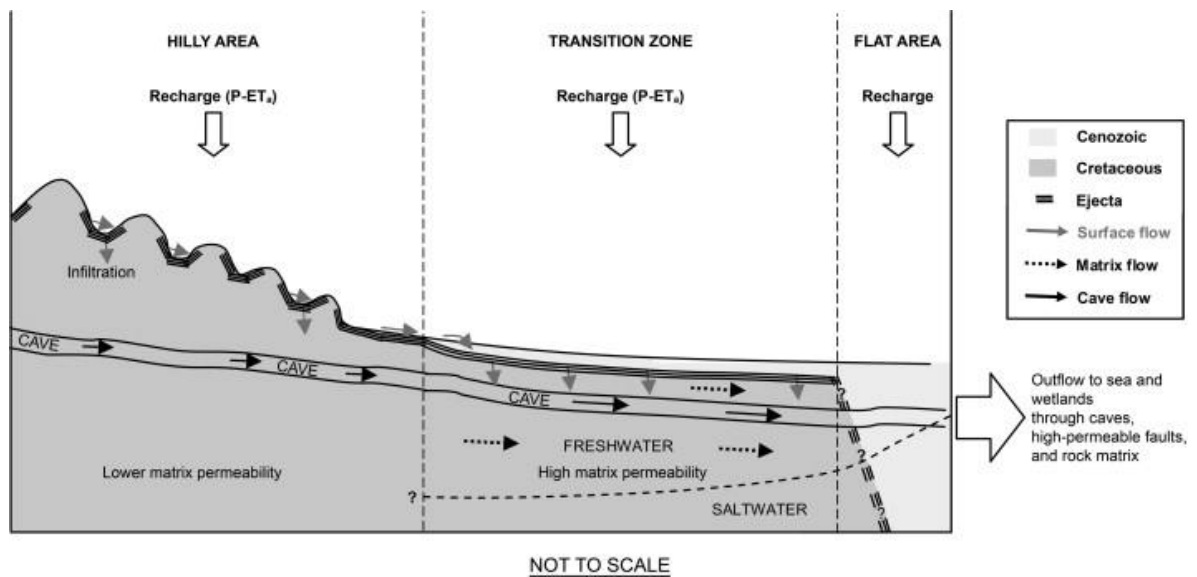


Figura 9 Modelo conceptual del flujo subterráneo en el sur de Quintana Roo
Fuente: tomado de Gondwe et al. 2010, comprobado por elaboración propia.

Conectividad (Interdependencia entre los elementos del ambiente).

El concepto de conectividad enfatiza la importancia de la interdependencia entre los elementos del ambiente como gobernadores del paisaje y su funcionamiento (Guzmán et al. 2016) (figura 10), formando un continuo que hace posible la existencia y desarrollo de los seres vivos (Fracz 2012) pues más allá de los puntos de conexión estructural, la conectividad funcional envuelve el resultado emergente de las relaciones bióticas y abióticas que incluyen al ser humano y su economía (Taylor et al. 1993).

Los microbialitos son interdependientes del pH, la conductividad eléctrica, los

carbonatos de calcio (CaCO_3) y las condiciones oligotróficas del agua (Gischler et al. 2008). La conexión química del agua y el componente geológico produce el gradiente de colores turquesa de la laguna, utilizados estos como un valioso spot para atraer a los turistas quienes dejan una importante derrama económica. Otros elementos naturales interdependientes en el sistema kárstico, son el suelo y la vegetación (Economía 2012) pues conectan el flujo del agua en la vertical (Vesper, Loop, & White, 2001; INEGI, 2002; Abraham & Agustín, 2015) (figura 10). Por ello los cambios en la cobertura forestal pueden tener un efecto negativo sobre las funciones ecológicas, incrementando el transporte de nutrientes y el arrastre de suelo, modifica la capacidad de infiltración al subsuelo, reduce la evapotranspiración, pues es la vegetación una de las principales conexiones entre los procesos meteorológicos e hidrológicos (figura 11) (Kauffer Michel 2005) se producen impactos con efectos sinérgicos que dificultan la existencia y desarrollo de los seres vivos, contaminación puntual y difusa, inundaciones, sequía, degradación de los atractivos turísticos, degradación de suelos productivos, se pone en riesgo la economía, el turismo, la capacidad productiva.

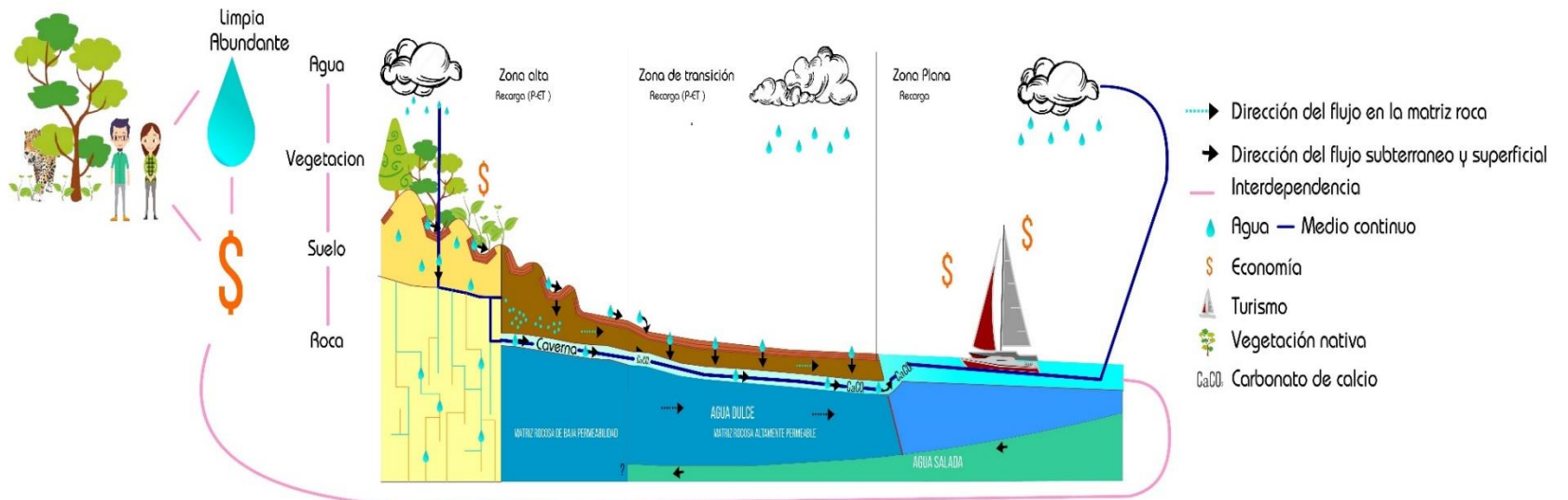


Figura 10. Modelo conceptual de conectividad e interdependencia en el sistema Kárstico.

Fuente: elaboración propia.

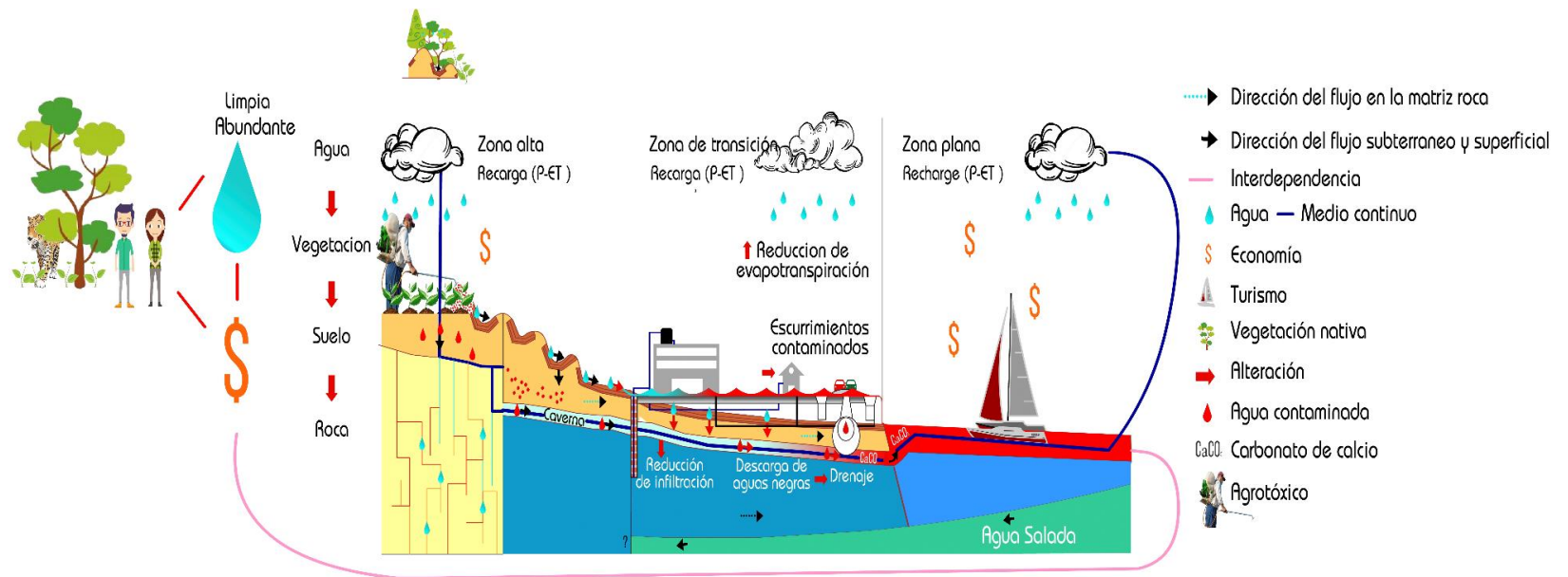


Figura 11. Modelo conceptual de la alternación de la conectividad e interdependencia en el sistema kárstico.

Fuente: elaboración propia.

Principios fundamentales para la consideración de la vocación natural y el resguardo del equilibrio ecológico.

El sistema kárstico presenta alto nivel de conectividad en la horizontal a través de fallas y canales de disolución cárstica, y en la vertical a través del conjunto suelo-vegetación-acuífero. De esa forma la interacción entre el ambiente y el flujo de agua ocurre simultáneamente, lo cual depende de la continuidad de la vegetación, el suelo y la matriz rocosa, toda actividad que rompa estructuralmente con dicha interacción o altere su función -principalmente la contaminación del agua, el uso de agroquímicos y procesos industriales no artesanales y comunitarios- es contraria a la vocación natural del territorio y puede provocar daños graves e irreversibles. Así, el agua atmosférica, superficial y subterránea muestra relaciones tan recíprocas con el territorio y el ser humano, que es imposible hablar del equilibrio de uno sin hacer referencia al otro; por ello toda la extensión de Quintana Roo reviste alta importancia para la recarga al acuífero y es imperante que la planificación territorial considere la vocación natural del sistema kárstico, con especial atención en las zonas de flujos locales (polígono azul, figura 5), pero sin dejar exentas las zonas a su alrededor que también deben ser manejadas conforme a los principios que aquí se concluyen.

Capítulo 2.

Ordenamiento territorial, agua subterránea y participación sociopolítica en Bacalar, Quintana Roo.

Ordenamiento territorial, agua subterránea y participación sociopolítica en Bacalar, Quintana Roo.

Land-use planning, groundwater and socio-political participation in Bacalar, Quintana Roo.

Artículo sometido a la revista Sociedad y Ambiente

Resumen

A partir de un estudio interdisciplinario sobre la participación sociopolítica en la formulación del ordenamiento ecológico territorial (POEL) de Bacalar analizamos las motivaciones y dificultades para considerar la vocación natural de un territorio cuya particularidad es el sistema kárstico. Para incluir dicha consideración, el equipo de investigación implementó una estrategia de Investigación Acción (IA) que consistió en elaborar un modelo de conectividad hidrogeológica y sumarse a las gestiones para la configuración de este instrumento de política pública. Desde un enfoque socioambiental, la investigación incluyó técnicas etnográficas como entrevistas, observación participante y diario de campo. Los resultados muestran que algunas de las representaciones territoriales de los actores son incompatibles con las características del sistema kárstico y plantean la necesidad de una política participativa orientada a la construcción de una visión común del territorio mediante procesos de socialización del conocimiento entre los actores y sectores involucrados. Entre las limitantes con la IA es que, a pesar de lograr la convergencia de sectores, se mantuvo la dinámica inercial que hasta ahora ha impedido la entrada en vigor del POEL en un espacio cada vez más demandado y en riesgo para el ecosistema y quienes lo habitan. **Palabras clave:** sistema kárstico, equilibrio ecológico, vocación natural, comunicación científica, política pública.

Abstract

We present an interdisciplinary study on socio-political participation in the formulation of Bacalar's Land management and Territorial Ordering Plans (POEL). We analyze the motivations and difficulties to consider the natural vocation of a territory whose particularity is a karstic system. To include this consideration, based on strategy of Research Action to the research team elaborate a model of hydrogeological connectivity in order to participate in the configuration of the land management policy instrument. From a socio-environmental approach, the research included ethnographic techniques such as interviews, participant observation and field notes. Our results show that some of the territorial representations of the actors are incompatible with the characteristics of the karst system and raise the need for a participatory policy aimed at building a common vision of the territory through processes of socialization of knowledge among the actors and sectors involved. Among the limitations of Action Research is that, in spite of achieving convergence of sectors, the inertial dynamic was maintained that so far has not allowed the formal start of the Land management instrument, which renders both the ecosystem and its inhabitants vulnerable. **Key word:** karst system, natural vocation, ecological balance, scientific communication, public politics.

Introducción

En el estado de Quintana Roo, México, la roca madre es de formación kárstica; la principal propiedad de este tipo de suelo es ser soluble y muy permeable al paso del agua por lo que el llamado sistema kárstico presenta una configuración singular que requiere ser especialmente considerada en el ordenamiento territorial para su preservación y capacidad de sostener la vida.

Los municipios del sur de este estado, Bacalar y Othón P. Blanco (OPB), contienen ecosistemas altamente influyentes para las condiciones de la Laguna de Bacalar que depende de la conexión natural entre vegetación, suelo y agua subterránea y superficial. La conectividad de estos elementos los hace altamente interdependientes en estructura y función (requieren estar juntos el uno del otro para poder cumplir su rol ecológico). Asimismo, esta conectividad

configura cierto equilibrio ecológico, entendido como los elementos que permiten la existencia de los seres vivos (humanos y no humanos) y se denomina vocación natural a la capacidad del ecosistema para sostener actividades sin alterar dicho equilibrio (DOF 2017, art. 3ª).

