



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL PARA BAJA CALIFORNIA SUR

FASE DE PRONÓSTICO

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.



Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial para Baja California Sur

Fase de pronóstico

La Paz, Baja California Sur, enero de 2021

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Los sistemas socioambientales | 2 |
| Modelación dinámica de sistemas | 6 |
| Elementos considerados para el pronóstico | 9 |
| Deterioro de los bienes y servicios ambientales | 12 |
| Procesos de pérdida de cobertura vegetal, degradación de ecosistemas y de especies sujetas a protección | 14 |
| Modelo de Conservación de la Biodiversidad (MOBI) | 14 |
| Objetivo del MOBI | 14 |
| Estructura del MOBI | 14 |
| Categorización de los mecanismos involucrados en el MOBI | 19 |
| Escenarios de simulación derivados del MOBI | 20 |
| Escenario tendencial del MOBI | 21 |
| Modelo de Conservación del agua (MOCA) | 33 |
| Objetivo del MOCA | 33 |
| Estructura del MOCA | 33 |
| Categorización de los mecanismos involucrados en el MOCA | 37 |
| Escenarios de simulación derivados del MOCA | 38 |
| Modelo de Conservación de la identidad cultural (MOIC) | 49 |
| Objetivo del MOIC | 49 |
| Estructura del MOIC | 49 |
| Axiomas del MOIC | 49 |
| Teoremas del MOIC | 50 |
| Categorización de los mecanismos involucrados en el MOIC | 53 |
| Escenarios de simulación derivados del MOIC | 54 |
| Degradación de ecosistemas y especies sujetas a protección especial | 65 |
| efectos del Cambio climático | 68 |

| | |
|---|-----|
| Consideraciones del Cambio climáticos bajo los tres enfoques de conservación abordados en este documento | 70 |
| Conservación de la Biodiversidad | 70 |
| Conservación del agua | 71 |
| Identidad cultural | 74 |
| Tendencias de crecimiento poblacional y las demandas de infraestructura urbana, equipamiento y servicios urbanos | 76 |
| Expansión de la mancha urbana | 76 |
| Crecimiento poblacional | 81 |
| Equipamiento urbano | 82 |
| Proyecciones en los requerimientos de equipamiento urbano futuro por localidad | 82 |
| Categorías de Edificaciones y Equipamientos Urbanos | 83 |
| Impactos ambientales acumulativos | 88 |
| Tendencias de degradación de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales | 90 |
| Efecto del cambio futuro del atributo clave, Índice de Disponibilidad de Energía Eléctrica (IDEE) | 92 |
| Análisis de conflictos por modificación en los atributos ambientales | 96 |
| Efecto del cambio futuro del atributo clave, Índice de Disponibilidad de Agua (IDA) | 99 |
| Referencias bibliográficas | 100 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Atributos considerados en el Sector Conservación | 10 |
| Tabla 2 Valores de ponderación para riqueza dentro de cada subsistema | 16 |
| Tabla 3 Valores de entrada considerados en el MOBI | 21 |
| Tabla 4 Valores de entrada considerados para el MOBI en el escenario contextual | 23 |
| Tabla 5 Valores de compensación empleados en el escenario estratégico del COBI | 25 |
| Tabla 6 Porcentaje promedio de uso del agua en BCS por sector | 38 |

| | |
|---|----|
| Tabla 7 Valores de entrada considerados para el escenario tendencial del MOCA | 41 |
| Tabla 8 Valores de entrada considerados para el escenario contextual del MOCA | 44 |
| Tabla 9 valores de entrada considerados para el escenario estratégico del MOCA..... | 47 |
| Tabla 10 Valores considerados para el escenario tendencial del MOIC..... | 55 |
| Tabla 11 Valores considerados para el escenario contextual del MOIC..... | 57 |
| Tabla 12 Valores considerados para el escenario estratégico 1 del MOIC..... | 61 |
| Tabla 13 Valores considerados para el escenario estratégico 2 del MOIC..... | 62 |
| Tabla 14 Parámetros demográficos de principales localidades en el estado de BCS. Censos poblacionales https://www.coneval.org.mx/sitios/RIEF/Documents/Bajacaliforniasur-informacion-estrategica-2015.pdf . T.Crec. (Tasa de crecimiento poblacional: personas/año); Dir.Crec. (Dirección del crecimiento de las localidades: puntos cardinales); n.d. (no datos); - (no se considera)..... | 81 |
| Tabla 15 Número de años para alcanzar los niveles poblacionales de 2500, 5000 y 10000 habitantes por localidad en el estado de BCS..... | 86 |
| Tabla 16 Cambio en las áreas definidas por el Índice de Disponibilidad de Energía Eléctrica (IDEE) debido a la ejecución de proyectos futuros de electrificación según el Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, PRODESEN 2019-2033. | 98 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 Elementos básicos utilizados para la esquematización de los módulos de los modelos | 7 |
| FIGURA 2 Diagrama Básico de flujo del modelo de Conservación de la Biodiversidad (MOBI), se muestra únicamente el referente al subsistema V1 que corresponde al tipo de Vegetación Bosque de encino, encino-pino y pino -encino según la FIGURA 3..... | 17 |
| FIGURA 3 Subsistemas considerados en el COBI, así como sus valores indicativos | 18 |
| FIGURA 4 Pantalla de inicio (panel izquierdo) y manejador del modelo MOBI (panel derecho) | 19 |
| FIGURA 5 Valores de salida del escenario tendencial del MOBI por subsistema | 22 |
| FIGURA 6 Valores de salida del escenario tendencial del MOBI en el Estado..... | 22 |
| FIGURA 7 Valores de salida del escenario contextual del MOBI por subsistema | 24 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 8 Valores de salida del escenario contextual del MOBI en el Estado..... | 24 |
| FIGURA 9 Valores de salida del escenario estratégico del MOBI por subsistema | 25 |
| FIGURA 10 Valores de salida del escenario estRatégico del MOBI en el Estado | 26 |
| FIGURA 11 Índice de degradación vegetal para BCS considerando las tasas de disminución de cobertura vegetal Correspondiente al escenario tendencial del MOBI y su correspondiente valor tendencial del NDVI. | 28 |
| FIGURA 12 Índice de degradación vegetal para BCS considerando el escenario contextual del MOBI a 25 años | 29 |
| FIGURA 13 Índice de degradación vegetal para BCS considerando el escenario contextual del MOBI a 50 años | 30 |
| FIGURA 14 Índice de degradación vegetal para BCS considerando el escenario estratégico del MOBI a 50 años..... | 31 |
| FIGURA 15 Pantalla de inicio y manejador del MOCA. Se incluye la referencia visual y valores de entrada de cada acuífero..... | 35 |
| FIGURA 16 Zonas pluviométricas en BCS, modificado de Salinas Zavala y colaboradores, 1990 | 36 |
| FIGURA 17 Diagrama básico de flujo del modelo de conservación del agua (MOCA). Se muestra únicamente el referente al estado. Para cada acuífero del estado corre un modelo similar. | 37 |
| FIGURA 18 Comportamineto de la DMA, la adisponibilidad por unidad de Desarrollo y La Recarga para el EScenario tendencial del MOCA..... | 42 |
| FIGURA 19 Escenario contextual de los acuíferos en BCS. El color rojo marca los acuíferos deficitarios, el color verde señala a los acuíferos superavitarios..... | 43 |
| FIGURA 20 Comportamiento de la DMA, la disponibilidad por unidad de desarrollo y la recarga en el escenario contextual del MOCA | 45 |
| FIGURA 21 Escenario tendencial de los acuíferos en BCS. El color amarillo señala al acuífero del Vizcaíno, único que cambia su condición según las proyecciones del MOCA, pasando de superavitario a deficitario en el 2028 y posteriormente recuperando su condición superavitaria en 2052. | 46 |
| FIGURA 22 Comportamiento de la DMA, la disponibilidad por unidad de desarrollo y la recarga en el escenario estratégico del MOCA. | 47 |
| FIGURA 23 Escenario estratégico de los acuíferos en BCS | 48 |
| FIGURA 24 Diagrama de flujo del modelo de Conservación de la Identidad Cultural (MOIC)..... | 52 |
| FIGURA 25 Imagen del Manejador del MOIC en Stella, se presentan alineados a la izquierda los moduladores (cajas grises) que implican flujos de ganaNcia de identidad | |

| | |
|---|----|
| cultural, mientras que alineados a la derecha se observan los moduladores que implican pérdida de ésta. | 53 |
| FIGURA 26 Valores de salida del escenario tendencial del MOIC | 55 |
| FIGURA 27 Escenario Tendencial del MOIC considerando las rancherías con 10 o más habitantes | 56 |
| FIGURA 28 Valores de salida del escenario contextual del MOIC | 58 |
| FIGURA 29 Escenario contextual I del MOIC eliminando las rancherías con 19 o menos habitantes | 59 |
| FIGURA 30 Escenario contextual II del MOIC eliminando las rancherías con 29 o menos habitantes | 60 |
| FIGURA 31 Valores de salida del escenario estratégico 1 del MOIC | 62 |
| FIGURA 32 Valores de salida del escenario estratégico 2 del MOIC | 63 |
| FIGURA 33 Escenario estratégico del MOIC considerando la preservación de las rancherías actuales con por lo menos 10 habitantes | 64 |
| FIGURA 34 Porcentaje de especies de flora y fauna bajo protección por tipo de vegetación | 66 |
| FIGURA 35 Escenario de simulación del MOCA considerando las proyecciones de cambio climático para el Estado..... | 74 |
| FIGURA 36 Simulación de crecimiento urbano para los asentamientos de Los cabos empleando el modelo SLEUTH para el periodo 2017-2060. | 77 |
| FIGURA 37 Simulación de crecimiento urbano para los asentamientos de La Paz empleando el modelo SLEUTH para el periodo 2017-2060. | 78 |
| FIGURA 38 Crecimiento de la mancha urbana en los principales asentamientos del territorio de Baja California Sur. | 80 |
| FIGURA 39 Índice de impactos ambientales acumulativos para BCS..... | 89 |
| FIGURA 40 Comportamiento de la demanda eléctrica en BCS durante el periodo 2016-2018. | 93 |
| FIGURA 41 Proyectos a futuro: la interconexión al SNE. Figura tomada de CENACE (2018) | 94 |
| FIGURA 42 Proyectos a futuro de cobertura del servicio eléctrico. Figura tomada de CENACE (2018) | 95 |
| FIGURA 43 Comparación del atributo Disponibilidad de energía Eléctrica (IDEE). Panel izquierdo: situación actual. Panel derecho: escenario proyectado | 97 |

INTRODUCCIÓN

Sobre la base de lo establecido en el Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico, de la SEMARNAT, el pronóstico es la evaluación del comportamiento futuro de una situación, basándose en el análisis del pasado. Por ello, depende de un buen diagnóstico para que las previsiones que se puedan hacer a través del pronóstico sean robustas y nos permitan hacer inferencias válidas.