Esta noción de conectividad refiere a la interacción entre los elementos estructurales y funcionales de los ecosistemas y proviene de las ciencias naturales. Sin embargo, la misma puede ser de utilidad para pensar las distintas relaciones naturaleza –sociedad (locales/globales) y ordenar territorialmente un espacio frágil como el de la Laguna de Bacalar. Tomemos un ejemplo en la forma en que se ha construido este territorio en los últimos años: el patrimonio natural y cultural de la zona constituyen una atracción turística que se plasmó entre 2016 y 2017 con la generación de 8,726 millones de dólares. Sin embargo, dado que el crecimiento turístico (y su respectiva provisión de servicios de apoyo) opera sin regulación territorial los efectos de esta actividad se van interconectando de manera negativa para el equilibrio ecológico y socioeconómico. Debido a la intervención del mercado inmobiliario y a la especulación, los propietarios están vendiendo sus tierras fragmentadas en muchos lotes para la construcción, por ejemplo, de cuartos de hotel, cuyo número ha crecido 660 % en diez años; el 90 % de dicho crecimiento se dio entre 2017 y 2018 (SEDETUR, 2018) en el centro urbano de este declarado Pueblo Mágico⁹. Lo anterior genera una serie de alteraciones, entre las que se destaca la reducción de bosques de mangle y selvas

Adicionalmente, la forma de construcción en las ciudades, a base de asfalto y cemento impermeabiliza el suelo e impide la conexión con el agua subterránea, produce inundaciones, genera ríos urbanos contaminados por aceites o el rebose del drenaje de agua negra, así como el arrastre de residuos (Graniel et al. 1999). Las soluciones para la contaminación del agua distan de ser completas pues el sistema de conducción de agua residual solo cubre el 18 % de las viviendas del centro urbano de Bacalar y la planta de tratamiento, diseñada para 42 litros por segundo, solo recibe dos (ASEQRoo 2019). Las cremas de protección solar y repelentes de los bañistas también contaminan el agua (SEDETUR, 2017) y todos los daños en su calidad afectan a los microbialitos, que son los organismos fotosintéticos más antiguos cuya población es aquí más abundante que en cualquier otra laguna del mundo (Gischler et al. 2011; Centeno

⁹ Pueblo Mágico es una etiqueta de promoción turística que el gobierno federal brinda a localidades con tradiciones, cultura, historia, arquitectura original.

et al. 2012). A todo lo anterior se le suma el uso de agroquímicos en la agricultura (Vargas 2015; Vargas 2017), que contaminan el agua, el suelo, los ríos subterráneos y con ellos la laguna.

México, como otros países, cuenta con instrumentos para inducir el uso del suelo en procura de la protección del ambiente. Uno de ellos es el Ordenamiento Territorial (OT) (con visión de desarrollo económico y urbano, pero sin lo ecológico), y otro es el Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) que se aplica a 4 escalas espaciales y ámbitos de competencia gubernamental: marino y general (ambos de competencia federal), regional y local que caen en la competencia de los gobiernos estatales. En agosto de 2018 el congreso del estado de Quintana Roo reformó la ley de asentamientos humanos y ordenamiento territorial fusionando el OET y el OT con la aparente intención de alinear la política pública urbana-ambiental y encaminarla al equilibrio ecológico. Para lograrlo, el gobierno debe coordinarse con los sectores sociales (DOF 2017, Art. 3ª frac. XIV; POE 2001, art. 15; POE 2001, art. 1,3,7,8) y facilitar la participación (derecho y deber social) proveyendo información veraz y activando la concertación dentro de estructuras institucionales y ciudadanas, como observatorios, consejos participativos etc. (POE 2001, Art. 19, 20, 10, frac. XX). Para la formulación de los Programas de OET local, denominados Programas de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) se crea un Comité integrado por un órgano ejecutivo y uno técnico. El órgano ejecutivo está encargado de las acciones administrativas, económicas y legislativas y el órgano técnico de la realización de estudios y análisis técnico de los elementos que conforman el programa (POE 2001, Art. 70 frac. I y II).

La elaboración del POEL de Bacalar comenzó en 2012, un año después de la conformación del municipio, con la firma del convenio entre los tres niveles de gobierno¹⁰ y un contrato –por licitación– para la elaboración del programa firmado con una empresa de acrónimo INSECAMI. Al final de la administración municipal 2013-2016 el POEL ya estaba concluido, pero el Comité no sesionó entre febrero 2015 y julio 2017. Al cambio de la administración estatal la versión preliminar del POEL fue entregada a la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) y presentada en el Comité; en ese momento, investigadores de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) advirtieron que el instrumento no reconocía la característica

¹⁰ Gobierno federal - la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-, estatal - Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del estado de Quintana Roo (SEMA) y el municipal -Ayuntamiento de Bacalar-.

fundamental del territorio y, por lo tanto, no facilitaría un desarrollo congruente con la vocación natural y el equilibrio ecológico.

El retraso en su formulación y aprobación y la baja calidad en la información muestran serias dificultades para el logro de la intención del POEL y hacen presumir intereses que evitan su adecuada confección y concreción. Aun habiendo información técnico-científica y un discurso generalizado hacia el cuidado de la naturaleza en Bacalar ¿cómo explicar esta gravísima y llamativa falta de consideración? El problema posiblemente se debe a un fenómeno que se repite mundialmente: el agua subterránea ha sido invisibilizada socialmente; “no se ve” y la forma en que opera el sistema socioeconómico contribuye a desconocer cómo se nutre y opera en el ciclo hidrológico (Kuri y Carrillo, 2018).

Esta investigación inició preguntándose sobre las características del proceso de formulación del POEL en cuanto a su construcción participativa y los factores vinculados a la omisión mencionada. En este artículo analizamos los mecanismos de participación en la fase de formulación del POEL, mostrando las tensiones y motivaciones individuales y colectivas para considerar la vocación natural del territorio. Partimos de la tesis de que mediante adecuados procesos de vinculación entre los distintos sectores y actores sociales la participación podría ofrecer una oportunidad para introducir en la planificación las características del territorio que ordena, es decir, el sistema kárstico de influencia en la Laguna de Bacalar.

Marco teórico

Para el análisis de la política de ordenamiento territorial retomamos el enfoque cognitivo no positivista centrado en la etapa germinal de las políticas públicas. Desde este enfoque, las políticas son visiones del mundo que, al mismo tiempo, construyen representaciones y significados que alientan la acción social y gubernamental (Sabatier 1993; Braun 2005; Puello-Socarrás 2007). Congruente con esta visión, recuperamos la propuesta de Raffestein (2011) quien plantea que el territorio es un constructo humano que incluye el espacio físico geográfico un imaginario que se materializa individual y colectivamente mediante la expropiación y valorización.

Las actividades de expropiación y valorización territorial pueden ser clasificadas como instrumentales o como simbólico-expresivas (Giménez 2007). Lo instrumental se vincula con actitudes que se relacionan con el espacio como un objeto a utilizar para la mera satisfacción individual por lo que suelen omitir el carácter finito y delicado de la naturaleza y realizan actividades sin cuidado del equilibrio ecológico. La visión simbólico-expresiva se conecta con prácticas de mayor cuidado al entorno porque las concibe e internaliza como soporte de acciones culturales e identitarias. En nuestro trabajo, recuperamos estas distinciones en el análisis de la visión de los actores que participan en la construcción del programa; consideramos que es más difícil que se incluya en él la vocación natural del territorio a partir de una visión instrumental.

Al mismo tiempo, distinguimos la participación sociopolítica según sea institucional, es decir, desarrollada a partir de los parámetros dados por las estructuras gubernamentales (Cohen y Arato 2001) o no institucional conformada por las interacciones cotidianas entre personas y organizaciones de la sociedad civil. Según Cunill (1991) es necesario tener cuidado de que las plataformas institucionalizadas no sean espacios de simulación, pues participar no es solo opinar. Debe lograrse la mediación efectiva y responder a las expectativas de las personas, sin que prime el interés individual, el objetivo es llegar a acuerdos basados en información científica y técnica con visión en el bien común. Para la verificación del grado de simulación o participación real en el Comité del POEL, nos apoyamos en Brager y Specht (1973) y la Asociación Internacional para la Participación Pública (IAP2) con su definición de niveles de involucramiento social. Dependiendo del modo de construcción de un instrumento de política pública, estos niveles van desde una participación nula (cuando las personas solo son convocadas para ser informadas), hasta el empoderamiento (cuando la sociedad adquiere la capacidad de dirigir la toma de decisiones e incluso de llevar a cabo procesos completos por sí mismos).

Método

Área de estudio

Bacalar es un municipio de 7,161.5 km² ubicado al sureste de la Península de Yucatán, al sur del estado de Quintana Roo donde se encuentra la Laguna de Bacalar, compartida en su

eje longitudinal con el municipio de Othón P. Blanco (OPB). Las principales localidades en el litoral oeste de la laguna son el centro urbano de Bacalar (39,111 hab.), Buenavista (872 hab.) y Pedro Antonio Santos (497 hab.), además de Xul-Ha (2,037 hab.) en OPB (INEGI 2016), mientras que sobre el resto del territorio se extienden pequeñas rancherías y poblados de menos de 100 habitantes. La tierra se divide en múltiples parcelas cuya tenencia opera bajo el régimen de propiedad privada o ejidal; la propiedad social se distribuye en 57 ejidos, los más distantes del centro urbano, Miguel Alemán -situado hacia el oeste a 108 km- y Vallehermoso – 86 km hacia el norte. La cobertura de comunicaciones como internet y teléfono es aún pobre y la mayoría de los caminos son rurales (en brecha). La población económicamente activa (PEA) representa el 33.3 % de la población total 45.9 % en el sector primario en el campo y 31.3 % en el sector terciario (servicios), que comprende el turismo concentrado en el centro urbano de Bacalar (INEGI 2017).

La laguna y el municipio de Bacalar forman parte del extenso acuífero kárstico de la Península de Yucatán (Bauer-Gottwein et al. 2011) que llega hasta Guatemala y Belice, por lo que se le llama “Acuífero transfronterizo Yucatán-Candelaria-Hondo” (UNESCO-OEA 2015) (figura 1). En este acuífero se ha registrado uno de los sistemas de ríos subterráneos más grande y significativo del mundo, Sac Actun, al suroeste de Tulum, caracterizado por 336 km de cavernas horizontales y conductos, producto de la carstificación¹¹, formados por fracturas a las que se puede acceder a través de cenotes (Kambesis 2016). Las estructuras hidrogeológicas que conforman al acuífero interconectan a la laguna de Bacalar con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an al norte, el río Hondo al sur, el sistema de lagunas al oeste, y la Bahía de Chetumal al este, a través de la cual el sistema interacciona con el Mar Caribe (figura 1) (Hernández-Arana et al. 2015).

¹¹ Acción que forma cenotes, cavernas y oquedades a partir de la disolución del suelo calcáreo ante la presencia de agua combinada con dióxido de carbono (Fernández et al. 2006)

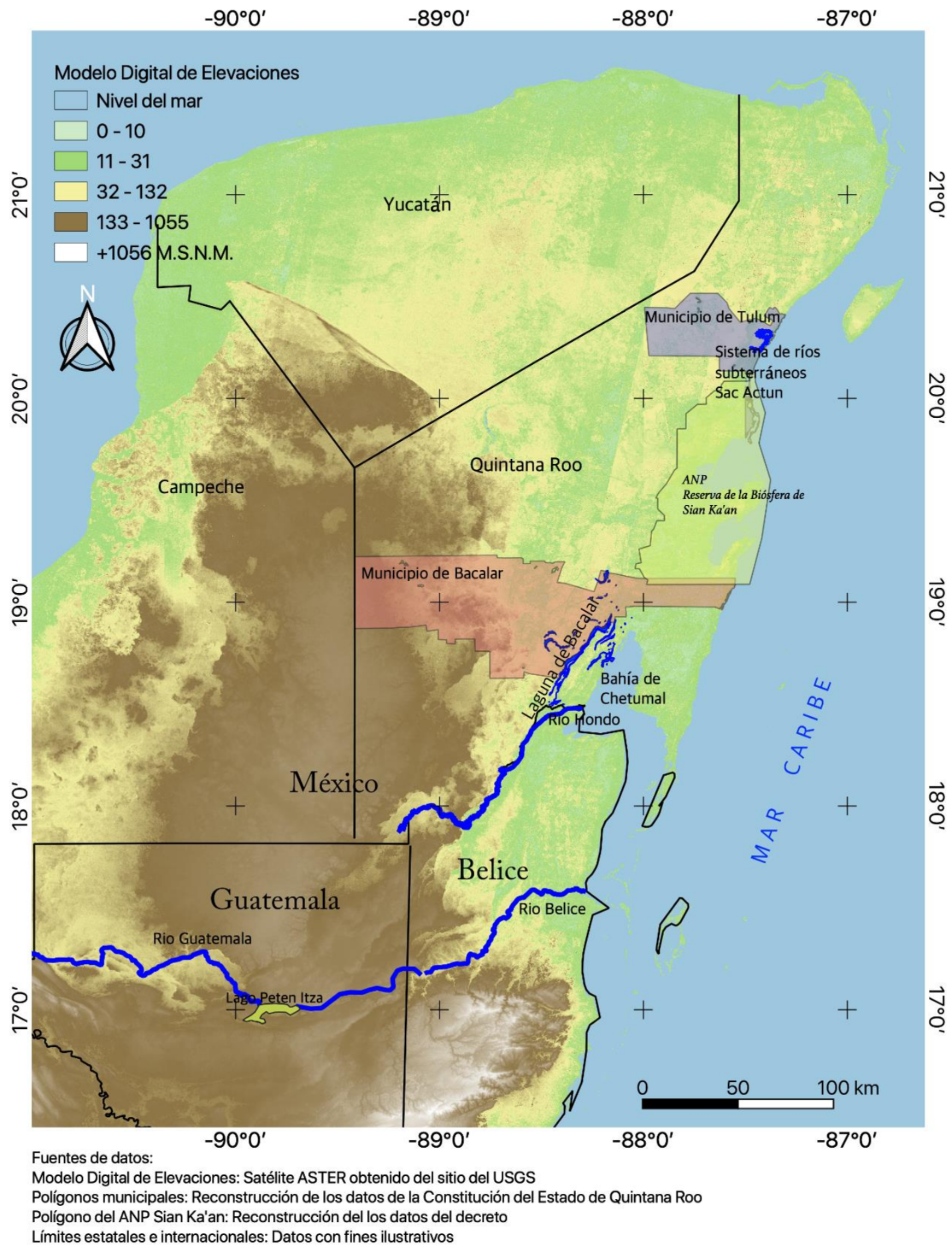


Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de bacalar en el sistema kárstico del acuífero de la Península de Yucatán Quintana Roo.

Fuente: elaboración propia et al. 2011 e INEGI.

Estrategias de producción y análisis de datos

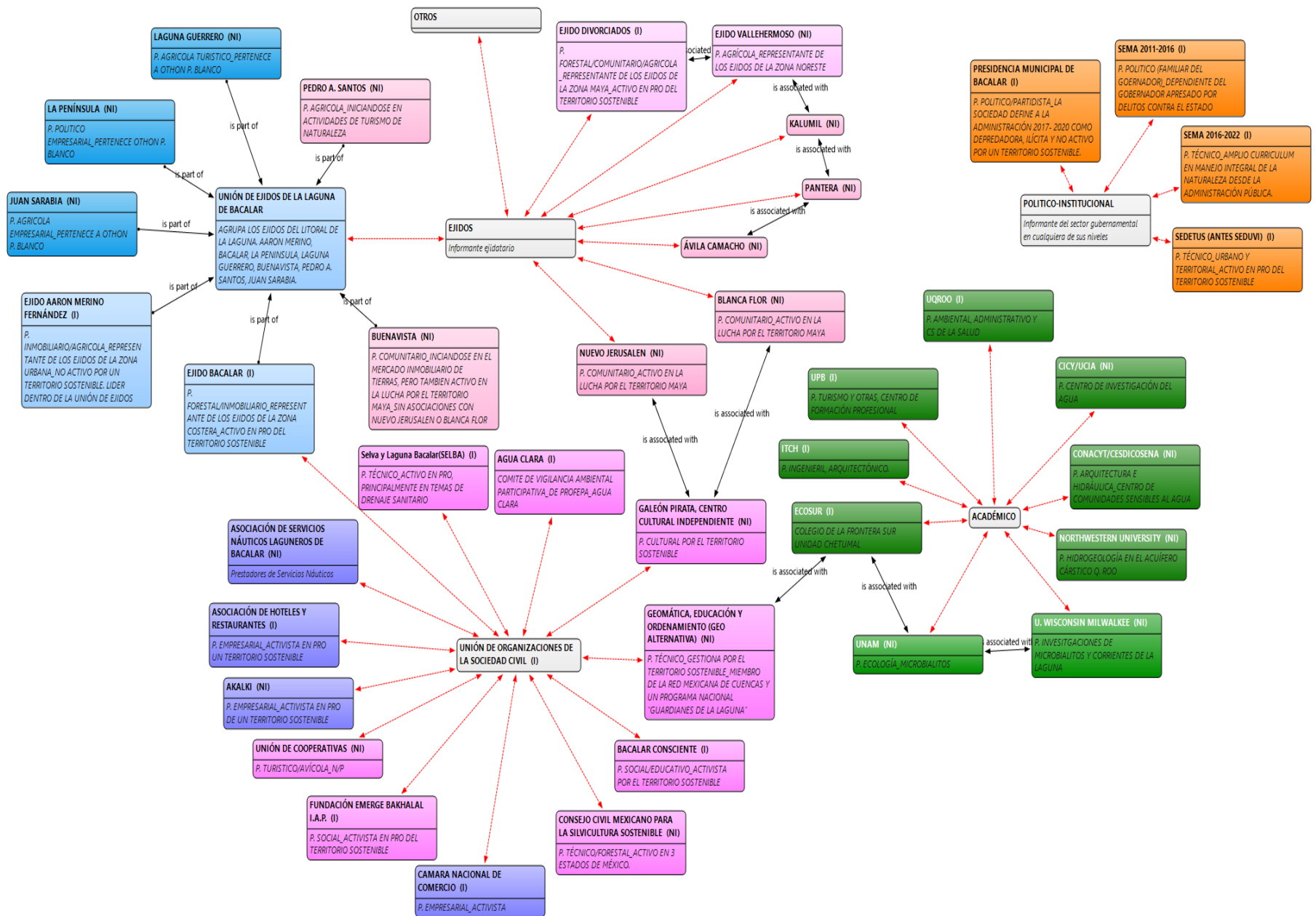
Desde una perspectiva socioambiental que considera aspectos naturales y sociales (Iñiguez 1996), este artículo resulta de una estrategia de Investigación-Acción (IA) (Martínez 2000): al tiempo que se investiga, los investigadores procuran in situ hacer un aporte a la solución de un problema durante un periodo de tiempo. La unidad de análisis fue la comunicación y participación del gobierno, academia y distintos actores de sociedad civil en la fase de formulación del POEL entre noviembre 2017 y octubre 2018. Mediante distintas técnicas (tabla 2) se colaboró para aliviar las tensiones que dificultan la consideración de la vocación natural del sistema kárstico en el ordenamiento del territorio de Bacalar.

Para la investigación y la inmersión de la academia en la dinámica sociopolítica, Silvana participó en reuniones institucionales y no institucionales, talleres y pláticas informales, con registros de lo observado en su diario de campo (Kawulich 2005). Analizó el archivo minutarario histórico del Comité de ordenamiento, aplicó nueve entrevistas semiestructuradas y una grupal de tipo abierta (tabla 1). Las variables de observación fueron el vínculo entre actores y sectores y su visión del territorio (Giménez 2007), el nivel de participación que las instituciones logran fomentar, la utilidad del conocimiento científico en la dinámica de política pública, especialmente en materia de agua subterránea y su funcionamiento. Las categorías de análisis (tabla 3) con el método deductivo-inductivo conforme la evolución del estudio (Mejía Navarrete 2011). El fomento de la participación institucional se analizó conforme al *continuum* de participación de Brager y Specht (1973) y al espectro de participación de la Asociación Internacional para la Participación Pública (IAP2). Los datos de campo fueron procesados con el programa Atlas Ti 7.5 y se elaboró un sociograma (gráfica 1) (Cohen y Arato, 2001; GIZ 2015).

Tabla 1. Informantes entrevistados

Institución integrante del Comité del POEL	Sector
Canaco Bacalar	Social-ONG
Ejido Bacalar	Social-ejidal
Secretario de SEDUMA Yucatán	Gobierno
Secretario de SEMA Quintana Roo	Gobierno
Dirección de Ordenamiento de la SEMA	Gobierno
ONG	Social-ONG
Ejido Aarón Merino Fernández	Social-ejidal
Ex presidencia municipal Bacalar	Gobierno
Ejido Valle Hermoso (colectiva)	Social-ejidal
Entrevista grupal para elaboración del sociograma	
Asociación de Hoteles y Restaurantes	Social-empresarial
2 ONG de la Unión de Organizaciones de la Sociedad Civil	Social-ONG

Fuente: elaboración propia en 2018, con base en los datos recolectados en campo.



Gráfica 1. Sociograma de actores y sectores con mayor participación identificada en torno al POEL.

Fuente: elaboración propia en 2018 con base en entrevista grupal y datos de campo. **I** = Institucional, pertenece al comité del POEL. **NI** = No Institucional, no pertenece al Comité, pero se le identifica en la participación en torno al POEL.

Color	Sector	Descripción
	Gobierno	Los actores pertenecientes a una institución gubernamental
	Académico	Los actores que pertenecen a una institución de enseñanza o investigación.
	Sociedad Civil	Colegios con perfiles académicos
		Sociedad civil organizada: ejidos, cooperativas, asociaciones civiles etc.
		Empresas
		Ejidos con perfiles empresariales

La estrategia de incidencia consistió en organizar, en conjunto con las organizaciones Agua Clara y Geo, un taller de construcción participativa intersectorial para efectivizar la aplicación del conocimiento científico en el POEL, seguido de un seminario sobre Planificación Territorial Sensible al Agua, junto con la Asociación de Hoteles y Restaurantes de Bacalar, el Ayuntamiento de Bacalar, CAPA, SEMA y el Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sostenibles del CONACYT. En la víspera del taller, se generó una alianza con el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) y se diseñó un modelo de conectividad basado en la definición de equilibrio ecológico y vocación natural (figura 2) (DOF 2017, art. 3ª Fracción XIV; POE 2001, Art. 15). Con dicho modelo como insumo, actores académicos, de gobierno y algunos de sociedad civil enriquecimos los criterios de regulación ecológica de la versión del POEL y con la participación del Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) verificamos su viabilidad legal. Se analizaron los 14 documentos encontrados sobre el karst en la Península de Yucatán producidos entre 1973 y 2015 y la información de la red piezométrica del estado brindada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) (CONAGUA-CAPA, 2007; 2014; 2015). Estos elementos sirvieron para demostrar y representar con el modelo (ver figura 2) la conectividad e interdependencia entre la vegetación, el suelo, la matriz rocosa, los seres vivos, el dinero y el agua y establecer que toda actividad que altere dicha interdependencia estructural y la función que desarrolla para la vida es contraria a la vocación natural y puede provocar graves

desequilibrios.

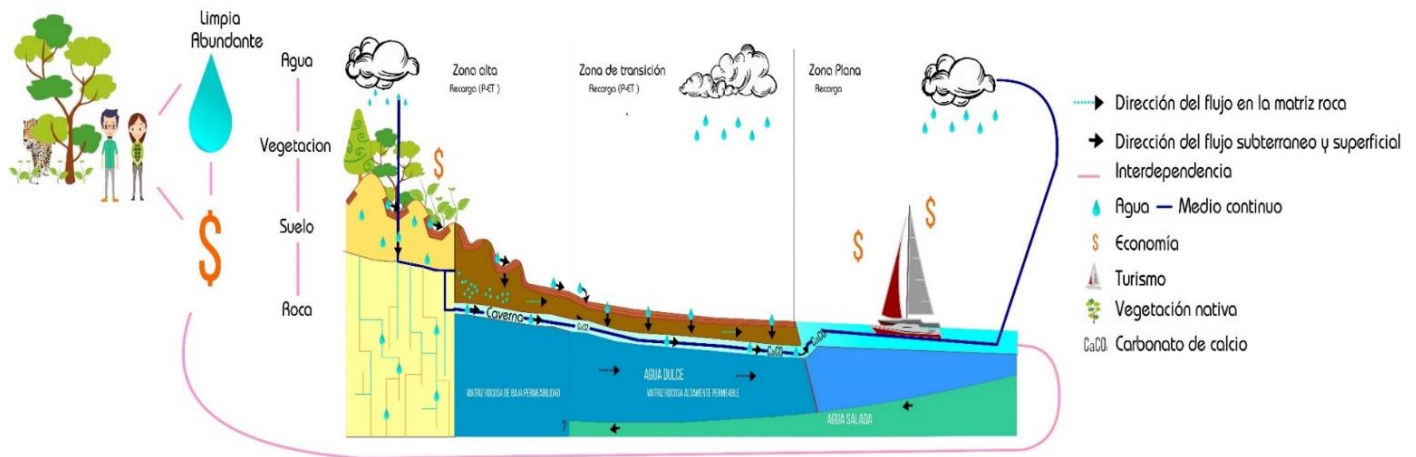


Figura 2. Modelo conceptual de conectividad e interdependencia de los elementos naturales del sistema kárstico

Fuente: elaboración propia en 2018.

Tabla 2. Relación de herramientas y categorías deductivas de análisis

Herramienta	Categorías de análisis
-Observación cotidiana. -Asistencia a reuniones y talleres. -Pláticas informales. -Revisión minutaría de reuniones del POEL.	-Nivel de fomento al involucramiento social en la participación institucionalizada. -Vinculación intersectorial e interactoral con el POEL y acción colaborativa. -Utilidad del conocimiento científico. -Visión del territorio.
-Aplicación de entrevistas.	
-Taller participativo intersectorial y seminario. -Presentación del modelo conceptual en otros espacios. -Enriquecimiento a la versión del POEL y el PDU. -Mesas de trabajo. -Verificación de la factibilidad legal de los productos del taller. -Alianzas entre sectores. -Reuniones de concertación con funcionarios públicos de CAPA, SEMA, SEDETUR, SEDETUS, SINTRA, CONAGUA, entre otros.	
-Análisis del funcionamiento hidrogeológico.	-Utilidad del conocimiento científico.

<p>-Material audiovisual del funcionamiento conectivo del sistema kárstico¹² y del taller realizado en ECOSUR¹³</p> <p>-Difusión en redes sociales y prensa.</p> <p>-Presentación en el Congreso Internacional de Lagos en Japón.</p>	
---	--

Fuente: elaboración propia en 2018, con base en el diseño de la Investigación-acción.

Resultados y discusión

El proceso de ordenamiento territorial se compone de seis fases: a) formulación (convenio, comité y programa), b) expedición del programa (consulta pública y publicación oficial), c) ejecución, d) evaluación y e) modificación (SEMARNAT 2006). En esta sección se presentan los resultados del análisis de la participación interactoral e intersectorial en la fase de formulación.

Visión del territorio y vinculación intersectorial e interactoral.

Durante la observación identificamos que el proceso de construcción del POEL ha sido motivo de una intermitente actividad técnica y política en la que hasta 2016 prevaleció un diagnóstico erróneo y un trato del territorio inspirado por una visión instrumental generalizada, caracterizada por el uso de los elementos naturales en formas contrarias al equilibrio ecológico. Esta visión se vincula a dos cuestiones: por una parte, el desarrollo del norte de Quintana Roo como destino turístico produjo un generalizado anhelo social de los presuntos beneficios del turismo masivo, lo que originó que algunos ejidatarios vendieran e incluso sobrevendieran más de un millar de pequeños lotes a la orilla de la Laguna de Bacalar. La lotificación masiva por definición, produce un fenómeno llamado pulverización de la tierra, contraria a la conectividad que resguarda el equilibrio ecológico (hay estudios que la señalan como factor de degradación y pobreza (Vega 2002)). Según se puede colegir de lo expresado en algunas entrevistas y comentarios registrados durante la observación, a medida que las personas se deshacen de sus tierras, parece haber un efecto de deslinde, de desinterés, por el destino del territorio.

¹² Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=JchEjnwnpzig&t=31s>

¹³ Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=zmmalmGw8wo&t=54s>

El proceso del POEL inició en la administración estatal 2011-2016 bajo el gobierno de Roberto Borge Angulo¹⁴ en Quintana Roo. En ese tiempo la SEMA estuvo dirigida por dos secretarios a quienes se les señala por conducir débilmente el proceso del POEL entre febrero 2015 y diciembre 2016 con el afán de salvaguardar intereses instrumentales detentados por los responsables de esa administración¹⁵, como lo cometan en entrevista algunos informantes.

“Pero para que ellos [las altas esferas gubernamentales] también hagan sus inversiones necesitan tener control político y que obviamente si el POEL lo prohíbe se acabó el negocio. Entonces han tratado de estar siempre manipulando y controlando el POEL, siempre ha habido intervenciones o intereses que no permiten que se termine” (entrevista a miembro de ONG, 11 de septiembre de 2018).