En general, **y sobre la base del artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA)**, el objetivo del Pronóstico es *examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir del pronóstico del comportamiento de las variables naturales, sociales y económicas que puedan influenciar el patrón de ocupación territorial que hagan los diversos sectores en el área de Ordenamiento Ecológico*. A lo largo de este documento, se abordarán cada uno de los seis apartados listados en el artículo referido, los cuales son:

- I. El deterioro de los bienes y servicios ambientales;
- II. Los procesos de pérdida de cobertura vegetal, degradación de ecosistemas y de especies sujetas a protección;
- III. Los efectos del cambio climático;
- IV. Las tendencias de crecimiento poblacional y las demandas de infraestructura urbana, equipamiento y servicios urbanos;
- V. Los impactos ambientales acumulativos considerando sus causas y efectos en tiempo y lugar;
- VI. Las tendencias de degradación de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

En este sentido las actividades prioritarias de esta fase son analizar los procesos de deterioro de los atributos ambientales que definen la aptitud de cada sector, con la finalidad de obtener mapas de tendencias de degradación de los atributos ambientales que definen la aptitud de cada sector; asimismo se llevará a cabo la construcción y descripción de los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Las ventajas del pronóstico son que apoya a la toma de decisiones y permite mayor flexibilidad en la elaboración de los planes y mayor elemento que ayuden en la toma de decisiones.

Para esta etapa de pronóstico, se planteó como objeto acorde a los términos de referencia elaborados por SEMARNAT, examinar la evolución de los conflictos ambientales en función de los comportamientos futuros de las variables naturales, sociales y económicas que pueden influir en el patrón de distribución de los usos del suelo en el área de ordenamiento, considerando tres diferentes escenarios: tendencial, contextual y estratégico.

Para cumplimiento de lo anterior se desarrollaron tres modelos dinámicos socioambientales, que en su conjunto contienen los componentes relacionados con la conservación, restauración o aprovechamiento de los recursos naturales, así como los procesos por medio de los cuales estos interactúan. En consecuencia, los modelos servirán de puente para hacer vinculaciones interpretativas entre los resultados de la caracterización y el diagnóstico y los elementos que se verán plasmados en los escenarios prospectivos y las estrategias e indicadores de la propuesta o modelo de ordenamiento.

LOS SISTEMAS SOCIOAMBIENTALES

Los sistemas socioambientales (SSA) son complejos por la gran cantidad de componentes que tienen y por el alto nivel de interacción que existe entre ellos, sin caer en la sobre simplificación, y con la finalidad de facilitar el entendimiento de la presente propuesta se pueden hablar de dos subsistemas principales: 1) el subsistema ambiental que engloba la variabilidad natural y a todas las comunidades vivas (excepto el hombre); y 2) el subsistema social que engloba la comunidad de humanos y a la variabilidad asociada a cambios generados por ellos mismos. Para el caso de los sistemas socioambientales en el Estado de BCS, las interacciones entre el subsistema social y el subsistema ambiental es muy estrecha, particularmente por el uso que hace el hombre del sistema a través de los sectores productivos como la pesca, la agricultura y la ganadería. Esta interacción depende en gran medida de la abundancia de recursos los recursos naturales, como el agua y la vegetación, que a su vez, está altamente influenciada por la variabilidad ambiental; por su parte, la extracción de los recursos depende de la demanda del mismo (uso de los recursos), así como de las medidas y políticas de ordenamiento que sobre ellos apliquen, lo cual nos pone nuevamente en el contexto de un sistema socioambiental complejo cuyos cambios suelen ocurrir en escalas espaciales y temporales muy diversas, creando

incertidumbre e inestabilidad en el manejo tanto de los recursos naturales como de los recursos humanos.

Los cambios en los SSA suelen ser acumulativos y sinérgicos, por lo que tienen el potencial de “empujar” más allá del rango de variabilidad “normal” pudiendo generar consecuencias no sólo en la estructura sino también en la función del SSA. En este contexto, el interés científico es cada vez mayor en comprender la resiliencia de los sistemas socioambientales; es decir, su capacidad para absorber y responder al cambio forzado por externalidades ambientales o sociales; fortaleciendo con ello la comprensión de su dinámica (Folke, 2006). El concepto de resiliencia se introdujo en la literatura ecológica con la aportación de Holling en 1973, como una forma para comprender las dinámicas no lineales, así como los procesos a través de los cuales los ecosistemas se auto mantienen y persisten frente a perturbaciones y los cambios.

De acuerdo con ello, la resiliencia hace hincapié en las condiciones de un sistema complejo alejado del equilibrio donde las inestabilidades pueden transformar al mismo para que presente otro régimen de comportamiento; así la resiliencia es medida por la magnitud de perturbaciones que pueden ser absorbidas por el sistema antes de que sea reorganizado con diferentes variables y procesos (Holling, 1973). Scheffer y Jackson (2001) por su parte, argumentan que la resiliencia incrementa la probabilidad de evitar cambios a “dominios de estabilidad” no deseados, además provee flexibilidad y oportunidad para desarrollar un sistema sustentable. Con base en ello, la Resilience Alliance (2002) menciona que el concepto de resiliencia tiene tres características definitorias:

- La cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales,
- El grado en el que el sistema es capaz de auto organizarse,
- La habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse.

En este sentido, la dinámica de sistemas complejos está dirigida a cuatro aspectos estrechamente interrelacionados entre sí:

- Las perturbaciones que desestabilizan el “estado base”, y que son una fuerza esencial en la transformación de sistemas complejos.
- La diversidad, que provee las fuentes para las respuestas adaptativas

- El conocimiento, que permite acceso a información, la experiencia y el aprendizaje, y
- La auto organización, que utiliza la memoria del sistema complejo (su historia de transformaciones) para el proceso de renovación y reorganización.

Gunderson y Holling (2002) afirman que la supresión de alguno de estos factores hará, indefectiblemente, al sistema poco sustentable en el tiempo.

Dado que el concepto está directamente asociado con la sustentabilidad de los sistemas, la resiliencia no es una propiedad absoluta ni fija, sino que, por el contrario, es variable en el tiempo y el espacio y depende en gran medida, de las acciones y relaciones del sistema. Así, un sistema comienza a “perder” resiliencia cuando su potencial de cambio de estado se incrementa, es decir que las posibilidades de pasar a un estado o configuración organizacional diferente aumentan. Este entendimiento es sumamente importante para la generación de conocimiento nuevo sobre el análisis de los ecosistemas y por ende para su comprensión no sólo estructural sino funcional (Walker *et al.*, 2006). El punto en el que se produce esta transición, cuando hay un cambio en el estado de un sistema, se define como umbral (Groffman *et al.*, 2006). Comprender los umbrales es crítico porque cruzarlos puede crear cambios inesperados y duraderos en los sistemas socioambientales generando consecuencias significativas de alcances diversos.

La determinación de cómo los sistemas socioambientales responderán al cambio es una pregunta clave de investigación, y de gran utilidad tanto para los administradores como para los usuarios de los recursos, ya que teóricamente, la sustentabilidad se logra en la intersección de las esferas ecológica, económica y social que representan los tres componentes del desarrollo sustentable.

Dada la complejidad de los SSA, resulta muy práctico categorizar los mecanismos que intervienen en la dinámica de los sistemas. Al contexto del ordenamiento ecológico Gajpal y colaboradores (1994) sugieren tres categorías: 1) *mecanismos vitales*, cuya anulación podría colapsar al sistema; 2) *mecanismos necesarios* cuyo cambio genera modificaciones drásticas en el sistema y, 3) *mecanismos deseables*, que se relacionan con la calidad y el valor del sistema en buen estado.

La consideración de estos mecanismos representa ventajas fundamentales en el marco del ordenamiento ecológico ya que a partir de ellos se puede establecer una base objetiva

sobre la cual diseñar los escenarios buscados. El mejor método hasta ahora para abordar este problema es la modelación dinámica en cuales quiera de sus modalidades.

MODELACIÓN DINÁMICA DE SISTEMAS

Los filósofos de la ciencia han reconocido, desde hace ya varias décadas, que una de las principales actividades de la práctica científica normal consiste en la construcción y aplicación de modelos. Una descripción de estas prácticas de la ciencia, que son tanto teóricas como experimentales, muestra que hay numerosos tipos de modelos científicos, entre otros, mapas, maquetas, íconos, prototipos, sistemas de ecuaciones y simulaciones computacionales. Un modelo, por consiguiente, puede ser tanto un objeto concreto como uno abstracto. Además, es evidente que los modelos desempeñan funciones muy diversas, que van desde la predicción teórica hasta la enseñanza de la ciencia. La función heurística de los modelos se admite de manera casi unánime. La capacidad explicativa de los modelos, en cambio, ha sido más discutida. En cualquier caso, la finalidad con la que se construyen los modelos depende de los intereses de los usuarios de tales modelos. Un mismo modelo puede desempeñar varias funciones a la vez en un mismo contexto de aplicación, así como migrar, usualmente luego de sufrir modificaciones, de un contexto a otro, e incluso de una disciplina a otra diferente (Cassini, 2015).

El uso de modelos, a veces llamado "modelación", es un instrumento muy común en el estudio de sistemas de toda índole. En nuestra consideración, son especialmente importantes porque ellos nos ayudan a comprender el funcionamiento de los sistemas. El empleo de modelos facilita el estudio de los sistemas, aun cuando éstos puedan contener muchos componentes y mostrar numerosas interacciones como puede ocurrir si se trata de sistemas socioambientales. El trabajo de modelación constituye una actividad técnica como cualquiera otra, y dicha labor puede ser sencilla o compleja según el tipo de problema específico que deba analizarse.

Un modelo funcional es un instrumento que sirve a su propósito en forma adecuada y que deja satisfecho al utilizador. Un buen modelo funcional toma en cuenta todos los factores esenciales e ignora por completo los detalles superfinos. Por eso, es de suma importancia disponer de un propósito muy claro y preciso antes de comenzar a elaborar el modelo.

Los requisitos primordiales para construir cualquier modelo son:

- Un propósito claramente definido.
- Identificar las consideraciones esenciales (incluir en el modelo).
- Desechar consideraciones superfluas (estas son fuente de confusión).

- El modelo debe representar la realidad en forma simplificada.

Hay diversos tipos de modelos en uso y difieren entre ellos según el propósito que se persiga. La diversidad va desde el más básico modelo físico como ser una simple ecuación, hasta modelos más complicados y complejos que sólo pueden utilizarse empleando gran infraestructura y poder de cómputo. Los modelos que se desarrollaron para este trabajo en particular se realizaron empleando el software Stella 9.1.4. que permite la modelación dinámica de sistemas a través de un lenguaje formal bastante simple, en el que inicialmente podemos reconocer cuatro tipos de elementos: variable de estado, variable de flujo, convertidor y conector (FIGURA 1).

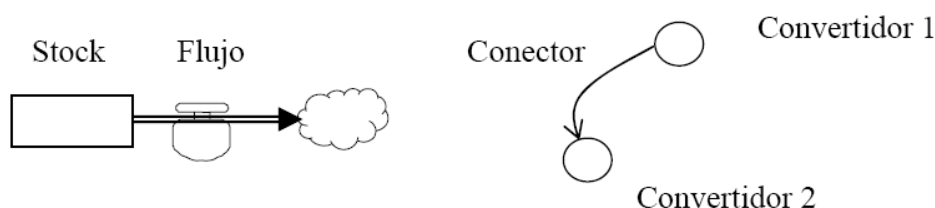


FIGURA 1 ELEMENTOS BÁSICOS UTILIZADOS PARA LA ESQUEMATIZACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LOS MODELOS

Variables de estado (Stock): Es un símbolo genérico para cualquier cosa que acumula o consume recursos. Por ejemplo: Agua acumulada en un contenedor. En cualquier tiempo, la cantidad de agua en el contenedor refleja la acumulación del agua que fluye desde la llave, menos lo que fluye hacia el drenaje. La cantidad de agua es una medida de la variable de estado (stock) del agua.

Flujo: Es la tasa de cambio de una variable de estado (stock). En el ejemplo anterior, los flujos son el agua que entra y el agua que sale.