“Nos sentamos con Rafael Muñoz Berzunza y como 6 meses antes de que yo dejara el cargo me comentó que ya saldría [el POEL] pero no, no salió, estuve presionando al gobernador, pero no sé, el plan que teníamos hace 3 años estaba ya muy avanzado” (entrevista a ex presidente municipal de Bacalar, 14 de septiembre 2018).

Con el cambio de administración estatal 2016-2022, se retomó el proceso del POEL en julio de 2017, con lo que se percibió una mejora en la gestión pública dada por una mayor apertura a la opinión social y a la innovación que requieren los proyectos de conservación. Aunque no exento de insuficiencias metodológicas, capacidad operativa y limitaciones presupuestales que también atrasan al POEL, el perfil profesional y técnico de los dirigentes de las secretarías estatales de Turismo (SEDETUR), de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) y de Desarrollo Territorial y Urbano Sustentable (SEDETUS), ayuda a una mayor inclusión de la vocación natural del territorio como componente

¹⁴ Actualmente preso bajo cargos de aprovechamiento ilícito del poder, corrupción y desempeño irregular de la función pública (eluniversal.com.mx). Sus nexos con el gobernador Priista que le precede, Félix González Canto (periodo 2005-2011) son bien conocidos (Camacho 2018) y uno de los secretarios de la SEMA es familiar de González Canto.

¹⁵ Por ejemplo, los contratos para la instalación de 200 palafitos en la laguna de Bacalar, proyecto que declinó con el apresamiento de Borge (Luces del siglo 2017).

esencial del análisis. El gobierno federal parece ausente, al menos en los procesos del POEL, aunque asiste a las espaciadas reuniones del Comité; el gobierno municipal 2017-2022 (por reelección) es poco interactivo con la mayoría de los actores que vemos desde nuestra observación (incluso no contestó a la solicitud de entrevista para la presente investigación) y la sociedad en el centro urbano de Bacalar señala su generalizada ausencia a las reuniones institucionales. Se puede indicar, además, que encabezó el seminario de planificación territorial sensible al agua al que después apenas ha dado seguimiento, que su interacción con la unión de organizaciones de la sociedad civil es nula, a pesar de que esta le cursa solicitudes y recomendaciones en forma constante y por vías oficiales, también se ha comentado que no invita a las reuniones al ejido Bacalar (entrevista a ejidatario de Bacalar, 31 de agosto 2018).

En el marco de un crecimiento claramente desordenado, privatizado, de corto plazo, incongruente con las leyes y la vocación del territorio, la participación no institucionalizada (desde la sociedad civil) es activa y constante, aunque a veces desorganizada. Las personas activas en los procesos tienen diversas posiciones y perfiles. Entre los pobladores que no tienen acceso a la propiedad ejidal hay personas nativas de Bacalar y otras provenientes de otras partes del país, o incluso extranjeros, que también participan en las actividades en defensa de la laguna y el territorio u otras temáticas de interés comunitario. La sociedad local se agrupa en uniones y asociaciones ejidales, de cooperativas, de organizaciones civiles, de hoteles y restaurantes, de servidores náuticos, entre otros (gráfica 1). La participación no institucional es continua y fluctúa en niveles de intensidad: hay momentos en que se ha manifestado de manera muy cohesiva, mostrando capacidad de convocatoria y acción colaborativa como, por ejemplo, en 2017 cuando la Unión de Ejidos del litoral de la laguna –que agrupa a Aarón Merino Fernández, Bacalar, La Península, Laguna Guerrero, Buenavista, Pedro A. Santos y Juan Sarabia (gráfica 1) se opuso a la iniciativa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de declarar Área Natural Protegida (ANP) a la Laguna de Bacalar, su sistema lagunar asociado y una porción de las tierras ejidales. Este movimiento pudo haber estado influenciado por un bajo fomento a la participación, pues el método de acercamiento con los ejidatarios fue mostrando un mapa con un polígono ya establecido sin información procesada para mejor comprensión de las implicaciones y

alcances del ANP. Durante tres meses, el proceso de resistencia social fue sumando a tantas personas y sectores que finalmente la iniciativa quedó sin efecto. Tras la retirada de la propuesta de ANP, la participación no institucional se volcó principalmente hacia el POEL a través de constantes conversaciones en redes sociales y mensajes en prensa masiva cuyos titulares denunciaban: “Aplazan POEL” (Ortiz, 2017) “Ordenamiento obsoleto” (Ortiz, 2018) “Sin fecha para el POEL” “Devastación forestal en Bacalar sin freno” (Ortiz, 2018), “Que no estén concluidos el POEL y el PDU es porque afectaría a intereses sobre la laguna” (Hernández, 2019), entre otros.

Otros ejidos que se agrupan para la producción agrícola –Pantera, Vallehermoso, Ávila Camacho, Divorciados, Kalumil (gráfica 1) – no tienen tierras en el litoral de la laguna, no participaron en la resistencia ante el ANP y manifestaron completo acuerdo con el POEL en 2018; sin embargo, afirman que no asisten a las reuniones porque, desde su perspectiva, “no tienen nada que argumentar”. Dicen ser conscientes de que la clave para la conservación es controlar la expansión agrícola y valoran aspectos de la selva como “el viento y el fresco” (entrevista con 5 ejidatarios de Vallehermoso, 30 de septiembre 2018). También existen actores con un perfil más afín a una visión simbólico-expresiva (gráfica 1) como la de los ejidos Blanca Flor o Nuevo Jerusalén, la Asociación de Hoteles y Restaurantes, centros de investigación o enseñanza y organismos colegiados de biólogos, arquitectos e ingenieros civiles. El Centro Cultural Independiente Galeón Pirata y el Consejo Regional Indígena Maya se pronuncian por la defensa de las comunidades mayas y sus territorios y el Consejo ha interpuesto medidas jurídicas importantes que permitieron la prohibición de siembra de soya transgénica en el estado. Cada uno, y en ocasiones en conjunto, realizan reuniones, talleres, organizan y toman cursos de agroecología, agricultura orgánica, permacultura, tratamiento de agua residual, manejo forestal sustentable, intercambian semillas criollas o nativas, difunden materiales gráficos o audiovisuales en defensa de la laguna, la cultura, el territorio y los microbialitos (por ejemplo en los hoteles instalaron lonas con indicaciones para el cuidado de los estromatolitos), realizan gestiones formales y estudiadas ante instancias gubernamentales. También celebran conciertos (incluso en lengua maya) y opinan en la prensa local y nacional.

Dentro del sector académico participan ECOSUR, la Universidad de Quintana Roo (UQroo), el Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) y la Universidad Politécnica de Bacalar (UPB) (gráfica 1). También participan otros centros de investigación científica como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), el Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables (CESDICOSENA) del CONACyT (un par de útiles veces), la Universidad de Wisconsin-Milwaukee y Northwestern University de Estados Unidos (asistió al taller de análisis del POEL en ECOSUR, marzo 2018). Algunos de ellos se han organizado y aportado conocimiento en sus diversas especialidades como hidrogeología, microbialitos, ríos subterráneos, ciudades resilientes, entre otros. En ocasiones participan en eventos culturales y reuniones institucionales exponiendo sus investigaciones o el seguimiento a gestiones diplomáticas, aunque manifiestan cierta precaución en la participación, sobre todo, con organizaciones de la sociedad civil.

Nivel de fomento al involucramiento social en la participación institucionalizada

El proceso de ordenamiento inició con la firma del convenio de coordinación intergubernamental se consolidó el órgano ejecutivo del Comité. Este órgano está pensado para continuar en sus funciones en todas las fases, debiendo realizar acciones administrativas, técnicas y financieras para asegurar la aplicación efectiva y adaptativa (SEMARNAT 2006). Sin embargo, se omitió la inclusión de miembros de la sociedad civil como lo establece la ley (DOF 2003, art. 70: 22); esta omisión es un error generalizado en los convenios de inicio de ordenamientos, y puede tener su origen en el “Manual de proceso de ordenamiento” (SEMARNAT 2006).

Posteriormente, se integró el órgano técnico del Comité del POEL (CT) entre sociedad civil, gobierno y academia y se procedió luego a la contratación –mediante licitación– para la elaboración del programa (SEMA 2012b: 4). Los términos de referencia que guiaban los productos que los servicios profesionales debían entregar solicitaban identificar los problemas socioambientales de la región por medio de métodos de diagnóstico participativo y con ello construir la agenda de trabajo del Proceso de Ordenamiento, también conocida como agenda ambiental.

A partir de la información documental obtenida de las minutas de cada una de las reuniones (2012-2018), se observa que el CT realizó cinco reuniones antes y tres más después del cambio de la administración estatal. En las primeras cinco, el proceso denota el descontento de muchos participantes en cuanto a distintos temas y en cada etapa: el contenido de la agenda ambiental, el proceso de diagnóstico participativo, la omisión de información sobre los estromatolitos, zonas de inundación, biodiversidad, zonas agrícolas y arqueológicas (SEMA 2012a; 2013a; 2013b; 2014). En las últimas tres, se presenta la propuesta y el descontento se manifiesta sobre todo en lo referente a la densidad hotelera por hectárea (SEMA 2017a; 2017b; 2018) y el método de inclusión social; aún no se ha logrado un consenso que permita la aprobación del programa.

El descontento referido no evitó la validación de las primeras tres etapas: la primera reunión se concretó sin validar la agenda ambiental, y en la segunda se dio por concluida la etapa de caracterización. Al final de la cuarta sesión, a pesar de seguir las réplicas por el contenido y la forma, se votó a favor de la admisión de la caracterización (bajo el argumento de la prisa) con solo una abstención y sin un voto en contra. Entre los acuerdos, se dio agenda a una reunión técnica para fortalecer la información (SEMA 2014) y se entregó al consultor una lista de investigaciones y documentos técnicos sin procesamiento ni asesoría, lo cual no aportó a la comprensión de las características ni requerimientos particulares de la vocación natural del sistema kárstico. Cabe señalar que el estudio especializado de los acuíferos es escaso en el país, sumado al hecho de que el agua subterránea no está a la vista, razón por la que suele ser infravalorada socialmente y en consecuencia omitida en la política pública (Kuri y Carrillo, 2018). Es evidente que la falta de cualificación del consultor contratado originó los primeros errores fundamentales en el análisis de la vocación natural, sin embargo, tampoco los miembros del Comité se dieron a la tarea de esclarecer su significado y aplicación al programa.

Inclusión y accesibilidad para la toma de decisiones en las reuniones

El Comité está representado mayoritariamente por dependencias de distinto nivel gubernamental. Lo integran 38 miembros con voz y voto (tabla 2), de estos, 46 % son del gobierno –con instituciones de diversa competencia con varias direcciones dentro de su organigrama–, 43 % son de sociedad civil –grupos empresariales, asociaciones civiles o

similares, ejidos y órganos colegiados— y 10 % de los votos son para la academia. Aunque se pretende nivelar la representación de actores en la toma de decisiones, esta distribución no es equitativa porque se da mayor peso a ciertos intereses o temas y, por el contrario, otros quedan ausentes. Por ejemplo, las comunidades de campesinos mayas apicultores no tienen representatividad aun cuando son importantes y, si bien los centros de investigación están representados, podría ajustarse mejor su participación si se consideraran diversas especialidades, como se hace con las direcciones especializadas en dependencias de gobierno.

Tabla 2. Miembros con voz y voto del Comité del POEL

Conteo de miembros con voz y voto en los órganos ejecutivo y técnico del POEL del municipio de Bacalar		
Órgano ejecutivo del comité, 3 miembros con voz y voto		
2 de la federación a través de la SEMARNAT	2 del estado a través de la SEMA	2 del municipio
Delegación	Secretaría	Presidencia
Dir. Ordenamiento ecológico	Subsecretaría de política ambiental	Asesor del Ayuntamiento en materia ambiental
El órgano técnico 39 miembros con voz y voto:		
8 votos del gobierno Federal	6 votos del gobierno Estatal	4 votos del gobierno Municipal
1. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	2. Secretaría de la SEMA	3. Ecología y medio ambiente
4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	5. Dirección de OET de SEMA	6. Obras públicas y desarrollo urbano
7. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	8. Secretaría de Desarrollo Urbano y Territorial Sustentable (SEDETUS antes SEDUVI)	9. Turismo y desarrollo económico
10. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INA)	11. Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA)	12. Regiduría de turismo y ecología
13. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	14. Secretaría de Turismo (SEDETUR)	
15. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	16. Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración	

	Pública (IPAE)	
17. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Agropecuarias (INIFAP)		
18. Dirección Regional de Impacto y Riesgo Ambiental		
17 votos del sector de las Organizaciones No Gubernamentales de diversa índole.		
19. Por los ejidos de la zona maya. Comisariado del ejido Los Divorciados	20. Asociación de Hoteles y Restaurantes	21. Bacalar Municipio 10
22. Por los ejidos zona urbana. Comisariado del ejido Aarón Merino Fernández	23. Cámara Nacional de Comercio delegación Bacalar	24. Comité de Pueblos Mágicos
25. Por los ejidos de la zona noreste. Comisariado del ejido Valle hermoso	26. Amigos de Sian Ka'an	27. Agua Clara
28. Por los ejidos de la zona costera. Comisariado del ejido Bacalar	29. Colegio de ingenieros civiles de Q. Roo, zona sur	30. Bacalar Consciente
31. Colegio de Arquitectos de Q. Roo	32. Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA)	33. Fundación Emerge Bakh'alal
34. Colegio de Biólogos de Q. Roo	35.	36. BDI
4 votos del sector académico		
37. Universidad de Quintana Roo (UQroo)	38. Instituto tecnológico de Chetumal	
39. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)	40. Universidad Politécnica de Bacalar	
La empresa consultora sin goce de voto		
Ingeniería y Servicios en Control Ambiental Industrial S.A. de C.V. (INSECAMI), la empresa consultora, no constituye parte oficial del Comité Técnico, pero sí asistió a las sesiones de la primera a la quinta para presentar avances a los integrantes.		

Fuente: elaboración propia en 2017-2018 con datos de la Bitácora ambiental (SEMA, 2012) y datos de campo.

No se encontró evidencia documental sobre el método para definir la representatividad en el Comité. De acuerdo a servidores públicos entrevistados, fomentar la participación se dificulta por diversos motivos tales como a quién y cómo consultar y con cuántos recursos se cuenta para esa consulta (entrevista a SEMA, 28 de agosto

2018), junto a la dificultad que presentan la cantidad y lejanía de grupos que habitan el territorio para el acercamiento gobierno-sociedad, razón por la cual –de acuerdo a miembros del gobierno– el Comité incluye formalmente solo a cuatro ejidos, los cuales suelen elegirse por recomendación del gobierno municipal.

“Normalmente cuando se conforman los comités, se consulta al municipio, porque es quien conoce a los actores. En el caso de Bacalar son más de 54 ejidos, es muy complicado sentar a tantas personas, además debes sumar a los demás sectores y más de 100 personas en un comité ya no trabajan de manera fluida. Esos ejidos fueron los recomendados en su momento por el municipio como los más activos. Pero eso no quiere decir que los demás no tengan una participación, por eso se hizo un trabajo de ir a cada ejido para recabar información y luego a mostrar lo que el OET está planteando” (entrevista al Director de Ordenamiento de la SEMA, 7/09/2018).

Las sociedades actuales se caracterizan por la complejidad y heterogeneidad de intereses; de allí que diversos actores hayan propuesto herramientas para la construcción participativa que permiten concretizar de forma efectiva los procesos de desarrollo, incluso con grandes grupos (Geilfus 2002). Lejos de ello, el método de las reuniones y del proceso de construcción del POEL se caracteriza por un bajo nivel de fomento a la participación (Brager y Specht (1973) y AIP2) y observamos que: la sociedad no participa en la conformación de la agenda, el instrumento se elabora y se presenta, la comunidad es convocada con objetivos de consulta (no de construcción conjunta), se dan votaciones deliberadas o discusión abierta antes de las votaciones, no se implementan métodos de construcción participativa que faciliten el consenso, la reflexión y la toma de acuerdos; incluso la mayoría de las intervenciones no generan efectos en la minuta. Este método también es un patrón en los comités de cuenca de esta zona y la mayoría de los espacios de participación institucional.

Cuando el tiempo entre las sesiones es muy espaciado la comunicación fuera de las reuniones suele ser lenta o ausente. Por ejemplo, en la octava reunión (y última hasta el momento) se acordó una novena sesión 30 días después, que no se realizó aún luego

de meses. El motivo del atraso fue la reforma a la Ley Estatal de Asentamientos (POE 2018), la cual tuvo implicaciones en la propuesta del programa (aún desconocidas), pero esto no ha sido informado a los ciudadanos. Esta actitud por parte de las instituciones termina deslegitimando los procesos de participación ciudadana en los comités.

Como resultado de los acuerdos de la séptima reunión del Comité (SEMA 2017b), entre 2017 y 2018, la SEMA consultó a los 57 comisariados ejidales en una visita de aproximadamente una hora en la que mostró un mapa, los criterios ecológicos y las políticas que el programa considera para el polígono ejidal y solicitó las apreciaciones de los comisariados ejidales. Esta acción, calificada por el delegado de SEMARNAT como “un esfuerzo inédito” (SEMA 2018), recibió críticas:

“Pues sí (ha ido la SEMA a nuestro ejido a mostrar el POEL), pero rápido, no más de una hora, nos damos cuenta de que lo que les interesa es la firma y vámonos” (entrevista a ejidatario de Bacalar, 31/08/2018).

Es evidente que el fomento a la participación no está del todo resuelto (Sánchez et al. 2013). No es que las sociedades locales no tengan voz en los temas, sino que, al contrario, son escuchados frecuentemente por el gobierno, pero a pesar de los esfuerzos, la participación no está bien entendida en la dinámica de política pública que dirige este sector. Se invierten muchos recursos en propiciar la interacción gobierno-sociedad, pero los espacios están diseñados solo para escuchar a los participantes y no para la construcción conjunta y la participación activa. Para ilustrar este hecho, “Pláticale al gobernador” es una audiencia pública itinerante en la que las altas cúpulas del gobierno estatal “escuchan las inquietudes de las personas” (Gobierno de Q Roo). Otro ejemplo es la constitución de consejos consultivos ciudadanos para los 11 municipios del estado que se reúnen mensualmente invirtiendo tiempo y dinero en la movilidad constante por todo el territorio del estado. Este tipo de mecanismos como la creación de comités consultivos, las consultas, las audiencias públicas, no permiten el fortalecimiento comunitario y, según Brager y Spetch (1973, discutido en Guillen et al. 2009), más bien son ideados para sustituir la participación genuina.

La necesidad de la implementación de procesos participativos

El fortalecimiento de las relaciones público-sociales mejora la calidad de la política y la democracia, ya que la información y la construcción conjunta brindan una mejor base en todos los sentidos y aumentan las posibilidades de que la implementación de instrumentos estratégicos sea legítima al basarse en la acción colaborativa siendo, además, una forma de mejorar el funcionamiento de la administración pública (Guillen et al. 2009). Los agentes gubernamentales necesitan incorporar en su visión y prácticas una perspectiva ampliada de participación como proceso de construcción conjunta en el que la comunidad local y la academia pueden ser aliados co-responsables en la generación de instrumentos de política pública. Para lograrlo, se debe romper con el acostumbrado centralismo gubernamental y paternalismo (Guillen et al. 2009), lo que también ha sido identificado por Cortez Lara y González Ávila (2019), quienes realizaron una evaluación del instrumento de participación implementado por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) de la frontera norte de México y concluyeron que las innovaciones en el proceso de participación y métodos de construcción conjunta son de suma utilidad para el logro de la seguridad hídrica.

El taller participativo impulsado desde el sector académico en marzo 2018, en el que participaron miembros del gobierno y de la sociedad civil, es un ejemplo de la eficacia de la construcción participativa de políticas, aunque también ese ejercicio mostró algunas dificultades para la acción conjunta. Si bien a partir de este taller, en el que se presentó por primera vez el modelo de conectividad (figura 2), se ha enriquecido el POEL, al enfocarse solo en términos “de análisis técnico” no tuvo una convocatoria ampliada. El descontento que provocó este hecho fue probablemente la razón de que se perdiera la oportunidad política de comunicar a un público más amplio las características del sistema kárstico con lo que tal vez el POEL se hubiera aprobado en la octava reunión, en la que gobierno y academia estaban listos para que fuera hacia la fase de consulta pública. El desacuerdo del sector social estuvo relacionado con el temor sobre los presuntos efectos negativos que la baja densidad hotelera planteada en el instrumento pudiera tener sobre la rentabilidad de sus tierras y proyectos turísticos. Sin embargo, se detonaron otros procesos: en el tiempo de esta investigación-acción se registran avances en la

comprensión entre los sectores y acuerdos de acciones para sostener el equilibrio ecológico. A partir del Seminario de Planificación Territorial Sensible al Agua (Octubre 2018) se gestó una alianza entre la SEDETUS, la SEMA, el ECOSUR y Geo A.C. para generar y reconocer la información útil en el entendimiento del sistema kárstico y las implicaciones del concepto “Sensible al Agua” para el sur de Quintana Roo. En conjunto con ingenieros civiles del Tecnológico de Chetumal (ITCH), generamos mapas de distribución de áreas verdes y grises, proporción permeable/impermeable, sistemas constructivos que permiten el paso del agua de lluvia al acuífero y otras estrategias. Los resultados fueron aceptados por las la SEMA y la SEDETUS y, a partir de ello, se gestiona su inclusión en el PDU de Bacalar. Otro resultado es el Programa de Gestión Común para el Uso Turístico de la Laguna de Bacalar, el PROTUR (en proceso de elaboración desde febrero 2019), que constituye el ordenamiento de las actividades en el espejo de agua de la laguna; se ha realizado con técnicas de construcción participativa y hasta ahora se ha manifestado aceptación por parte de los sectores sociales, incluso de quienes antes se mostraron disconformes con el ANP en el cuerpo de agua.

Al menos en el transcurso de la observación, no se hizo evidente la intención de bloqueo del proceso del POEL (como en la administración 2011-2016, según refieren los informantes), para el PDU no se descarta ni se prueba esta posibilidad, pues el consultor que lo elaboró refiere haberlo entregado en enero 2019 y sin motivo aparente el ayuntamiento de Bacalar no ha convocado al seguimiento. El principal problema es la falta de implementación de herramientas efectivas en la resolución de conflictos y en su lugar la utilización de mecanismos de bajo fomento a la participación, pues con el pasar de los años no se llega a un mejor entendimiento que además sea oportuno. En este sentido la academia tiene el reto de fortalecer sus propuestas de vinculación y colaboración con las organizaciones y comunidades a fin de que la producción de conocimiento pueda redundar en beneficio del interés colectivo. Se trata de la configuración de alianzas con apertura a las organizaciones sociales que consideren los conflictos territoriales y socioambientales en una acción sinérgica para la formación de fortalezas más allá de los centros de investigación (Landini 2010). La academia puede jugar un papel legitimador de las decisiones y acciones públicas de forma exitosa, como lo muestra Furlani (2012) en su estudio sobre el papel que tuvo la Universidad Nacional

de Cuyo al asumir la conducción de la participación y la aplicación del conocimiento en una estrategia de transformación socio-espacial en la Ley 8051/2009 de Ordenamiento Territorial y Usos de Suelo de Mendoza, Argentina.

En tanto se demora el programa, otras tensiones derivadas del retraso se acrecientan: la pulverización de la tierra, que genera un efecto inversamente proporcional a la conectividad, disminuyendo la posibilidad de considerar la interdependencia entre los elementos naturales del territorio; un sentimiento social hostil a una presunta imposición gubernamental, lo que origina resistencia de facto ante cualquier iniciativa venida de ese sector; no se detiene el avance en las actividades que alteran la conectividad estructural y funcional, generando cada vez más tensión que obstaculiza la entrada en vigor de un POEL que plantee salvaguardar la vocación natural del territorio y goce del consenso de los distintos actores involucrados. De allí la importancia de la operación efectiva de un sistema de construcción conjunta y aplicación del conocimiento veraz en vías de lograr una visión común que facilite la toma de acuerdos, y dirija los esfuerzos a objetivos comunes y la aplicación integral y transversal de políticas sectoriales y el fortalecimiento de capacidades locales (CONABIO 2012).

Conclusión

El análisis es concluyente en que los esquemas de participación sí ofrecen una oportunidad de considerar la vocación del sistema kárstico a partir de motivaciones que dan cabida a la construcción de una visión social generalizada más instruida, que aboga por el equilibrio ecológico de forma adecuada. Esta forma adecuada se encuentra en el seno de la academia o los estudios técnicos pues su utilización y entendimiento combinado con técnicas de acercamiento con la sociedad (quien también cuenta con valiosos conocimientos y saberes prácticos) son efectivos en la vinculación con la construcción de los instrumentos de política pública. Pero el gobierno debe convocar a los sectores con fines de construcción conjunta en lugar de informativos o consultivos para lograr una sana y equilibrada reciprocidad del ser humano con el territorio y su manejo. Si bien parece haberse avanzado en el conocimiento del sistema conectivo aplicado al POEL y el PDU, estos continúan en fase de formulación.

Los obstáculos que provocan tensiones son, por un lado, acciones que se rigen por intereses utilitarios e individualistas, desde cualquiera de los sectores, con probables tintes de corrupción en algunos casos (el ejemplo principal de estos intereses son la alta densidad hotelera y la especulación económica en el precio de la tierra). Otro problema lo constituye la contratación de personal no calificado en procesos participativos y en este caso, en agua subterránea, así como errores técnico-legales en los documentos de referencia para la construcción del ordenamiento y la no remoción de quienes no cumplen con su trabajo. No son obstáculos menores la simulación política (cuando es el caso) y la falta de mecanismos de fomento a la participación: larguísimos tiempos de concreción de la fase de formulación del ordenamiento por ineficiencia en la toma de acuerdos, sentimientos de imposición gubernamental, el avance de los conflictos socioambientales, todo lo cual va disminuyendo progresivamente las posibilidades de la consideración de la vocación natural del sistema kárstico.

Se recomienda que los Comités de ordenamiento migren de su naturaleza consultiva a una de construcción participativa y se aseguren de que los roles sean asignados a personas con perfiles adecuados. En la contratación de servicios para la elaboración de las cuatro etapas que integrarán el programa, debe ser un requisito una comprobada experiencia en el conocimiento del funcionamiento del tipo de ecosistema que se ordena, visibilizando e incluyendo el agua subterránea (sea o no un sistema kárstico, pero especialmente en este). También debe integrar el equipo de trabajo personal con experiencia en manejo comunitario participativo, cuya remoción debe ser prevista que en caso de incumplimiento. En las reuniones del Comité son deseables las técnicas (Geilfus, 2002; entre otras) que disminuyan la posibilidad de participaciones a título personal y faciliten el aprendizaje conjunto en mesas de trabajo combinadas con los diversos sectores sociales, academia y gobierno. Es indispensable establecer un método de selección a base de mapeo social previo, en conjunto con la comunidad local, para que esté representada la diversidad de grupos. Dada la dificultad que representan las distancias y costos de transporte, el presupuesto y estrategias para la fase de formulación deben concebir mecanismos de acercamiento, un tiempo límite para la terminación de la fase de formulación y una periodicidad mínima para las reuniones. Se recomienda la revisión del manual para el ordenamiento ecológico territorial (SEMARNAT,

2006) para asegurar su congruencia con la ley, especialmente con el artículo 70 de la LGEEPA que dicta la inclusión de sectores sociales en el órgano ejecutivo del comité, señalamiento importante en la configuración de mecanismos para la operación co-participativa de las fases de expedición, ejecución, evaluación y modificación. Una posibilidad sería que el gobierno contratara personas de la localidad, operando in situ, para facilitar los procesos de asesoría y facilitación en campo.

La inserción de la academia en el proceso socio-político cotidiano es urgente y deseable, las direcciones de vinculación dentro de los centros de investigación deberían ser un puente hacia afuera de la academia, para ello se podría contratar perfiles con experiencia en política pública y mercadotecnia. Más allá del fomento, la toma de decisiones con base en estudios técnico-científico debería ser vinculante. Las herramientas de la investigación-acción son útiles para la generación de alianzas intersectoriales y el diálogo entre instituciones.

El trabajo muestra la urgencia y factibilidad de la innovación para la construcción participativa en las iniciativas gubernamentales, la inclusión cotidiana de la academia en los conflictos socioambientales y el entendimiento para el resguardo efectivo de la conectividad funcional y estructural del sistema cárstico en el espacio socio-ambiental en Bacalar.

Bibliografía.