Convertidor: Un convertidor se utiliza para tomar datos de entrada y manipularlos para convertir esa entrada en alguna señal de salida. En el ejemplo, si se toma el control de la llave que vierte el agua al interior, el convertidor toma como entrada esta acción en la llave y convierte la señal en una salida que se refleja en la salida de agua.

Conector: Un conector es una flecha que le permite a la información pasar entre: convertidores; stocks y convertidores; stocks, flujos y convertidores. Un conector cuya

dirección va de un convertidor 1 a un convertidor 2 significa que el convertidor 2 es función del convertidor 1. En otras palabras, el convertidor 1 afecta al convertidor 2.

Nota: La nube que sale del flujo representa el medio circundante, no modelado.

Estos cuatro elementos, son de gran utilidad ya que si en un sistema dinámico, en su proceso de modelación, no se discrimina entre todas las variables del sistema que entrarán a formar parte del modelo, como variable de estado y como variable de flujos, entonces no se podrá modelar el sistema dinámico.

Esta herramienta de modelación presenta tres submódulos o capas: 1. La de “mapeo”, que permite definir valores iniciales de stocks, flujos o conectores, donde también nos permite mostrar la presentación del modelo conceptual ya terminado. 2. La capa de construcción del modelo, que en conjunto con la capa anterior constituyen la verdadera área de trabajo, ya que aquí se definen los valores iniciales de las variables y de las tasas de cambio. 3. La capa de ecuaciones matemáticas utilizadas en el modelo, que el usuario puede evitar si no le interesa mucho la parte matemática del modelo.

ELEMENTOS CONSIDERADOS PARA EL PRONÓSTICO

Como se mencionó en la fase de diagnóstico, para el ejercicio del POET-BCS, se seleccionaron ocho sectores productivos de los cuales seis sectores son representativos del sector primario, uno del sector secundario y uno del sector terciario, adicionalmente y con la finalidad de ser evaluado de la misma manera que el resto de las actividades productivas, se consideró la actividad de Conservación como un sector más (SCO). Si bien Conservación no es un Sector Productivo, para el POET-BCS si se consideró, dado el principio de uso del suelo.

Ahora bien, para efectos del análisis de aptitud, el **interés sectorial** se representó por medio de un **objetivo sectorial**; es decir, como enunciado que refleja el estado deseable del territorio que le convenga ocupar, ya sea para el aprovechamiento de determinados recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales o la conservación de la biodiversidad, dependiendo del sector socioeconómico de que se trate. Se consideró, asimismo, que **un objetivo sectorial está condicionado por un conjunto de atributos o criterios ambientales**, que pueden ser de carácter físico, biológico o socioeconómico. La selección de atributos ayudó a limitar en un número manejable (subconjunto) el universo de atributos originales. En términos generales, la meta de selección de atributos fue seleccionar el subconjunto más pequeño de atributos tal que su uso sea representativo de la meta que estemos buscando, es decir, que sea lo más parecido posible al escenario óptimo. Se eligieron los atributos que a juicio de los expertos deberían de ser considerados, tomando en cuenta los siguientes principios:

- a. Son independientes entre sí (no se correlacionan entre ellos)
- b. En medida de lo posible se eligió el mismo número de atributos por ámbito de incidencia (físico y social)
- c. Deben de ser cuantitativos y cartografiables

Con estos considerandos, el objetivo sectorial y los atributos para el Sector Conservación (SCO) fueron los siguientes:

Objetivo sectorial: Identificar las áreas en el Estado, que por su aptitud tengan mayor relevancia desde el punto de vista ecológico y del patrimonio cultural, enfatizando los sitios que no estén consideradas

dentro de un área natural protegida para dar certidumbre en el uso del suelo y minimizar conflictos con otros sectores.

TABLA 1 ATRIBUTOS CONSIDERADOS EN EL SECTOR CONSERVACIÓN

| Sector | Objetivos de Conservación | Atributo | Consideración |
|---------------------|---------------------------|---|--|
| CONSERVACIÓN | AGUA | Cota superior a los 400m | Como indicador de las zonas de captación de lluvia para la recarga hidrológica |
| | | Disponibilidad de agua | Distancia cuerpos permanente de agua (presas, oasis, manantiales y pozos) |
| | BIODIVERSIDAD | Endemismo | Proporción de endemismos con respecto a la riqueza por tipo de vegetación |
| | | Riqueza | Número total de especies por tipo de vegetación |
| | IDENTIDAD CULTURAL | Ranchos | Localidades de entre 20 y 50 h |
| | | Sitios arqueológicos (Incluye monumentos naturales) | Los establecidos por el INAH |

Estos objetivos de conservación se retomaron para realizar los modelos que en su conjunto permitirán la obtención de escenarios socioambientales que nos permitan dar elementos tendenciales, contextuales, y estratégicos para el ordenamiento ecológico territorial de la entidad.

Como se puede observar en la Tabla 1, los objetivos de conservación considerados dentro de este instrumento de planeación fueron tres: La conservación del agua, la conservación de la biodiversidad y la conservación de la identidad cultural. Estos objetivos se definieron sobre la base de las características del estado de Baja California Sur: Primero se consideró su ubicación geográfica, la cual se encuentra dentro del cinturón de altas presiones del hemisferio norte; que, en conjunto con la condición térmica de la Corriente de California, que baña las costas del estado en su lado occidental, la ubican como una zona semiárida con precipitación pluvial muy escasa y alta frecuencia de eventos de aridez meteorológica. Lo anterior, propicia que la disponibilidad de agua sea baja para el desarrollo de actividades productivas y cotidianas por lo que se vuelven un objeto de conservación prioritario para el desarrollo sostenible en el estado de Baja California Sur.

El carácter peninsular del estado le confiere aislamiento geográfico suficiente para contener una biota particularmente rica en endemismos y alta riqueza biológica. Adicionalmente, la ubicación geográfica del estado de Baja California Sur, lo ubica en una zona transicional tanto climática como oceanográfica, clasificándolo como un ecotono de jerarquía superior. En conjunto estas dos características: peninsularidad y ecotonalidad contribuyen de manera sustancial en la definición de un capital natural muy diverso, lo que hace de la media península un sitio biogeográfico particular. Es por ello por lo que la conservación de la biodiversidad fue considerada fundamental como objetivo de conservación en el estado, al margen del deterioro ambiental que las actividades humanas pueden ocasionar.

Este mismo aislamiento geográfico, definido por la separación del macizo continental por el Golfo de California y una extensión de más de 800 km en sentido latitudinal, con una sola carretera pavimentada hace apenas poco más de cuarenta años, hicieron de esta tierra sudcaliforniana un espacio con características sociales propias. Definieron una forma de vida basada en la condición de territorio federal, donde las mercancías provenientes principalmente de EUA transitaban el estado de manera libre. La identidad sudcaliforniana podemos decir que tiene matices. Por un lado, en el norte del estado las actividades pesqueras y mineras fueron formando una idiosincrasia basada en la extracción de productos del mar de alto valor comercial; así como también lo hicieron la producción de sal y cobre. Esta parte del estado las costumbres siempre estuvieron relacionadas con los pueblos de la frontera con EUA. Sin embargo, la forma de vida rural, esa que se asocia con la vida en el rancho, define con mayor claridad y extensión la idiosincrasia sudcaliforniana. Las actividades rurales de producción de ganado, tanto caprino como bovino y la agricultura, se han desarrollado a pesar de la histórica falta de agua. Recientemente, la industria turística ha definido en gran medida la economía estatal y también ha moldeado la identidad cultural, al contribuir con la inmigración de personas, nacionales y extranjeras, en los polos turísticos de gran nivel como Los Cabos. Por lo anterior, este documento de planeación ambiental consideró prioritario incluir dentro de sus objetivos de conservación la identidad cultural sudcaliforniana, apegándonos de esta forma a los principios del nuevo enfoque, los sistemas socioecológicos.

DETERIORO DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

Se reconoce como **bienes ambientales** a los recursos tangibles utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso, tales como: madera, frutos, pieles, carne, semillas, medicinas, entre otros, que son utilizados por el ser humano para su consumo o comercialización; mientras que los **servicios ambientales** tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor. Los servicios ambientales se dice que son beneficios intangibles (aquellos que sabemos existen, pero cuya cuantificación y valoración resultan complicadas), son considerados como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre, entre los que se pueden citar regulación de gases (producción de oxígeno y secuestro de carbono), belleza escénica, áreas de producción y sustento, etc. (CONAFOR, 2015).

Según Montero y García, (2017), el deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos está relacionado en gran medida con el crecimiento de las ciudades que carecen de modelos de ocupación regulados y coherentes con la funcionalidad ecosistémica, o dicho de otra manera por ocupaciones que transforman la estructura y función ecológica principal de los territorios afectando con ello la sostenibilidad de estos.

Por su parte, Quintero *et al.*, (2017), señalan que la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos contribuyen directa o indirectamente al detrimento de aspectos del bienestar humano como la salud y la seguridad alimentaria, incrementado la vulnerabilidad y riesgo de las ciudades.

En este sentido, para el caso de BCS consideramos el crecimiento de los principales asentamientos humanos en el Estado: San José del Cabo, Cabo San Lucas, Todos Santos, La Paz, Ciudad Constitución, Loreto y Santa Rosalía, con la finalidad de observar las tendencias de crecimiento en dos aspectos fundamentales: tasa de crecimiento y dirección de crecimiento. Sobre la base de la información analizada, se observa que existe una acelerada tasa de urbanización en la porción sur de BCS, particularmente en el municipio de Los Cabos, mientras que, para la porción central, en Comondú y Loreto, la tasa es considerablemente más baja y en la porción norte, es decir en Mulegé, si bien presentó en términos relativos el mayor crecimiento en expansión, continúa siendo un asentamiento muy pequeño que cupa menos del 5% del área ocupada por la capital del Estado. El detalle

de las tasas de crecimiento se aborda en el apartado de Tendencias de crecimiento poblacional y las demandas de infraestructura urbana, equipamiento y servicios urbanos.

PROCESOS DE PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL, DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS Y DE ESPECIES SUJETAS A PROTECCIÓN

Ahora bien, para analizar con mayor detalle los procesos de pérdida de cobertura vegetal y degradación de ecosistemas se diseñaron *exprofeso* tres modelos de simulación dinámica, de los cuales el primero denominado **Modelo de conservación de la biodiversidad (MOBI)** se centra en los cambios de pérdida de cobertura vegetal y los diferentes impactos que de ello se deriva; el segundo modelo de simulación llamado **Modelo de conservación del agua (MOCA)**, tiene como eje central la variabilidad en la captación (recarga) del recurso hídrico en los acuíferos del estado, los cuales son las principales fuentes para la obtención del recurso así como los impactos que de ello se derive y, finalmente, el tercer modelo de simulación dinámica se denomina **Modelo de conservación de la identidad cultural (MOIC)**, cuyo objetivo es simular el comportamiento de dicho atributo ante diferentes escenarios.

En conjunto, la combinación de estos modelos, permiten la posibilidad de expresar tanto temporal como espacialmente los escenarios contextual, tendencial y estratégico indicados en el manual del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial.

MODELO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (MOBI)

Como se mencionó en el apartado anterior, con este instrumento se busca modelar los mecanismos involucrados en la conservación de la biodiversidad de BCS, con la finalidad de tener elementos que ayuden a minimizar los posibles conflictos socio ambientales entre los sectores productivos considerados.

OBJETIVO DEL MOBI

Simular los escenarios tendencial, contextual y estratégico para los mecanismos que intervienen en el proceso de conservación de la biodiversidad en Baja California Sur

ESTRUCTURA DEL MOBI

Los mecanismos considerados en este modelo se basan en los siguientes axiomas y teoremas. Se entiende por axioma al enunciado tan evidente que se considera que no

requiere demostración; mientras que por teorema nos referimos a una proposición cuya verdad no puede ser evidente en sí misma y que puede ser demostrada dentro de un sistema formal.

AXIOMAS DEL MOBI

1. El carácter peninsular del estado le confiere aislamiento geográfico suficiente para contener una biota particularmente rica en endemismos y alta riqueza biológica.
2. La ubicación geográfica de Baja California Sur, lo ubica en una zona transicional tanto climática como oceanográfica, clasificándolo como un ecotono de jerarquía superior.
3. La conjunción de las dos características mencionadas en los axiomas 1 y 2 contribuyen de manera sustancial en la definición de un capital natural muy diverso.
4. Baja California Sur es un sitio biogeográfico particular.
5. La conservación de la biodiversidad es un deber común.
6. La fauna de los ecosistemas está relacionada con la flora presente en los mismos.
7. La pérdida de cobertura vegetal nativa incide en la disminución de fauna nativa.
8. Las actividades de desarrollo productivo requieren cambios de uso del suelo.
9. El cambio de uso de suelo impacta la biodiversidad.
10. La pérdida de biodiversidad impacta de manera directa el capital natural de Baja California Sur.

TEOREMAS DEL MOBI

1. El MOBI es un modelo balanceado.
2. El MOBI contempla 11 subsistemas que corresponden a 11 unidades fisonómico-florísticas (Tabla 2).
3. Cada subsistema tiene una ponderación diferenciada de riqueza (Tabla 2) definida en el Taller de expertos del Sector Conservación

TABLA 2 VALORES DE PONDERACIÓN PARA RIQUEZA DENTRO DE CADA SUBSISTEMA

| Subsistema | Riqueza |
|---|---------|
| Bosque | 0.2498 |
| Dunas | 0.0098 |
| Halófila | 0.0627 |
| Vegetación de desiertos arenosos | 0.0098 |
| Manglar | 0.0287 |
| Matorral | 0.1548 |
| Matorral neblina | 0.0400 |
| Mezquital | 0.0452 |
| Vegetación de galería | 0.0452 |
| Micrófilo | 0.0480 |
| Selva baja | 0.3060 |

4. Dentro de cada subsistema los valores de riqueza pueden tener pérdida y/o recuperación, pero no ganancia.
5. La tasa de conservación de la biodiversidad de cada subsistema estará afectada por la proporción de la cobertura (área) que dicho subsistema tenga, sobre la base de la relación teórica área-riqueza propuesta por MacArthur y Wilson, (1963).
6. La tasa de disminución de la biodiversidad está en función de la tasa de impacto generada por los diversos proyectos de desarrollo sobre los diferentes subsistemas.
7. La tasa de conservación de la biodiversidad está directamente en función de las medidas de mitigación y compensación aplicadas, así como del cumplimiento de estas.
8. Las medidas de compensación dentro del MOBI consideran únicamente vegetación nativa del subsistema afectado.

En este modelo se simulan los mecanismos que, a juicio de los expertos, se ven involucrados en la Conservación de la Biodiversidad y sus procesos, la estructura del modelo se representa en el diagrama de flujo de la FIGURA 2. Es importante mencionar que se está mostrando el diagrama básico empleado para cada subsistema, es decir que corresponde a uno de 11 módulos que en sí forman el MOBI. También es importante mencionar que para efectos de este documento se muestran únicamente los escenarios promedio estatales, mientras que para la fase de propuesta se emplearán los escenarios pertinentes al subsistema o subsistemas dominantes dentro de la UGA correspondiente.

Por su parte en la FIGURA 4, se muestra una captura de pantalla de la carátula y del manejador del MOBI, a la derecha se pueden observar los gráficos diferenciados para cada subsistema considerado, así como el correspondiente al cambio general (estatal). Los gráficos muestran los resultados según el escenario planteado, cada subsistema muestra en la parte superior los moduladores (cajas grises) tanto para simular los flujos de pérdida como para simular los flujos de compensación.

El diagrama del MOBI como puede observarse en la FIGURA 2, únicamente cuenta con una variable de estado (stock) que representa el área de cobertura del subsistema en cuestión, es decir de cada tipo de vegetación. Los flujos de entrada están representados por la compensación y los flujos de salida por la pérdida de cobertura. El área de cobertura está a su vez relacionada con los valores de importancia de riqueza y endemismo según la valoración dada por los expertos (Tabla 2).

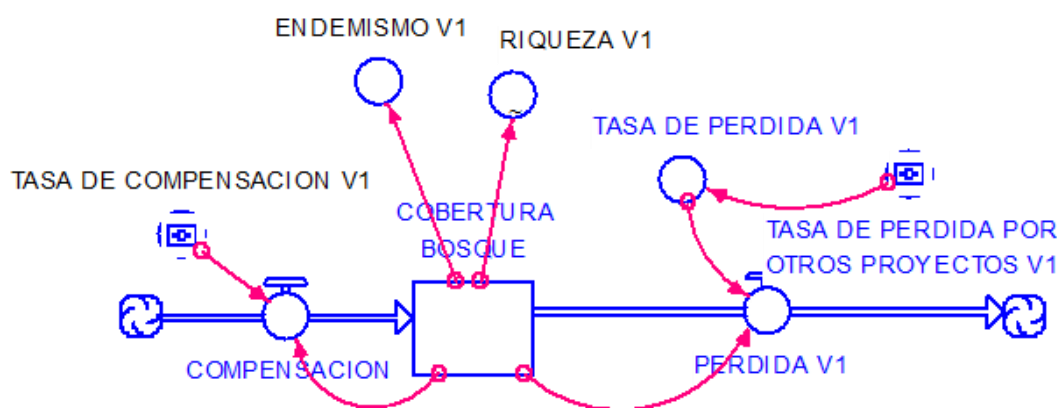


FIGURA 2 DIAGRAMA BÁSICO DE FLUJO DEL MODELO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (MOBI), SE MUESTRA ÚNICAMENTE EL REFERENTE AL SUBSISTEMA V1 QUE CORRESPONDE AL TIPO DE VEGETACIÓN BOSQUE DE ENCINO, ENCINO-PINO Y PINO - ENCINO SEGÚN LA FIGURA 3.

| PORCENTAJES RESPECTO AL AREA TOTAL | | |
|--|-------------|-------------|
| 1. Bosque de encino, encino-pino, pino-encino 324.00, 0.48 2. Galeria 522.00, 0.77 3. Manglar 162.50, 0.24 4. Matorral sarco-crasicaule, matorral Sarcocaulle 43,411.50, 64.31 5. Matorral desértico micrófilo 3,262.50, 4.83 6. Matorral de neblina 5,368.25, 7.95 7. Mezquital 766.75, 1.14 8. Selva baja caducifolia, chaparral 4,119.50, 6.10 9. Vegetación de desiertos arenosos 2,963.50, 4.39 10. Vegetación de dunas costeras 231.75, 0.34 11. Vegetación halófila xerófila 6,375.00, 9.44 Total 67,507.25 100.00 | | |
| TASA DE CAMBIO EN 20 AÑOS (1991-2011) | AREA SERIE1 | AREA SERIE5 |
| 1. Bosque de encino, encino-pino, pino-encino 3.91 | 324.00 | 577.25 |
| 2. Galeria -1.48 | 522.00 | 367.75 |
| 3. Manglar 2.71 | 162.50 | 250.50 |
| 4. Matorral sarco-crasicaule, matorral Sarcocaulle -0.09 | 43,411.50 | 42,662.25 |
| 5. Matorral desértico micrófilo -1.03 | 3,262.50 | 2,589.25 |
| 6. Matorral de neblina 0.19 | 5,368.25 | 5,568.25 |
| 7. Mezquital 1.95 | 766.75 | 1,066.25 |
| 8. Selva baja caducifolia, chaparral -0.44 | 4,119.50 | 3,757.75 |
| 9. Vegetación de desiertos arenosos 0.06 | 2,963.50 | 3,001.50 |
| 10. Vegetación de dunas costeras 0.12 | 231.75 | 237.25 |
| 11. Vegetación halófila xerófila -0.05 | 6,375.00 | 6,305.25 |
| | 67,507.25 | 70,920.25 |

FIGURA 3 SUBSISTEMAS CONSIDERADOS EN EL COBI, ASÍ COMO SUS VALORES INDICATIVOS

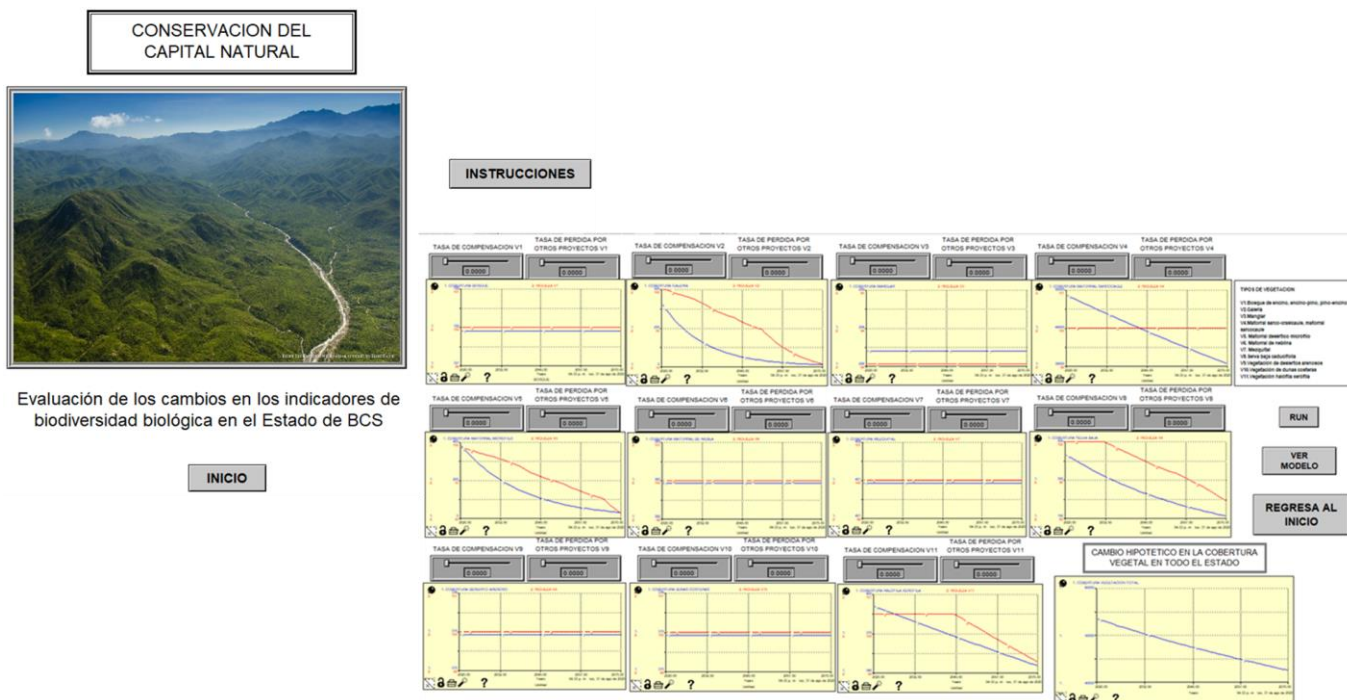


FIGURA 4 PANTALLA DE INICIO (PANEL IZQUIERDO) Y MANEJADOR DEL MODELO MOBI (PANEL DERECHO)

CATEGORIZACIÓN DE LOS MECANISMOS INVOLUCRADOS EN EL MOBI

- **Mecanismos vitales:** recordando que son aquellos mecanismos cuya anulación podría colapsar al sistema, por lo que partiendo de que BCS se encuentra en un alto estado de conservación de la biodiversidad, se considera que dentro el MOBI la actividad ligada a la conservación de la biodiversidad en valores altos es fundamental.
- **Mecanismos necesarios:** considerando que el cambio de éstos genera modificaciones drásticas en el sistema se considera que, el desarrollo de los sectores económicos, así como la aplicación y cumplimiento de las medidas de mitigación son los mecanismos que más repercusión tienen en el sistema del MOBI.
- **Mecanismos deseables:** dado que son los que se relacionan con la calidad y el valor del sistema en buen estado, se considera entonces que dentro del MOBI lo deseable es que las medidas de compensación tengan una eficiencia del 100% considerando para ello vegetación natural propia del subsistema afectado.