- ASEQRoo. (2019). Auditoría Superior del Estado. Recuperado de :[https://www.aseqroo.mx/Fiscalizacion/2018/Individuales/Entidades_Paraestatales/DFMOP-A-GOB-IP-112 y B-GOB EST-113 y114.pdf](https://www.aseqroo.mx/Fiscalizacion/2018/Individuales/Entidades_Paraestatales/DFMOP-A-GOB-IP-112_y_B-GOB_EST-113_y114.pdf).
- Bauer-Gottwein Peter, Gondwe Bibi R.N, Charvet Guillaume, Marín Luis E, Rebolledo-Vieyra Mario, Merediz-Alonso Gonzalo (2011). "The Yucatán Peninsula karst aquifer, México". *Hydrogeology Journal*. 19(3):507–524. doi:10.1007/s10040-010-0699-5.
- Braun, Dietman, Etienne, Julien (2005). "Policy ideas and health policy instruments: the governance of primary care in Switzerland". Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/251961985_Policy_Ideas_and_Health_Policy_Instruments_The_Governance_of_Primary_Care_in_Switzerland/download
- Brager, George y Harry Specht (1973). *Community Organizing*. Nueva York: Columbia University Press. Recuperado de https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+Community+Organizing&author=Brager+G.&author=Specht+H.&publication_year=1973
- Camacho Acevedo José Luis. (2018). "El Chapo, Beto Borge, Félix González Canto, Doña Lety: la verdadera mafia del caribe". *SDPnoticias Quintana Roo*. Recuperado de <https://www.sdpnoticias.com/nacional/2018/12/24/quintana-roo-el-chapo-beto-borge-felix-gonzalez-canto-dona-lety-la-verdadera-mafia-del-caribe-i>.
- Centeno Carla, Legendre Pierre, Beltrán Yislem, Alcántara-Hernández Rocío, Lidström Urika, Ashby Matthew, Falcón Luisa (2012). "Microbialite genetic diversity and composition relate to environmental variables". *FEMS Microbiol Ecol*. 82(3):724–735. doi:10.1111/j.1574-6941.2012.01447.x.
- Cohen Jean, Arato Adrew. (2001). *Sociedad civil y teoría política*. México. Fondo de Cultura Económica. México, 2001. Pp 556-635
- CONABIO. (2012). "Desarrollo Territorial Sustentable: Programa de gestión en zonas de alta biodiversidad". México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 67 pp
- Cortéz Lara, Alfonso Andrés y González Ávila, María Eugenia. (2019). "Mecanismo participativo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas: retos de gobernanza

para la seguridad hídrica”. *Sociedad y Ambiente*, 19(83).
<https://doi.org/10.31840/sya.v0i19.1932>

CNA (2007). “Actualización geohidrológica del acuífero de la zona sur del Estado de Quintana Roo, (poligonal comprendida entre Felipe Carrillo Puerto y Bacalar)”. Contrato No. AD-CAPA-GC-06-OP-14. 89 pp.

CNA y CAPA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado) (2014) “Instrumentación de la red de monitoreo de calidad del agua y piezometría en la zona de Cacao y Pucté, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo”. Informe final, 142 pp.

CNA (2015). “Establecimiento de una red piezométrica de la zona cañera de Álvaro Obregón, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo”. Subgerencia técnica regional. 78 pp.

Cunill Grau Nuria. (1991). *Participación ciudadana: dilemas y perspectivas para la democratización de los estados latinoamericanos*. Caracas: Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo. Recuperado de <https://searchworks.stanford.edu/view/2848818>.

DOF (2003). Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de ordenamiento ecológico. SEMARNAT 2014.:1–24. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf

DOF (2017). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/148.pdf>

Fernández Rubio, Rafael y Baquero Úbeda, Juan Carlos (2006). “Acuíferos Kársticos Costeros. Introducción a su conocimiento,” *Hidrología de acuíferos costeros*. 97 pp. Recuperado de <https://docplayer.es/65514343-Key-words-karst-hydrogeology-coastal-aquifers-sea-water-intrusion-corrosion-brackish-spring-water-protection.html>

Furlani, María Virginia (2012). “Innovaciones socio-institucionales para el ordenamiento y desarrollo territorial de la provincia de Mendoza”. (Tesis de maestría). Mendoza, Argentina: Universidad Nacional General Sarmiento. 140 pp.

- Geilfus, Frans (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 217 pp. Recuperado de <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- Giménez, Gilberto. (2007). Estudios sobre la cultura y las identidades sociales. México CONACULTA-ITESO. 478 pp. ISBN 978-968-5078-91-9 Recuperado de http://www.cucsh1.udg.mx/publicacionesite/ppperiod/estsoc/pdf/estsoc_5/236.pdf.
- Gischler, Eberhard; Golubic Stjepko; Gibson Michel; Oschmann Wolfgang; Hudson Harold (2011). "Microbial Mats and Microbialites in the Freshwater Laguna Bacalar, Yucatán Península, México". Advances in Stromatolite Geobiology 131. Berlin Heidelberg. p. 187–205. Recuperado de http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-10415-2_13.
- Giz GmbH. (2015). Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (eds.). Gestión de la cooperación en la práctica: Diseñar Cambios Sociales con Capacity WORKS. Alemania: Springer Gabler (ed.). 283 pp Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-3-658-07889-8>
- Gobierno del Estado QRoo, "Pláticale al Gobernador qué necesitas para tener más y mejores oportunidades" QRoo.gob.mx. <https://www.groo.gob.mx/groo/platicale-al-gobernador-que-necesitas-para-tener-mas-y-mejores-oportunidades>.
- Grael Eduardo; Castro, Morris; Carrillo-Rivera José Joel. (1999). "Cases and solutions Effects of urbanization on groundwater resources of Merida, Yucatán, México". Environmental Geology. 37(7) pp. 303-312 Recuperado de <http://usf-reclaim.org/wp-content/uploads/2014/04/EffectsofUrbMexico.pdf>.
- Guillen, Amalia; Sáenz, Karla; Badii, Mohammad; Castillo, Jorge; (2009). "Origen, espacio y niveles de participación ciudadana". Daena: International Journal of Good Conscience. 4(1) pp 179-193. ISSN 1870-557X. Recuperado de <https://leerlaciudadblog.files.wordpress.com/2016/05/guillc3a9n-sc3a1enz-badii-y-castillo-origen-espacio-y-niveles-de-participac3b3n-ciudadana.pdf>
- Hernández, Juan Pablo. (3/04/2019). "Que no estén concluidos el PDU y el POEL en Bacalar es porque afectaría la laguna". Canal 10. Recuperado de

<https://noticias.canal10.tv/nota/medio-ambiente/que-no-estén-concluidos-en-pdu-y-el-poel-en-bacalar-es-por-que-afectaria-la-laguna-2019-04-03>

Hernández-Arana, Héctor; Vega-Zepeda Alejandro; Ruiz-Zarate Miguel. A; Falcón-Álvarez Luisa; López-Adame Haydée; Herrera-Silveira Jorge; Switzerland Kaster Jerry (2015). "Transverse coastal corridor: from freshwater lakes to coral reefs ecosystems". En Birgit Schmook, Islebe Gerald Alexander, Jorge León-Cortés, Calmé Sophie, (eds.). Biodiversity and Conservation of the Yucatán. Chetumal, México: Springer. Pp355-376.

INEGI. 2016. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2015. 39 pp. Recuperado http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/

INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/303305/quintana_roo_2018_02.pdf

Iñiguez Rojas, Luisa (1996) "Lo socioambiental y el bienestar humano," Revista Cubana de Salud Pública. 22 (1) 14 pp. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34661996000100007

Kambesis PN , Coke JG. (2016). "The Sac Actun System, Quintana Roo, México". Boletín Geológico y Minero 127 (1). 177–192 pp. ISSN: 0366-0176

Kawulich, Bárbara. (2005). "La observación participante como método de recolección de datos". Forum Qualitative Sozialforschung 6(2). Recuperado de <http://diverrisa.es/uploads/documentos/LA-OBSERVACION-PARTICIPANTE.pdf>

Hatch Kuri, Gonzalo y Carrillo-Rivera, José Joel (2018). "¿Qué hacer con el agua subterránea?" Nexos. Recuperado de [https://www.academia.edu/34081781/ Que hacer con el agua subterránea](https://www.academia.edu/34081781/Que_hacer_con_el_agua_subterránea)

Landini Fernando. (2010). "La dinámica de los saberes locales y el proceso de localización del saber científico". Cuadernos de Desarrollo Rural. 7(65): 19-40 pp. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/117/11716958001.pdf>

Luces del Siglo. (26/sept/2017). "Congela APIQROO palafitos en Bacalar" Luces del Siglo. Recuperado de <https://www.lucesdelsiglo.com/noticias/congela-apiqroo-palafitos-en-bacalar/41346>

- Martínez Migueles, Miguel (2000). La investigación-acción en el aula. Agenda Académica. 7(1):27–39. Recuperado de <http://files.docentia.webnode.es/200000031-e2181e310b/ia.pdf>
- Mejía Navarrete Julio (2011). “Problemas centrales del análisis de datos cualitativos”. Latinoamérica de Metodología de la Investigación Social 1(1853–6190):47–60 pp.
- Ortiz, Francisco Javier (14/dic/2017). “Aplazan los trabajos del POEL”. Novedades Quintana Roo, sitio web <https://sipse.com/novedades/bacalar/>
- Ortiz, Francisco Javier, (19/04/2018). “Devastación forestal en Bacalar sin freno en ausencia del POEL”. Novedades Quintana Roo, recuperado de <https://sipse.com/novedades/periodico/devastacion-forestal-en-bacalar-sin-freno-7175.html>
- Ortiz, Francisco Javier, (2018). “Proyectan hotel con ordenamiento obsoleto”. Novedades Quintana Roo, sitio web <https://sipse.com/novedades/bacalar/>
- Ortiz, Francisco Javier, (2018). “Sin fecha para el POEL”. Novedades Quintana Roo, sitio web <https://sipse.com/novedades/bacalar/>
- POE, Periódico del Estado de Q Roo. (2001). “Ley de equilibrio ecológico y la protección del ambiente del estado de Quintana Roo”. Recuperado de <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L22-XV-16082018-741.pdf>
- POE, Periódico del Estado de Q Roo. 2018. “Ley de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano del estado de Quintana Roo”. Recuperado de <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L191-XV-16082018-741.pdf>
- Puello Socarrás, José Francisco. (2007). “La dimensión cognitiva en las políticas públicas Interpelación politológica”. Ciencia Política. 2:30–57 pp.
- Raffestein, Claude. (2011). “Por una geografía del poder”. El Colegio de Michoacán. Pp 190. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/140332368/LIBRO-Por-una-geografia-del-poder-RAFFESTEIN>.
- Sabatier PA, Jenkins-Smith HC. (1993). “Policy change and learning: an advocacy coalition approach. Westview Press”. Oulder: West View Press. Recuperado de <https://www.amazon.es/Policy-Change-Learning-Coalition-Theoretical/dp/0813316499>

Sánchez Salazar, María Teresa; Bocco Verdinel, Gerardo; Casado Izquierdo, José María (coord) (2013). La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica 1 ed. ISBN 978-607-02-4848-1 Ciudad de México. Recuperado de www.igg.unam.mx/sigg/

SEDETUR (2018). Datos pueblos mágicos 2008-2018. (donación de archivo interno).

SEDETUR (2018b). Indicadores turísticos en Quintana Roo. Recuperado de http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicadores_Tur_-_Diciembre_2017.pdf

SEMA (2012) I Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA (2013^a) II Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA (2013b) III Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA (2014). Acta de la IV Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA 2017^a. Acta de la V Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA 2017b. Acta de la VI Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de SEMA <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA 2018. VII Sesión del Comité para el POEL de Bacalar. Recuperado de <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA. 2012b. Términos de referencia para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de Bacalar. Recuperado de

<http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/documentos-tecnicos-bacalar>

SEMARNAT-INE. (2006). “Manual del proceso de ordenamiento ecológico”. ISBN 968-817-828-4. 136(1). 23–42 pp.

UNESCO-OEA. 2015. “Estrategia regional para la evaluación y gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas”. ISBN 9789290891963. Recuperado de http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/launching_of_the_book_4_isarm_americas_program/

Vargas Godínez, Carolina; García Ortega, Martha. (2017). “Apropiación y manejo de recursos para la agricultura. Colonias Menonitas en Quintana Roo”. SER Migrante. Pp 28-33

Vargas-Hernández, Adrián. (2015). “Impacto de compuestos orgánicos persistentes (COP’s) en la zona sur del acuífero de Quintana Roo”. (Tesis de maestría). México. Centro de Investigaciones Científicas de la Península de Yucatán, Unidad de Ciencias del Agua. Cancún Quintana Roo. Pp 103.

Vega, María Dolores (2002) “La pulverización de la tierra: el minifundio en Licto, Provincia de Chimborazo” Ecuador Debate. Nuevo orden político de la economía 55. pp. 213-230. ISSN: 1012-1498. Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/4910>

Conclusiones

El sistema kárstico es un indicador inequívoco de predominancia de agua subterránea, presenta un alto nivel de conectividad entre sus elementos naturales que, de manera conjunta, brindan lo necesario para la vida. Cuando se alteran las conexiones estructurales y funcionales de los elementos que dependen entre sí, se afecta también la calidad de vida de los seres vivos (humanos y no humanos), a esto se le llama vocación natural. El agua fluye de oeste a este y de suroeste a noreste antes de llegar a la laguna, por lo tanto, las actividades en el sur y en el oeste deben ser libres de contaminantes, agroquímicos e industria. La producción en el campo debe ser a base de diversificación de policultivos combinados con acuicultura e hidroponía, permacultura y sistemas

agroecológicos. Se debe evitar la instalación y operación de industrias contaminantes y fomentar la utilización de residuos para generación de energía. Resguardar la condición oligotrófica del agua con la implementación de tecnologías de tratamiento terciario y evitar incluso su descarga, fomentando su reutilización en áreas verdes o incluso abasto en el establecimiento en cuestión.

Para la ciudad debe evitarse la impermeabilización del suelo, una alternativa congruente se basa en el modelo de “Ciudad Sensible al Agua” (Molina Prieto and Villegas Rodríguez 2015) a base de la instalación de infraestructura de recarga al acuífero en espacios públicos, cosecha de agua de lluvia y una planificación urbana estratégica con base en el ciclo del agua. Con ello es posible disminuir inundaciones, contaminación por aumento de escorrentía urbana y rebose del drenaje de agua negra, generaría una imagen útil en la promoción de Pueblo Mágico. Resguardaría la integridad de los elementos naturales que ofrecen una economía basada en el turismo, a la cual pueden integrarse las comunidades rurales del oeste de Bacalar con actividades productivas tan adaptadas al territorio que podrían ser propiamente motivos de visitación, permitiendo la existencia y el desarrollo del ser humano en una dinámica de innovación en inteligencia ambiental y avanzando hacia la integración sociedad-territorio-economía en una efectiva tendencia hacia el desarrollo sostenible.

Las estrategias de comunicación hacia las políticas públicas deben con un sentido de construcción comunitaria participativa, la utilización de técnicas que disminuyan la posibilidad de participaciones a título personal y faciliten el aprendizaje conjunto, en mesas de trabajo combinadas con los diversos sectores sociales, academia y gobierno. El mapeo y diagnóstico social en conjunto con la comunidad local y la generación de relaciones de confianza y reciprocidad. La inmersión de la academia de forma continua en la solución de problemas socioambientales es otra estrategia para efectivizar la aplicación del conocimiento científico en política pública, para ello, el método de investigación acción es una estrategia viable.

Con la inclusión de la información técnico-científica reflejada en los criterios ecológicos del POEL y el enriquecimiento al PDU con visión de Ciudad Sensible al Agua (Molina Prieto y Villegas Rodríguez 2015), la acción derivada de esta investigación dio pruebas de que con este tipo de estrategias de comunicación desde la academia y desde el gobierno, el entendimiento de las implicaciones de la vocación natural puede darse en el seno de los esquemas de participación en la etapa germinal de las políticas públicas, pero la condición primera es que el conocimiento veraz e informado se comunique y a partir de ello se construya una visión común, en este caso, de la fuerte influencia del agua subterránea. Por ello es urgente y factible la innovación hacia la construcción participativa en las iniciativas gubernamentales, la inclusión cotidiana de la academia en los conflictos socioambientales y el entendimiento para el resguardo efectivo de la conectividad funcional y estructural del sistema kárstico de influencia continental en la laguna de Bacalar.

Aspectos éticos y de bioseguridad

En congruencia con las normas del Comité de Ética para la Investigación de El Colegio de la Frontera Sur, señalo que solicité permiso a los informantes para realizar y registrar la conversación derivada de la entrevista. Recurrí al consentimiento informado para dar a conocer los objetivos de la investigación y garantizar los derechos de los participantes en cuanto al anonimato en las publicaciones y la seguridad de información confidencial. En relación a la revisión bibliográfica, considero que utilicé respetuosamente la información recabada y que reconozco las autorías. La producción en campo de esta tesis no incluyó actividad riesgosa para los seres humanos, fauna o flora, por lo que no fue necesaria la solicitud de permisos institucionales. Tampoco existen conflictos de interés, según la normatividad del Comité de Ética en la Investigación (CEI).

Literatura citada

- Arenas-Castillo S, Bello-Baltazar E, Naranjo Piñera EJ, Estrada Lugo EIJ. 2014. Conservación, procesos organizativos y participación en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos: El caso del turismo de observación de flamenco americano. El Colegio de la Frontera Sur. [accessed 2017 Dec 7]. http://aleph.ecosur.mx:8991/exlibris/aleph/a22_1/apache_media/Y9LDDXXE15CDQXIVFBF329CJUAX63E.pdf.
- Astrain R. 2006. El mundo de la vida y la fenomenología sociológica de Schütz: apuntes para una filosofía de la experiencia. *Hermenéutica Intercult Rev Filos.*(15):167–200.
- Beddows P, Blanchon P, Escobar E, Torres-talamante O. 2008. Los cenotes de la península de Yucatán.
- Boisier S. 2003. El desarrollo en su lugar (el territorio en la sociedad del conocimiento).
- Cathalifaud A. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio.*(3).
- Cohen J, Arato A. 2001. *Sociedad civil y teoría política*. México.
- DOF. 2017. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*.
- Gischler E, Golubic S, Gibson MA, Oschmann W, Hudson JH. 2011. Microbial Mats and Microbialites in the Freshwater Laguna Bacalar, Yucatan Peninsula, Mexico. *Springer Berlin Heidelberg*. p. 187–205. [accessed 2017 May 11]. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-10415-2_13.
- González N, Hernández MA, Vilela CR. 1986. *Léxico hidrogeológico*. La Plata, Arg.
- Kambesis PN, Coke JG. 2018. The Sac Actun System , Quintana Roo , Mexico. *127*(1):177–192.
- López Cerezo JA. 2005. Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor*. 181(715):351–362. doi:10.3989/arbor.2005.i715.417.
- Marchioni M. *Comunidad, participación y desarrollo. Teoría y metodología de la intervención comunitaria*. Editorial. Madrid Esp. [accessed 2017 Dec 7]. <https://www.myctb.org/wst/cidecot/Documentos compartidos/Documentacion del curso de participaci3n/Algunos documentos de referencia en participacion/Comunidad-participaci3n-y-desarrollo-Marco-Marchion-yami.pdf>.

- Molina Prieto L, Villegas Rodríguez E. 2015. Ciudades sensibles al agua: paradigma contemporáneo para gestionar aguas urbanas. *Rev Tecnol.* 14(1):53–64. doi:10.18270/rt.v14i1.1847.
- PNUD. 2017. Análisis de la estructura y operación de los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2011-2016: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Rosado Á, Medina G. 2014. Ciclo de vida turístico de Bacalar, Pueblo Mágico, Quintana Roo. *Teoría y Prax.*(15):96–120.
- Vasilachis de Gialdino I (coord. . 2006. Estrategias de investigación cualitativa. Gedisa. España.
- Camacho Acevedo José Luis. (2018). “El Chapo, Beto Borge, Félix González Canto, Doña Lety: la verdadera mafia del caribe”. *SDPnoticias Quintana Roo*. Recuperado de <https://www.sdpnoticias.com/nacional/2018/12/24/quintana-roo-el-chapo-beto-borge-felix-gonzalez-canto-dona-lety-la-verdadera-mafia-del-caribe-i>.
- Cathalifaud Arnol. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio: Revista Epistemológica de Ciencias Sociales* Vol. (3) pp. 40-49. moebio.uchile.cl/03/frprinci.html
- Manzanilla Gabriel, (2018). Periódico Por Esto. Replican proyecto de Área Natural Protegida en POEL. Recuperado de https://www.poresto.net/ver_noticia.php?zona=qroo&idSeccion=3&idTitulo=630433
- ASEQRoo. (2019). Auditoría Superior del Estado. Recuperado de https://www.aseqroo.mx/Fiscalizacion/2018/Individuales/Entidades_Paraestatales/DFMOP-A-GOB-IP-112_y_B-GOB_EST-113_y114.pdf.
- Bauer-Gottwein P, Gondwe BRN, Charvet G, Marín LE, Rebolledo-Vieyra M, Merediz-Alonso G. 2011. Review : The Yucatán Peninsula karst aquifer, México. (130):507–524. doi:10.1007/s10040-010-0699-5.
- Bauer-Gottwein Peter; Gondwe Bibi R.N.; Charvet Guillaume; Marín Luis E; Rebolledo-Vieyra Mario; Merediz-Alonso Gonzalo. (2011). Review: “The Yucatán Peninsula karst aquifer, México”. *Hydrogeology Journal.* 19(3):507–524. doi:10.1007/s10040-010-0699-5.
- Beddows Patricia, Blanchon Paul, Escobar Elva, Torres-Talamante Olmo. (2008). Los

cenotes de la península de Yucatán.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2293571>

Berger Peter; Luckmann Thomas. (1972). "Marxismo y sociología. Perspectivas desde Europa Oriental: La construcción social de la realidad". Recuperado de www.emorrortueditoreia.com.

Braun Dietman; Etienne Julien. (2005). "Policy Ideas and Health Policy Instruments: The Governance of Primary Care in Switzerland". Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/251961985_Policy_Ideas_and_Health_Policy_Instruments_The_Governance_of_Primary_Care_in_Switzerland/download

CAPA. (2014). Instrumentación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua y Piezometría en la zona Pucté, Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Carrillo-Rivera José Joel, Cardona Antonio, Huizar-Álvarez Rafael, Graniel Eduardo. 2008. Response of the interaction between groundwater and other components of the environment in Mexico. *Environ Geol.* 55(2):303–319. doi:10.1007/s00254-007-1005-2.

CCPY. (2015). Instrumentación de la red de monitoreo de calidad del agua y piezometría en la zona de Cacao, municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo.

Centeno Carla M; Legendre Pierre; Beltrán Yislem; Alcántara-Hernández Rocío J.; Lidström Urika E; Ashby Matthew N, Falcón Luisa I. (2012). "Microbialite genetic diversity and composition relate to environmental variables". *FEMS Microbiol Ecol.* 82(3):724–735. doi:10.1111/j.1574-6941.2012.01447.x.

Cervantes Martínez A. (2007). El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán. *Teoría y Prax.* 3:143–152.

Cohen Jean L.; Arato Adrew. (2001). "Sociedad civil y teoría política". México. Fondo de Cultura Económica. México, 2001. Pp 556-635

CONABIO. (2012). "Desarrollo Territorial Sustentable: Programa de gestión en zonas de alta biodiversidad". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONAGUA. (2007). Reactivación de la red piezométrica de la zona Costa Maya, Quintana Roo.

- CONAGUA. (2014). Establecimiento de una red piezométrica de la zona cañera de Álvaro Obregón, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo.
- CONAGUA. Información Climatológica ver estado. [Recuperado el 17 de noviembre de 2017b]. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=groo>.
- CONAGUA. Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA v-2017-). CONAGUA. Recuperado de <http://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>,
- Cunill Grau Nuria. (1991). Participación ciudadana: dilemas y perspectivas para la democratización de los estados latinoamericanos. Caracas. Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo. Recuperado de <https://searchworks.stanford.edu/view/2848818>.
- DOF. (2003). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. SEMARNAT 2014.:1–24. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf
- DOF. (2017). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf>
- Fernández Rubio R, Baquero Úbeda JC. (2006). Acuíferos Kársticos Costeros. Introducción a su conocimiento. Pp 60–97.
- Fernández Rubio, Rafael y Baquero Úbeda, Juan Carlos. (2006). “Acuíferos Kársticos Costeros. Introducción a su conocimiento,” 97 pp. Recuperado de <https://docplayer.es/65514343-Key-words-karst-hydrogeology-coastal-aquifers-sea-water-intrusion-corrosion-brackish-spring-water-protection.html>
- Fracz Amanda. (2012). Importance of Hydrologic Connectivity for Coastal Wetlands. Tesis de McMaster University. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/c27e/c5411c76c23afb39664933b75960ab9aebf8.pdf>
- Furlani, María Virginia. (2012). “Innovaciones socio-institucionales para el ordenamiento y desarrollo territorial de la provincia de Mendoza”. (Tesis de maestría en Gestión

- de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación). Argentina. Universidad Nacional General Sarmiento. Mendoza Argentina. 140 pp.
- Geilfus, Frans. (2002). "80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 217 pp. Recuperado de <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- Giménez Gilberto. (1996). "Las Culturas Contemporáneas: Territorio y cultura. Estudios sobre las Cultura Contemporánea. II(4):9–30 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/316/31600402/>
- Gischler, Eberhard; Golubic Stjepko; Gibson Michel A.; Oschmann Wolfgang; Hudson J. Harold. (2011). Microbial Mats and Microbialites in the Freshwater Laguna Bacalar, Yucatán Peninsula, Mexico. Springer Berlin Heidelberg. p. 187–205. doi:10.1111/j.1365-3091.2007.00946.x Recuperado de http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-10415-2_13.
- GIZ. 2015. Gestión de la cooperación en la práctica: diseñar Cambios Sociales con Capacity WORKS. Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit, editor. Eschborn, Alemania.
- Gómez Pech, Enrique Humberto; Barrasa García Sara; García de Fuentes Ana. (2018). "Coastal landscape of Bacalar lagoon (Quintana Roo, Mexico): Land occupation and production of the imaginarium for tourism". Investigaciones Geográficas. 95 (8701). 18 pp. doi:10.14350/rig.59532.
- Gondwe Bibri, Lerer S, Stisen S, Marín L, Rebolledo-Vieyra Mario, Merediz-Alonso G, Bauer-Gottwein P. (2010a). Hydrogeology of the south-eastern Yucatan Peninsula: New insights from water level measurements, geochemistry, geophysics and remote sensing. J Hydrol. 389(1–2):1–17. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.04.044. [Recuperado el 16 Marzo 2017]. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002216941000243X>.
- González Nilda, Hernández Mario Alberto, Vilela César Reinaldo. (1986). Léxico hidrogeológico. La Plata, Arg. https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/4553/11746_4553.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Grael Eduardo Castro, Morris, E. B.; Carrillo-Rivera José Joel. (1999). "Cases and

solutions Effects of urbanization on groundwater resources of Merida, Yucatan, México”. *Environmental Geology*. 37(7). Recuperado de <http://usf-reclaim.org/wp-content/uploads/2014/04/EffectsofUrbMexico.pdf>.

Guillen, Amalia; Sáenz, Karla; Badii, Mohammad; Castillo, Jorge; (2009). “Origen, espacio y niveles de participación ciudadana”. Recuperado de www.daenajournal.org.

Guzmán P, Anibas C, Batelaan O, Huysmans M, Wyseure G. (2016). Hydrological connectivity of alluvial Andean valleys: a groundwater / surface-water interaction case study in Ecuador. :955–969. doi:10.1007/s10040-015-1361-z.

Hernández J, Bollo M, Méndez A, Espinoza L. (2014). Panorama contemporáneo del ordenamiento ecológico territorial en México. *Polígonos, Rev Geogr*. 26(26):111–146.

Hernández-Arana, Héctor; Vega-Zepeda Alejandro; Ruiz-Zarate Miguel. A; Falcón-Álvarez Luisa I; López-Adame Haydée; Herrera-Silveira Jorge; Switzerland Kaster Jerry. (2015). Transverse coastal corridor: from freshwater lakes to coral reefs ecosystems. In. Birgit Schmook, Islebe Gerald Alexander, Jorge León-Cortés, Calmé Sophie, (ed.). *Biodiversity and Conservation of the Yucatán*. Chetumal, Quintana Roo, México: Springer.

INEGI. (2002). Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo.

INEGI. (2016). Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2015. 39 pp. Recuperado de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825491956/702825491956_3.pdf

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/303305/quintana_roo_2018_02.pdf

Iñiguez Rojas, Luisa (1996) “Lo socioambiental y el bienestar humano,” *Revista Cubana de Salud Pública*. 22 (1) 14 pp. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34661996000100007

Kambesis ON, Coke JG. (2016). “The Sac Actun System, Quintana Roo, México”. *Boletín Geológico y Minero*, 127 (1). 177–192 pp. ISSN: 0366-0176

Kauffer Michel Edith. (2005). *El agua en la frontera México- Guatemala-Belice*. ISBN -

Obra: 970-9712-01-2. ECOSUR, UNACH, The Nature Conservancy. Pp. 543.
Recuperado de <https://www.ecosur.mx/libros/producto/el-agua-en-la-frontera-mexico-guatemala-belice/>

Kawulich, Bárbara. (2005). “La observación participante como método de recolección de datos”. 6(2). Recuperado de www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/download/466/999

Kebede Seifu, Abdalla Osman, Sefelnasr Ahmed, Tindimugaya Callist, Mustafa Osman. (2017). Interaction of surface water and groundwater in the Nile River basin: isotopic and piezometric evidence. *Hydrogeol J.* 25(3):707–726. doi:10.1007/s10040-016-1503-y. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10040-016-1503-y>

Kuri Gonzalo Hach, Carrillo-Rivera José Joel. (2018) ¿Qué hacer con el agua subterránea? Nexos. Recuperado de [https://www.academia.edu/34081781/ Que hacer con el agua subterránea](https://www.academia.edu/34081781/Que_hacer_con_el_agua_subterránea)

Landini Fernando. (2010). “La dinámica de los saberes locales y el proceso de localización del saber científico”. Aportes desde un estudio de caso *. Cuadernos de Desarrollo Rural. 7(65): 19-40 pp. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/117/11716958001.pdf>

Leal-Bautista Rosa María. (2014). Reporte final del proyecto “Determinación de agroquímicos lixiviados en la zona cañera de Quintana Roo”. Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias de: 1–38.