ESCENARIOS DE SIMULACIÓN DERIVADOS DEL MOBI

La vegetación representativa del estado de BCS fue agrupada en 11 tipos diferentes (subsistemas) para realizar el análisis de escenarios dentro de la etapa de pronóstico. De igual manera apoyados en el análisis de fragmentación de hábitat que se realizó en la etapa de diagnóstico, se cuantificó el cambio de cobertura en área de cada uno de los tipos de vegetación antes mencionados.

Como se puede observar en la FIGURA 3 son cinco los tipos de vegetación que presentan una tasa de cambio negativa; por lo que es en estos tipos de vegetación en los que se centrará el análisis de los escenarios de pronóstico de conservación de la biodiversidad en el estado de BCS a través del MOBI.

Como mencionamos anteriormente se consideraron dos atributos ecosistémicos para analizar la biodiversidad y el capital natural asociado a ella, el endemismo y la riqueza biológica. Debido a que son procesos ecológicos que actúan en escalas temporales diferentes, en el MOBI sólo se considera la variación de la riqueza biológica en función del cambio de la cobertura espacial de los tipos de vegetación con tasas de cambio negativas. Esta relación se basa en la propuesta de MacArthur y Wilson (1963), la cual dice que la riqueza biológica crecerá logarítmicamente al aumentar el área hasta alcanzar un valor máximo o asintótico. Adicionalmente, en este modelo retomamos las ponderaciones hechas por los participantes del sector Conservación en el análisis multicriterio llevado a cabo dentro de este proceso participativo. Estas ponderaciones fueron multiplicadas por el área de cada tipo de vegetación para obtener un indicador de la importancia relativa de cada tipo de vegetación respecto a la riqueza biológica que alberga cada uno de ellos. Lo anterior sugiere que las salidas del modelo no deben ser interpretadas como valores de riqueza biológica absoluta sino como un indicador de la **importancia de la riqueza biológica** en cada tipo de vegetación en el estado de BCS. Estos valores se pueden interpretar en porcentaje donde el 100% sería la más alta importancia de la riqueza biológica en un tipo de vegetación dado.

Como indicador global, para todo el estado, se presenta la suma algebraica de la cobertura de todos los tipos de vegetación por año y esta se relaciona de manera logarítmica con la riqueza según la teoría de islas de MacArthur y Wilson (1963).

ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOBI

Como mencionamos anteriormente las tasas anuales de disminución que presentan los tipos de vegetación presentados en la Tabla 3 fueron los valores de entrada del modelo para el escenario tendencial:

TABLA 3 VALORES DE ENTRADA CONSIDERADOS EN EL MOBI

| Tipo de vegetación | Tasa de disminución (km ² /año) |
|--------------------------------------|--|
| Vegetación de galería | -0.0740 |
| Matorral sarcocaulé, sarcocrasicaule | -0.0045 |
| Matorral micrófilo | -0.0015 |
| Selva baja caducifolia | -0.0220 |
| Vegetación halófila xerófila | -0.0025 |

Para el escenario tendencial, se consideraron las tasas de decaimiento de Tabla 3 y se extrapolaron hasta el 2070. En la FIGURA 5 podemos observar que la vegetación de galería y el matorral micrófilo muestran caídas tipo exponenciales acompañadas de caídas en la importancia de la riqueza específica en cada uno de estos tipos de vegetación. El cambio más abrupto se observa en el tipo de vegetación de galería con mínimo cercano al 12% de vegetación para el final del periodo simulado. Lo anterior coincide con los datos reportados en este estudio para la identificación de áreas propuestas para restaurar. Este tipo de vegetación de galería se encuentra asociada a los cauces de los arroyos intermitentes que presentan un grado de erosión considerable en el estado, debido a la forma en que estos elementos del paisaje funcionan. Durante la época de lluvias torrenciales estos cauces llevan una gran cantidad de agua, sedimentos que han ido cambiando la cobertura vegetal en sus márgenes. El matorral xerófilo muestra una caída en la importancia de la riqueza biológica asociada a él, pero en una magnitud mucho menor a la de vegetación de galería. Los tres tipos restantes muestran disminución en su cobertura espacial influye en la importancia de la riqueza biológica después de un periodo que va desde 12.5 años para la selva baja caducifolia hasta de 35 años para el matorral sarcocaulé, disminuyendo. La máxima disminución se registra para la selva baja caducifolia con cerca del 15% de disminución de la importancia de la riqueza biológica para el periodo considerado.

De continuar las tendencias de disminución registradas a la fecha, y considerando la suma de las coberturas vegetales por año para todo el estado, podemos observar en FIGURA 12 que en términos absolutos la importancia relativa de la riqueza disminuye poco; pero en

cambio la cobertura vegetal casi un 25% en 50 años, disminuyendo en esa medida otros servicios ambientales que provee la vegetación terrestre.

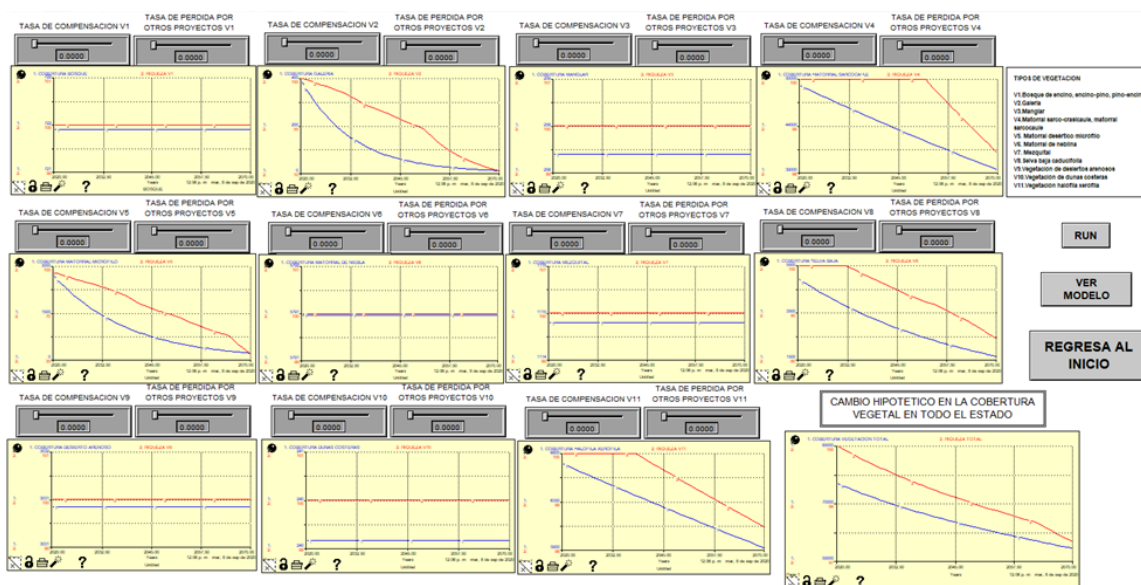


FIGURA 5 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOBI POR SUBSISTEMA

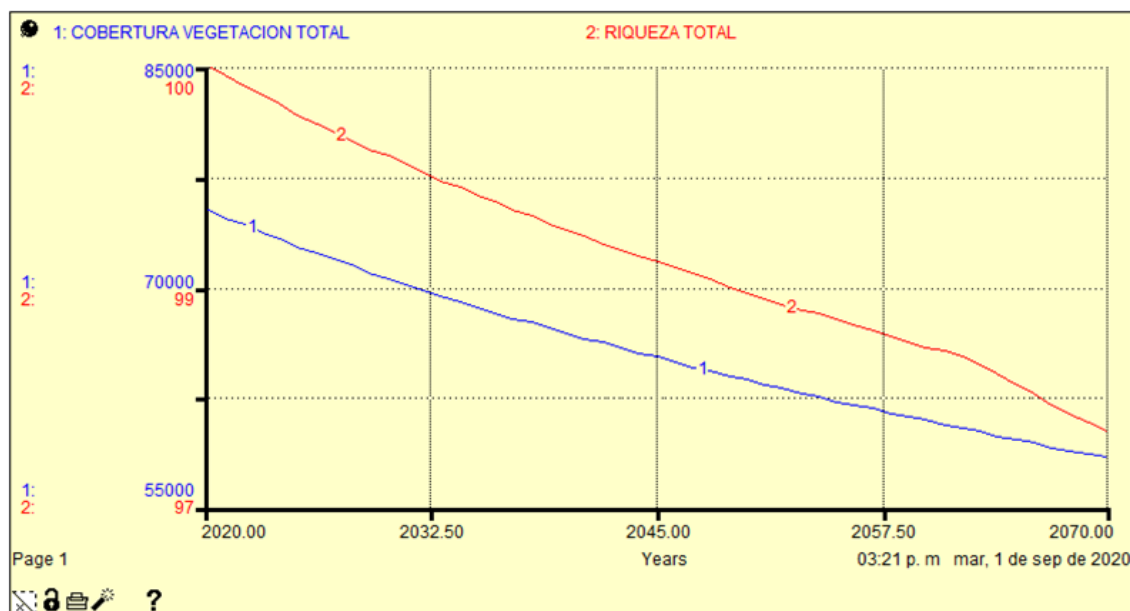


FIGURA 6 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOBI EN EL ESTADO

ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOBI

El desarrollo de infraestructura urbana, la construcción de polos turísticos y el uso del suelo para la producción agropecuaria y terrestre se muestran con claras tendencias a incrementarse en los próximos años. De tal manera que para el escenario contextual se consideró, como valores de entrada al modelo una tasa de disminución adicional igual al 25% de la tasa de disminución histórica de los cinco tipos de vegetación

TABLA 4 VALORES DE ENTRADA CONSIDERADOS PARA EL MOBI EN EL ESCENARIO CONTEXTUAL

| Tipo de vegetación | Tasa de disminución (km ² /año) |
|---------------------------------------|--|
| Vegetación de galería: | -0.018500 |
| Matorral sarcocaulé, sarcocrasicaule: | -0.001125 |
| Matorral micrófilo: | -0.000375 |
| Selva baja caducifolia: | -0.005500 |
| Vegetación halófila xerófila: | -0.000625 |

Estos valores se ingresan al modelo en el botón denominado “***tasa de pérdida por otros proyectos***” localizado en la interfaz del manejador por encima de la gráfica de cada tipo de vegetación. En este escenario los cambios observados anteriormente se acentúan. Podemos observar que ahora son tres los tipos de vegetación que presentan una disminución exponencial para el periodo analizado. También es claro que los periodos en los cuales la importancia de la riqueza empieza a descender se acortan en casi un lustro.