Luces del siglo (26/sept/2017). “Congela APIQROO palafitos en Bacalar” Luces del siglo. Recuperado de <https://www.lucesdelsiglo.com/noticias/congela-apiqroo-palafitos-en-bacalar/41346>

Luo Mingmin, Chen Zihua, Criss Robert, Zhou Hong, Huang He, Han Zhaofeng, Shi Tingting. (2016). Dynamics and anthropogenic impacts of multiple karst flow systems in a mountainous area of South China. *Hydrogeology Journal* 24(8):1993–2002. doi:10.1007/s10040-016-1462-3. [accessed 2017 May 30]. <http://link.springer.com/10.1007/s10040-016-1462-3>.

Marchioni, Marco. (s/f). “Comunidad, participación y desarrollo. Teoría y metodología de la intervención comunitaria”. Editorial Popular S.A. de C.V. Madrid Esp. Recuperado de [https://www.myctb.org/wst/cidecot/Documentos compartidos/Documentación del](https://www.myctb.org/wst/cidecot/Documentos_compartidos/Documentación_del)

[curso de participación/Algunos documentos de referencia en participacion/Comunidad-participación-y-desarrollo-Marco-Marchion-yami.pdf.](#)

- Mardero Sofía, Nickl Elsa, Schmook Birgit, Schneider Laura, Christman Zachary, Lawrence Deborah. (2012). Sequías en el sur de la península de Yucatán: análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación Droughts in the Southern Yucatán Peninsula : analysis of the annual and seasonal precipitation variability. *Investig Geogr Bol Geogr UNAM*. 78(Mx):19–33.
- Martínez Migueles, Miguel. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda Académica*. 7(1):27–39.
- Mejía Navarrete Julio. (2011). “Problemas centrales del análisis de datos cualitativos”. *Revista Latinoamérica de Metodología de la Investigación Social*. 1(1853–6190):47–60 pp.
- Ortiz, Francisco Javier, (2018). “Proyectan hotel con ordenamiento obsoleto”. Periódico Novedades Quintana Roo, sitio web <https://sipse.com/novedades/bacalar/>
- Ortiz, Francisco Javier, (2018). “Sin fecha para el POEL”. Periódico Novedades Quintana Roo, sitio web <https://sipse.com/novedades/bacalar/>
- Perry Eugene, Paytan Adina, Pedersen Bianca, Velázquez-Oliman Guadalupe. (2009). Groundwater geochemistry of the Yucatán Peninsula, México: Constraints on stratigraphy and hydrogeology. *J Hydrol*. 367(1):27–40. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.12.026. [accessed 2017 May 18]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216940900002X>.
- POE, Periódico del Estado de Q Roo. (2001). “Ley de equilibrio ecológico y la protección del ambiente del estado de Quintana Roo”. Recuperado de <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L22-XV-16082018-741.pdf>
- POE, Periódico del Estado de Q Roo. (2018). “Ley de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano del estado de Quintana Roo”. Recuperado de <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L191-XV-16082018-741.pdf>
- Puello Socarrás, José Francisco. (2007). “La dimensión cognitiva en las políticas públicas Interpelación politológica”. *Ciencia Política*. (3):30–57 pp.
- Q Roo, Gobierno del Estado. “Pláticale al Gobernador qué necesitas para tener más y

mejores oportunidades” QRoo.gob.mx. Recuperado de <https://www.qroo.gob.mx/qroo/platicale-al-gobernador-que-necesitas-para-tener-mas-y-mejores-oportunidades>.

Raffestein, Claude. (2011). “Por una geografía del poder”. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/140332368/LIBRO-Por-una-geografia-del-poder-RAFFESTEIN>.

Ramos EI, (PEMEX) PM. 1973. Geological summary of the Yucatán Peninsula. Asociación Mexicana de Geólogos Pet. XXV (1–3):257–282.

Rosado-May Francisco J, Mayo Rafael Romero, Navarrete Alberto de Jesús (ed). (2002). Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la Bahía de Chetumal y su área de influencia. Recuperado de <https://bibotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000046020>

Sabatier PA, Jenkins-Smith HC. (1993). “Policy change and learning: an advocacy coalition approach. Westview Press”. Oulder: West View Press. Recuperado de <https://www.amazon.es/Policy-Change-Learning-Coalition-Theoretical/dp/0813316499>

Sánchez Joan Alerto, Álvarez Teresa, Pacheco Julia Guadalupe, Carrillo Laura, González Amilcar Roger. (2015). Caracterización hidrogeoquímica de las aguas subterráneas del sur del Estado de Quintana Roo, México. Rev Mex Ciencias Geológicas.:62–76.

Sánchez Salazar, María Teresa, Bocco Verdinel, Gerardo; Casado Izquierdo, José María. (2013). “La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica”. (1). Ciudad de México. Recuperado de www.igg.unam.mx/sigg/

SEDETUR Dirección de planeación de turismo de Q.Roo. (2018). Datos pueblos mágicos 2008-2018.

SEDETUR. (2018). Indicadores turísticos en Quintana Roo. Recuperado de http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicadores_Tur_-_Diciembre_2017.pdf

SEFIPLAN. (2016). Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018. Recuperado de <http://bacalar.gob.mx/plan%20municipal/planmunicipal%2020162018.pdf>

SEMA. (2012, 2013a, 2013b, 2017a, 2017b, 2018). Sesiones 1-8 del Comité para el Programa de Ordenamiento Ecológico del municipio de Bacalar. Recuperado de

<http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/sesiones-comite-bacalar>

SEMA. (2012b). Términos de referencia para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de Bacalar. Recuperado de <http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/documentos-tecnicos-bacalar>

SEMARNAT. (2006). "Manual del proceso de ordenamiento ecológico". 136 (1). 23–42 pp.

Taylor PD, Fahrig L, Henein K, Merriam G. 1993. Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure. *Oikos*. 68(3):571. DOI:10.2307/3544927. [accessed 2017 Nov 14]. <http://www.jstor.org/stable/3544927?origin=crossref>.

Torres Melo, Jaime; Santander, Jairo. (2013). "Introducción a las políticas públicas: conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía". Bogotá D.C. Colombia. Editorial IEMP. Procuraduría General de la Nación. Instituto de estudios del ministerio público. ISBN: 978-958-734-137-9.

Tóth József. (1999). Groundwater as a geologic agent: An overview of the causes, processes, and manifestations. *Hydrogeol J.* 7(1):1–14. DOI:10.1007/s100400050176. [accessed 2017 Oct 6]. <http://link.springer.com/10.1007/s100400050176>.

UNESCO-OEA. (2015). "Estrategia regional para la evaluación y gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas". ISBN 9789290891963. Recuperado de http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/launching_of_the_book_4_isarm_americas_program/

Vasilachis de Gialdino. (2006). Estrategias de investigación cualitativa. Gedisa. España.

Vargas Godínez, Carolina; García Ortega, Martha. (2017). "Apropiación y manejo de recursos para la agricultura. Colonias Menonitas en Quintana Roo". SER Migrante.

Vargas Hernández, Adrián. (2015). "Impacto de compuestos orgánicos persistentes (COP's) en la zona sur del acuífero de Quintana Roo". (Tesis de Maestría). Cancún, México. Centro de Investigaciones Científicas de la Península de Yucatán, Unidad de Ciencias del Agua.

Vega, María Dolores. (2002). "La pulverización de la tierra: el minifundio en Licto,

Provincia de Chimborazo”. Ecuador Debate. Centro Andino de Acción Popular. Biblioteca FLACSO. Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/4910>

Vesper Dorothy, Loop Caroline, White William. (2001). Contaminant transport in karst aquifers. *Theor Appl Karstology*. 13–14(2):101–111. DOI:10.1016/0148-9062(96)83847

Yeomans Lourdes Vázquez, Malca Elizabeth, Cordero Sosa, Carrillo Laura. (2015). Fomento de Capacidades en AMP y Conectividad en el Arrecife Mesoamericano: Informe final de ejercicios de conectividad en el Arrecife Mesoamericano 2010 - 2015:1–28.

Anexos

Anexo 1. Guía de categorías deductivas para análisis de entrevistas y diario de campo.

Categoría deductiva	Descripción
Vinculación con el territorio ¿Congruente o no con la vocación natural del territorio?	Los intereses –instrumentales, simbólicos- asociados con su posición manifiesta institucional o no institucionalmente y su relación con el territorio, especialmente con la laguna, el acuífero, la selva o los microbialitos.
Mecanismos de ordenamiento territorial.	Las acciones intra e intersectoriales que se implementan en el reparto y gestión de las tierras. Forma de regulación de uso, repartición, distribución de tierras/parcelas.
Vinculación intersectorial e interactoral hacia el POEL	La forma en que las personas de un sector interactúan con las personas de otro sector o del mismo sector, con el fin posicionar en el POEL su sus intereses. Son de interés la forma y contenido de comunicación y generación de acuerdos En esta categoría importa la influencia que han tenido otros elementos de regulación
Acción colaborativa	La disposición de las personas por trabajar en conjunto con otras, en la búsqueda de sinergias por un fin común. Es posible diferenciar si los fines de la colaboración son congruentes con la vocación natural del sistema cárstico.

Nivel de fomento al involucramiento social en la participación institucionalizada	En esta categoría se identifica la forma en la que el sector gobierno propicia la participación sectorial y actoral para la institución de instrumentos de política pública, los mecanismos de escucha, de construcción participativa, de inclusión.
Utilidad del conocimiento científico	Esta categoría pretende visibilizar la interacción del el sector académico con los instrumentos de política pública, especialmente el POEL y en la generación de imaginarios y tendencias sociales, así como las facilidades que el sector académico brinda para el fomento de la toma de decisiones con base en el conocimiento científico.

Anexo 2. Descripción de las categorías inductivas derivadas del análisis de entrevistas y diario de campo.

Categoría	Subcategoría	Descripción
Tensiones sociales para la consideración de la vocación natural del sistema cárstico en el ordenamiento territorial.	Desvinculación entre políticas públicas.	Síntomas de ausencia de una estructura gubernamental que facilite que dirija los esfuerzos a objetivos comunes con la aplicación integral y transversal de políticas sectoriales,
	Autonomía y volatilidad municipal.	Cuando la autonomía municipal, sumado a un ejercicio desalineado con el gobierno estatal y federal imposibilita un ordenamiento congruente. Y el pronto cambio trianual de administración municipal dificulta la vinculación y continuidad de los procesos.
	Simulación política.	Cuando el sector gobierno opera espacios de co-participación pero lo más usual es que la sociedad no logre posicionar temas en la agenda, ni se vean materializadas sus demandas.
	Conflictos legales de la tenencia de la tierra.	Sobre venta, invasiones de terrenos.
	Especulación sobre el precio de la tierra.	El mercado es el que marca el precio de la venta de tierra, se estipula a oferta y demanda
	Conflictos de interés entre lo debido y lo existente.	Cuando las obras y actividades realizadas antes de entrar en vigor el POEL genera tensiones sociales.

	Desorden y largo tiempo del proceso institucional del POEL.	Informalidad, escaso seguimiento de acuerdos y largos tiempos de elaboración.
	Desvinculación entre la academia y otros sectores.	Cuando el sector académico no participa o facilita la interpretación e intercambio para la aplicación del conocimiento científico o es difícil de entender o encontrar
	Desvinculación entre el gobierno y la sociedad.	La participación no genera respuesta de parte del sector gobierno.
	Desvinculación vida, economía y naturaleza.	Un imaginario social que conceptualiza contraria o no conceptualiza la relación del ambiente y la economía.
	Dificultad para la innovación	Cuando se manifiesta que las acciones hacia la sostenibilidad son utópicas. O la sociedad no fomenta ni practica cambio de costumbres hacia la sustentabilidad socio-territorial.
	Intereses económicos político empresariales y sociales	Los intereses económicos de grandes esferas político-empresariales generan efectos en el retraso el POEL. Algunos de estos son ejidatarios.
	Método ineficiente para la toma de acuerdos	Cuando hay un acercamiento gobierno - sociedad pero éste no resulta en acuerdos mutuos o genera resistencia social.
	Resistencia social	Cuando por descontento social esta reacciona en contra de la PP, como el amparo legal o incluso publicaciones en medios masivos que generan un imaginario no beneficioso para la aceptación del POEL.
	Sentimiento de imposición gubernamental	Cuando el sector social manifiesta que el sector gobierno no les hace partícipes en la toma de decisiones o expresan que el gobierno opera en su contra
	Falta de participación social o participación centralizada en su representante	Cuando las personas delegan la responsabilidad del sector o grupo organizado a la figura del presidente, dejando de participar activamente.

Motivaciones sociales para un ordenamiento congruente	Apertura a la innovación	La apertura a la innovación hace referencia a la evolución en el proceso que muestra la aceptación de las propuestas más congruentes con la vocación natural del territorio y que no han sido aún implementadas.
	Contaminación	Cualquier tipo de contaminación que haga detonar participación.
	Elementos de valor	Cuando las personas expresan que valoran alguno de los atributos naturales o culturales de su territorio.
	Método eficiente en la toma de acuerdos	Cuando se utilizan métodos de construcción participativa y esto genera consensos y acuerdos, así como un sentimiento satisfactorio en los participantes
	Planificación territorial congruente	Cuando la planeación territorial es congruente con la vocación natural del territorio
	Vinculación intersectorial	El tipo de vinculación intersectorial e interactoral que produce que el POEL considere la vocación natural del territorio o que genera apertura a la innovación.
Utilidad del conocimiento científico.	Complejo acceso a la información	Alto nivel de complejidad de acceder o comprender la producción científica
	Sin conocimiento	Falta de conocimiento sobre temas necesarios para sostener el equilibrio ecológico del territorio.