Cuando observamos los cambios contextuales al aumentar la tasa de disminución anual de los tipos de vegetación en los últimos veinte años, se aprecia que la cobertura vegetal disminuye alrededor del 27% lo que hace que la importancia de la riqueza biológica asociada a la vegetación disminuya también primero muy lentamente en los primeros diez años para después acelerar su disminución hasta alcanzar cerca del 96%.

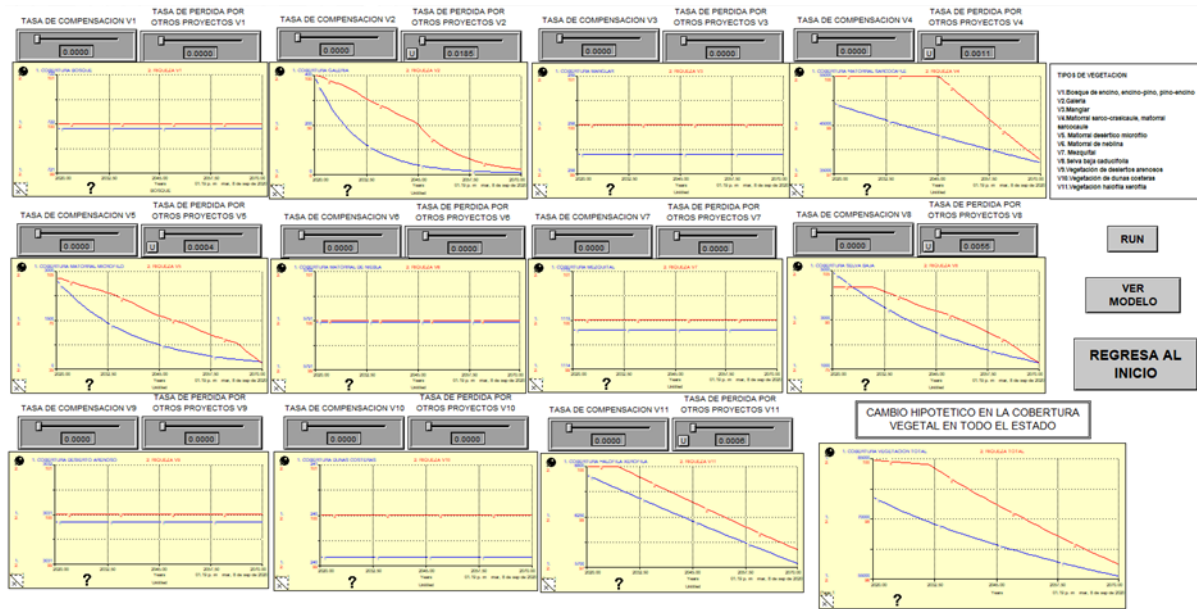


FIGURA 7 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOBI POR SUBSISTEMA



FIGURA 8 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOBI EN EL ESTADO

ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOBI

La medida de mitigación más clara para mantener la cobertura vegetal es la reforestación. En este sentido hemos incluido en el modelo un botón denominado **“tasa de compensación”**, el cual se encuentra encima de la gráfica de cada tipo de vegetación. Esta tasa de compensación se refiere al porcentaje de cobertura de cada tipo de vegetación que tendríamos que reforestar cada año para que la cobertura se mantuviera constante a lo largo del tiempo (FIGURA 9). Para cada uno de los tipos de vegetación que presentan una tasa de disminución histórica se aplicó una tasa de compensación conforme a la Tabla 5.

Las tasas de compensación sugeridas permiten que la cobertura vegetal del estado permanezca constante y que la importancia de la riqueza biológica se mantenga, lo cual es el estado deseable del sistema (FIGURA 9 y FIGURA 10).

TABLA 5 VALORES DE COMPENSACIÓN EMPLEADOS EN EL ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOBI

| Tipo de vegetación | Tasa de compensación (km ² /año) |
|---------------------------------------|---|
| Vegetación de galería: | 0.092500 |
| Matorral sarcocaula, sarcocrasicaule: | 0.005625 |
| Matorral micrófilo: | 0.051875 |
| Selva baja caducifolia: | 0.027500 |
| Vegetación halófila xerófila: | 0.003125 |

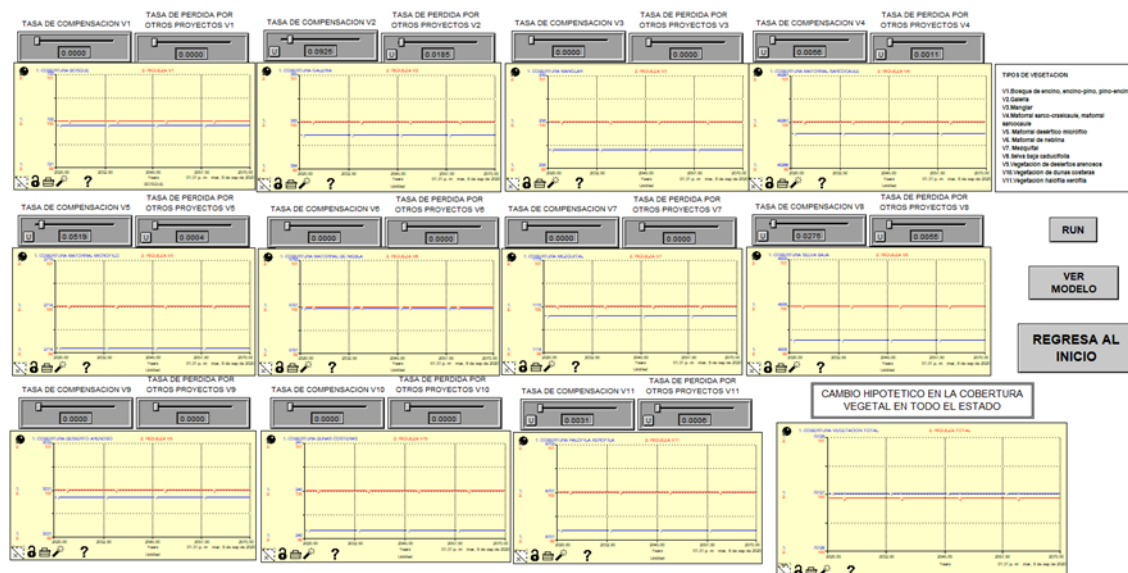


FIGURA 9 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOBI POR SUBSISTEMA

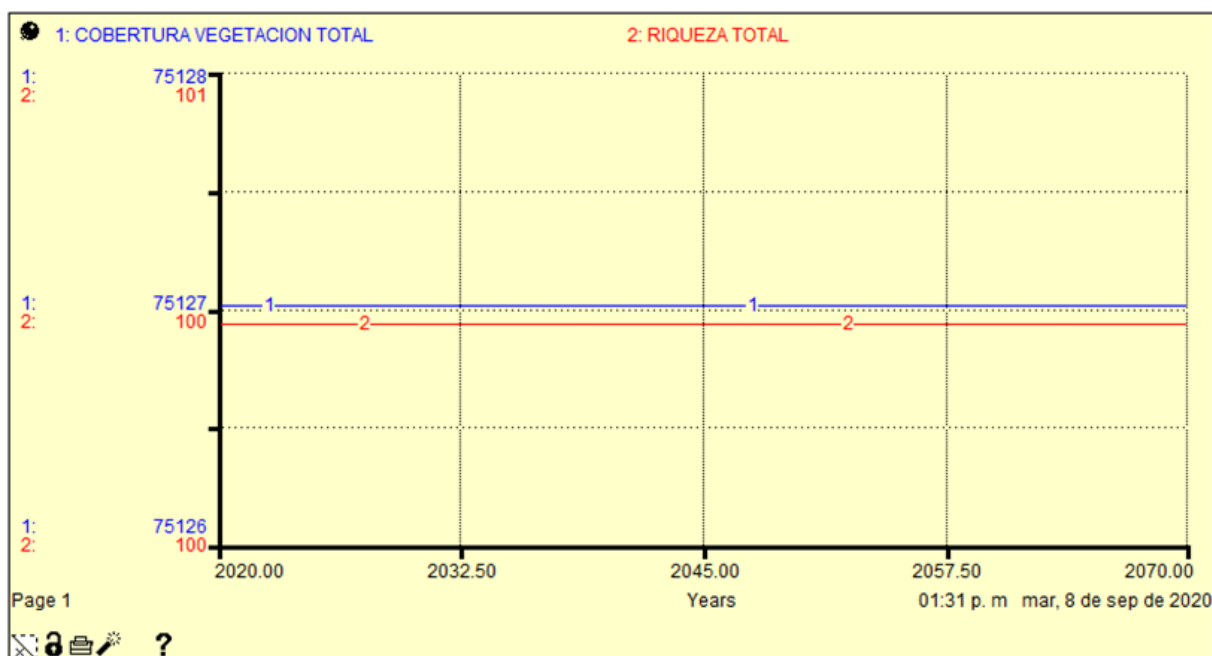


FIGURA 10 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOBI EN EL ESTADO

Ahora bien, para mostrar de manera espacialmente explícita los resultados, considerando los escenarios, tendencial, contextual y estratégico del MOBI se utilizó el valor tendencial del NDVI para cada píxel y se multiplicó por la tasa de cambio del tipo de vegetación correspondiente de cada uno de los escenarios anteriormente descritos, de la siguiente manera:

1. Se consideraron únicamente los tipos de vegetación con tendencia negativa en su cobertura según los mapas de INEGI Serie I y Serie V.
2. A estos valores, anualizados, se les sumó el valor de la tendencia, de la serie de tiempo del NDVI para cada píxel desde 2001 a 2015 (Salinas-Zavala et al., 2017). Esta nueva variable se denominó Degradación de la Vegetación (DV). Este fue definido como el escenario Tendencial.
3. Con el propósito de generar escenarios contextuales, se calculó el 25% del cambio de cobertura de los tipos de vegetación con tendencia negativa (Tabla 4) y multiplicó por la nueva variable DV. Este se consideró como el Escenario Contextual.
4. Debido a que las tasas de cambio son anuales, los escenarios contextuales, se definieron como cortes en el tiempo de 25 y 50 años, tal manera que el primer escenario corresponde al año 2045 (2020+25) y el segundo escenario al año 2070 (2020+50). Estos dos mapas son los escenarios Contextuales en dos cortes en el tiempo.

5. Finalmente, la expresión espacial del escenario Estratégico se consideró como el estado actual de la vegetación, es decir mantener al menos los valores tendenciales presentes de la variable DV.

Para el escenario tendencial, los resultados se pueden apreciar en la FIGURA 11, donde claramente se observa que las áreas con mayor degradación vegetal se encuentran en la porción sur del Estado alrededor de la Sierra de la Laguna y la Sierra la Trinidad, así como algunos arroyos particularmente dentro de la zona del.

Para el escenario contextual se presenta un corte a los 25 años y otro a los 50 años de simulación. Los resultados se presentan en las figuras FIGURA 12 y FIGURA 13. Se aprecia claramente que la degradación de la vegetación aumenta considerablemente afectando al mayor parte del territorio, los ecosistemas con mayor afectación son los correspondientes a las áreas en las que los elencos florísticos representativos de la vegetación de galería, matorral sarcocaula, sarcocrasicaule, matorral micrófilo, selva baja caducifolia y vegetación halófila xerófila predominan.

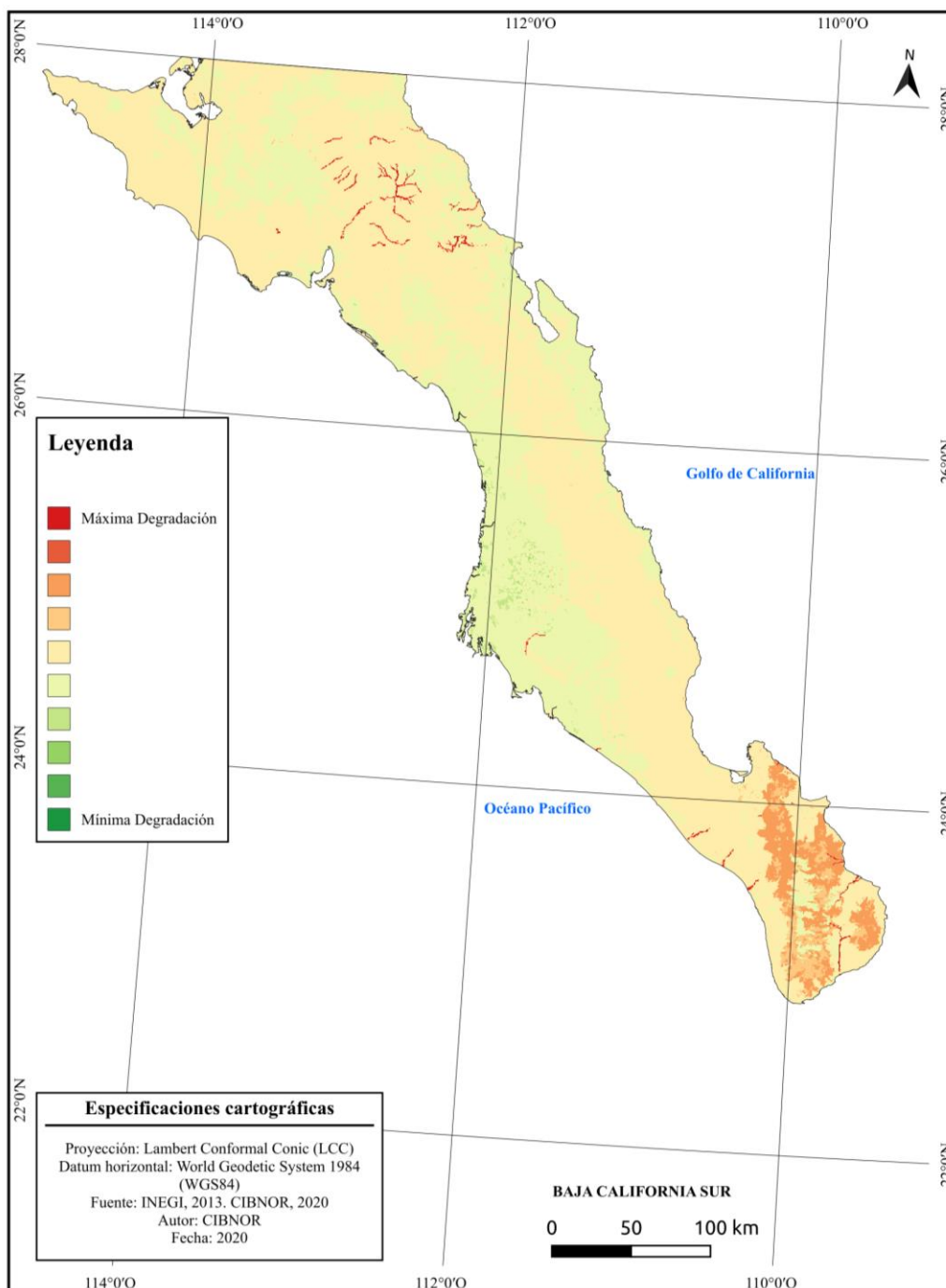


FIGURA 11 ÍNDICE DE DEGRADACIÓN VEGETAL PARA BCS CONSIDERANDO LAS TASAS DE DISMINUCIÓN DE COBERTURA VEGETAL CORRESPONDIENTE AL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOBI Y SU CORRESPONDIENTE VALOR TENDENCIAL DEL NDVI.

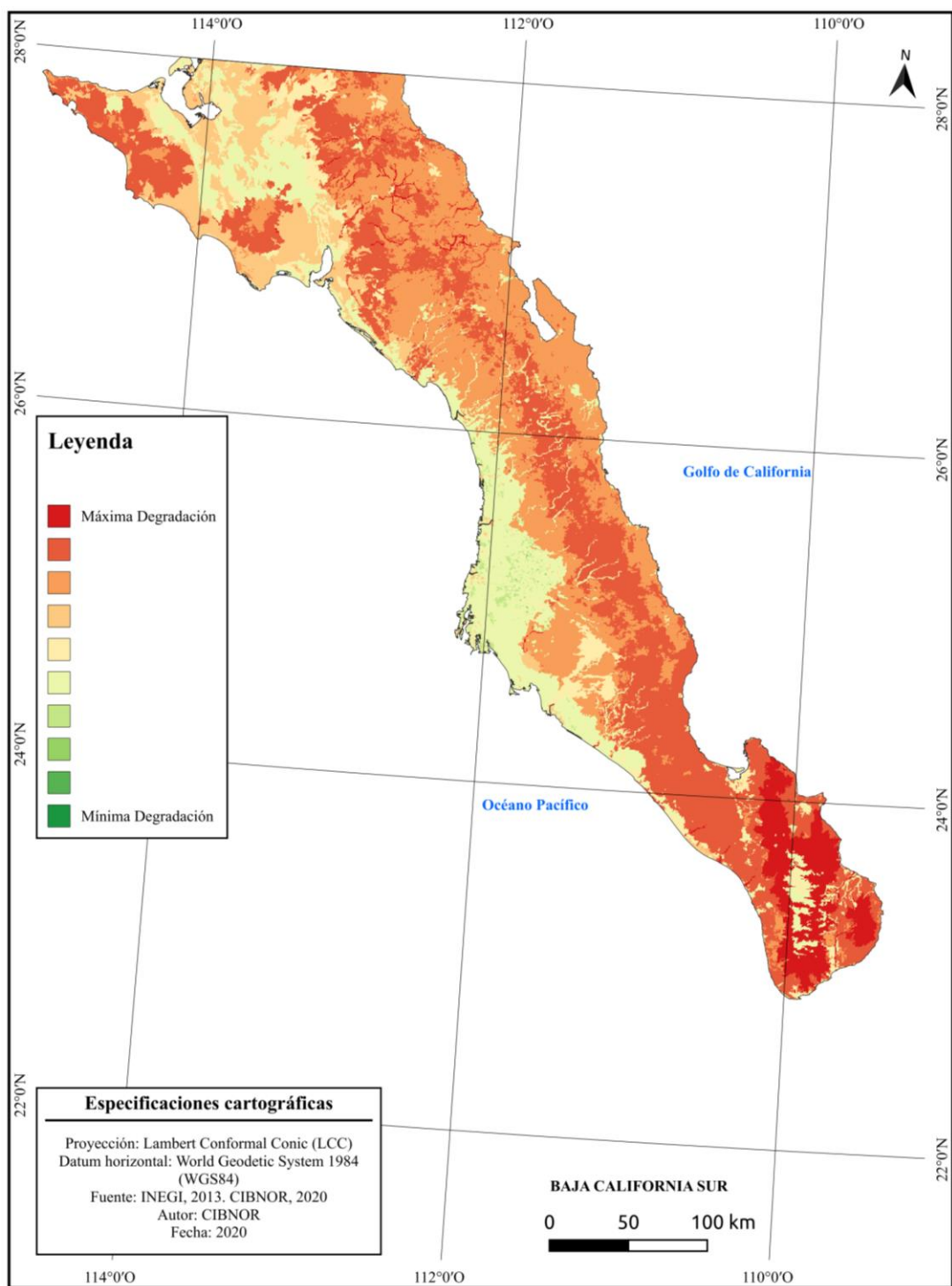


FIGURA 12 ÍNDICE DE DEGRADACIÓN VEGETAL PARA BCS CONSIDERANDO EL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOBI A 25 AÑOS

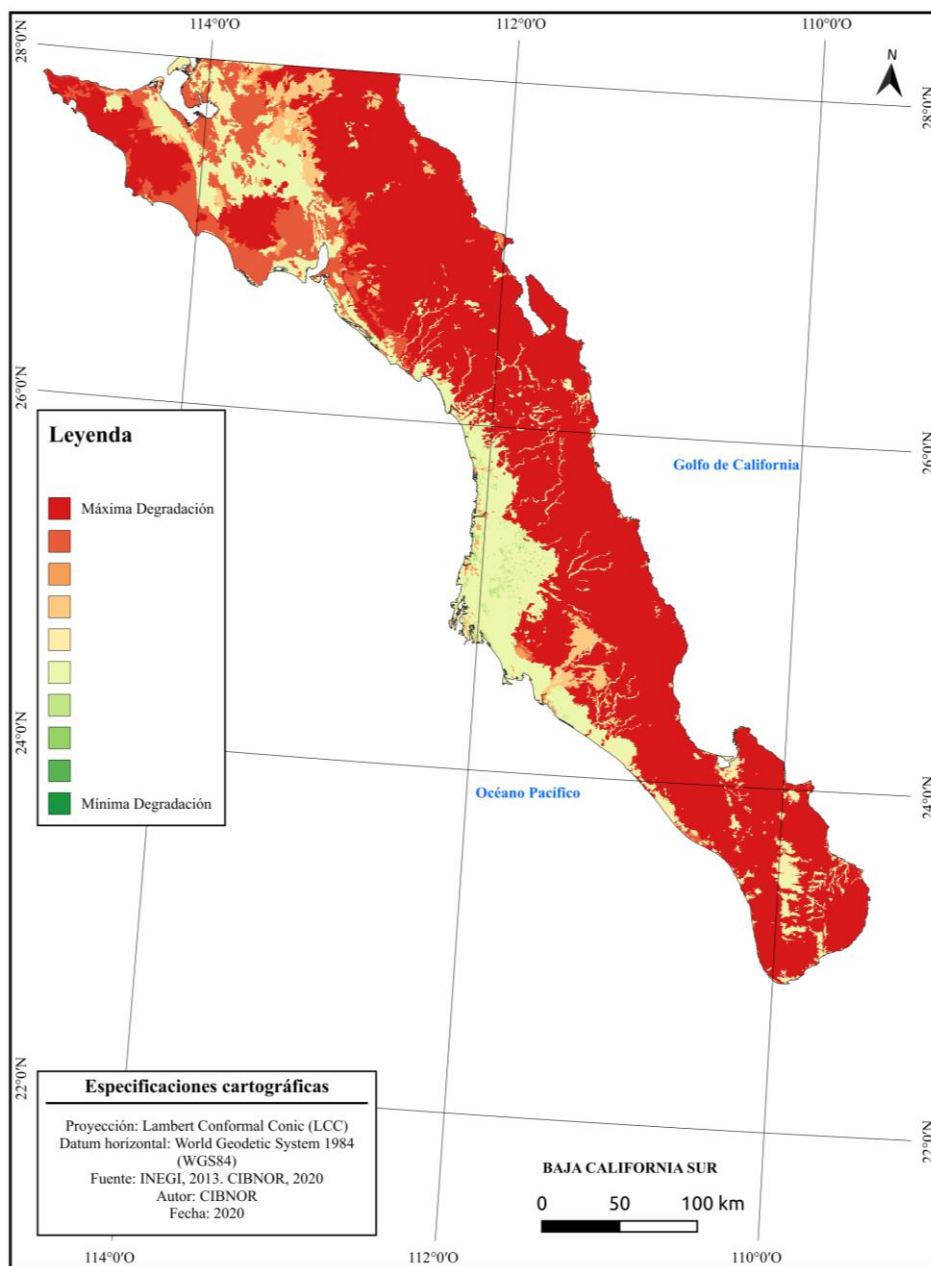


FIGURA 13 ÍNDICE DE DEGRADACIÓN VEGETAL PARA BCS CONSIDERANDO EL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOBI A 50 AÑOS



31

sistemas y en algunos casos recuperación de estos (selva baja caducifolia) a lo largo del territorio estatal (FIGURA 14).

MODELO DE CONSERVACIÓN DEL AGUA (MOCA)

Como se mencionó en el apartado anterior, con este instrumento se busca modelar los mecanismos involucrados en la conservación del recurso hídrico de BCS, con la finalidad de tener elementos que ayuden a minimizar los posibles conflictos socio ambientales entre los sectores productivos considerados.

OBJETIVO DEL MOCA

Simular los escenarios contextual, tendencial y estratégico para los mecanismos que intervienen en el proceso de conservación del agua en Baja California Sur

ESTRUCTURA DEL MOCA

Los mecanismos considerados en este modelo se basan en los siguientes axiomas y teoremas. Se entiende por axioma al enunciado tan evidente que se considera que no requiere demostración; mientras que por teorema nos referimos a una proposición cuya verdad no puede ser evidente en sí misma y que puede ser demostrada dentro de un sistema formal.

AXIOMAS DEL MOCA

1. En BCS el agua es un recurso renovable pero muy escaso.
2. Según la Comisión Nacional del Agua (Conagua), las únicas fuentes de abastecimiento de agua potable en BCS están en el subsuelo, en cuatro regiones hidrológicas y 39 cuencas dispuestas a lo largo del territorio estatal.
3. La recarga acuífera no es constante y tiene una alta variabilidad asociada a la precipitación pluvial.
4. La precipitación en BCS no es uniforme, existen cinco zonas pluviométricas diferenciadas.
5. La recarga acuífera depende en gran medida de la tasa de infiltración que se define por la ecuación de balance hidráulico.
6. La tasa de recarga es diferenciada para cada acuífero

7. El volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS) es diferenciado para cada acuífero.
8. La suma del uso por sector por acuífero es igual al VEAS del mismo.
9. Sobre la información de la CONAGUA, BCS presentó un déficit de un poco más de -75 Mm³ (millones de metros cúbicos) en 2018.
10. La tasa de crecimiento poblacional en BCS se ha mantenido en constante aumento, particularmente en la porción sur del Estado.
11. Una mayor población genera una mayor demanda, pero no por ello una mayor extracción.
12. En BCS existe una relación directa entre el crecimiento de los sectores productivos y el crecimiento poblacional.

TEOREMAS DEL MOCA

1. El MOCA es un modelo balanceado.
2. El MOCA contempla cinco tipos de acuíferos sobre la base las cinco zonas pluviométricas del Estado.
3. El MOCA emplea los valores de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA) establecidos en el DOF 2018.
4. El MOCA emplea los valores del VEAS establecidos en el DOF 2018.
5. El MOCA emplea valores de tasa de recarga establecidos en el DOF 2018 en unidades estandarizadas.
6. El MOCA emplea series sintéticas de precipitación de 2020 a 2070 construidas sobre el promedio móvil de tres años de la base histórica de 1960 a 2012 con datos de la CONAGUA.
7. En el MOCA incremento en la población considera valores iniciales de la población a nivel municipal y sus correspondientes tasas de crecimiento en 25 años (1990-2015).
8. En el MOCA, incremento en la demanda de agua por sectores productivos es proporcional al incremento en la población a nivel municipal.
9. En el MOCA las medidas de compensación recaen únicamente sobre mejorar la tasa de recarga a través de obras hidráulicas y otras fuentes, p.e. desalinizadoras, uso de aguas residuales y almacenaje en presas.

10. El MOCA considera para las proyecciones estatales el promedio de la precipitación total anual (1960-2012), el promedio de la tasa de recarga, la suma algebraica de la DMA y la suma algebraica del VEAS.

En la FIGURA 15 y FIGURA 17 se muestran respectivamente la pantalla de inicio junto con el manejador para le MOCA y el diagrama de flujo de este.

En la pantalla de inicio se aprecia en el panel izquierdo el listado del 1 al 39 de los acuíferos identificados en BCS cada uno con los valores requeridos para correr su respectivo modelo de simulación. En el panel derecho por su parte, se muestra un mapa para ayudar a identificar la localización del acuífero en el estado y seleccionar el tipo de patrón de precipitación que le corresponda, según la zona pluviométrica (Tipo 1(I) -Tipo 5(V); FIGURA 15) o bien si será para un promedio estatal.

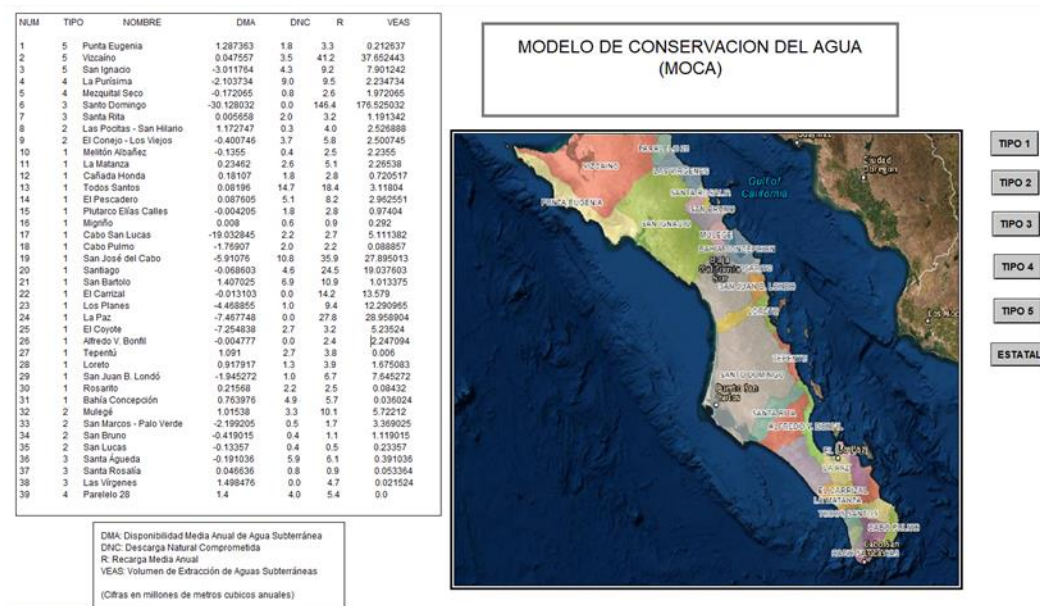


FIGURA 15 PANTALLA DE INICIO Y MANEJADOR DEL MOCA. SE INCLUYE LA REFERENCIA VISUAL Y VALORES DE ENTRADA DE CADA ACUÍFERO.

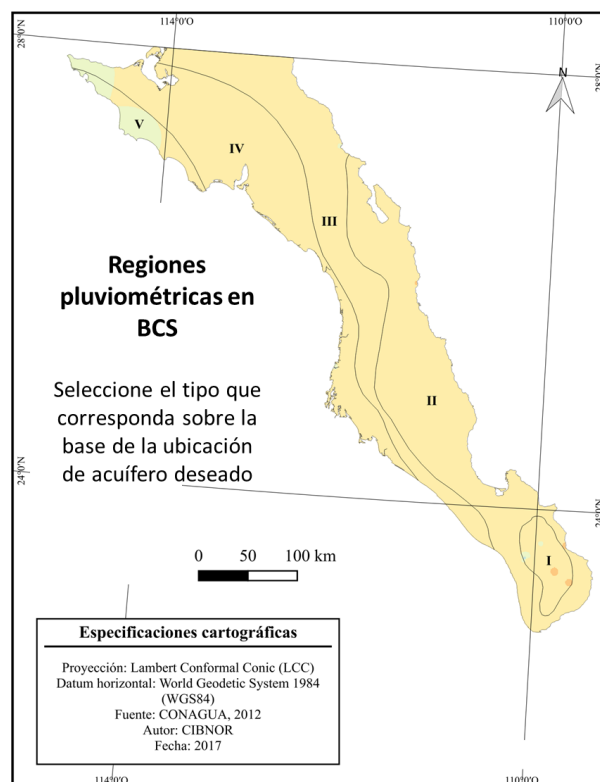


FIGURA 16 ZONAS PLUVIOMÉTRICAS EN BCS, MODIFICADO DE SALINAS ZAVALA Y COLABORADORES, 1990

En el diagrama de flujo del modelo se aprecian dos variables de estado (stock) interactuando, la primera corresponde al acuífero (DMA) y la segunda a la población que demanda dicho servicio ecosistémico (Demanda) como en este caso se seleccionó el diagrama para el modelo estatal ambas variables van acompañadas por las literales PE (Para el Estado).

El Stock del acuífero tiene como flujos de entrada la recarga que a su vez depende de la precipitación y de la tasa de recarga, la cual puede verse afectada por la compensación (empleada en el escenario estratégico). Los flujos de salida por su parte son el VEAS distribuido en los diferentes usos identificados (Servicios, Público urbano, Industrial, Doméstico, Pecuário, Agrícola, y Otros)

El stock de demanda tiene como flujo de entrada el crecimiento de la población que considera tanto nacimientos como inmigración y que es afectado por una tasa constante (r), esta demanda afecta directamente en la disponibilidad por unidad de desarrollo, es decir

FIGURA 17 DIAGRAMA BÁSICO DE FLUJO DEL MODELO DE CONSERVACIÓN DEL AGUA (MOCA). SE MUESTRA ÚNICAMENTE EL REFERENTE AL ESTADO. PARA CADA ACUÍFERO DEL ESTADO CORRE UN MODELO SIMILAR.

- **Mecanismos vitales:** considerando que los mecanismos vitales son aquellos cuya anulación podría colapsar al sistema, se sustenta que mientras no se aumenten las tasas de recarga, manejar el VEAS con enfoque precautorio es fundamental, ya que, si cualquier acuífero se explota hasta agotarse, corre el riesgo de no recuperarse en periodos menores a los seculares.
- **Mecanismos necesarios:** considerando que el cambio de éstos genera modificaciones drásticas en el sistema se considera que, la cantidad de precipitación y la tasa de recarga son los mecanismos que más repercusión tienen en el sistema del MOCA.
- **Mecanismos deseables:** recordando que éstos se refieren a la calidad y el valor del sistema en buen estado, se considera entonces que dentro del MOBI lo deseable es que las medidas de compensación se lleven a cabo para no poner en riesgo el DMA de los acuíferos.

ESCENARIOS DE SIMULACIÓN DERIVADOS DEL MOCA

Baja California Sur cuenta con una riqueza de recursos naturales única; sin embargo, en cuanto a recursos hídricos, la presencia de lagos, ríos o manantiales es limitada. A lo anterior se suma la baja precipitación pluvial, con lo que la recarga de los mantos acuíferos es insuficiente.

BCS es uno de los estados con menor precipitación (promedio de precipitación acumulada anual = 243.6 mm), por debajo de la tercera parte del promedio nacional. El patrón de lluvias tiene un componente estacional muy marcado que consiste en una época de secas (marzo a junio), una época de lluvias de verano-otoño (julio a octubre) altamente influenciado por los ciclones tropicales, y otro periodo de lluvias invernales entre noviembre y febrero (Salinas-Zavala *et al.*, 1990). La mayor frecuencia de precipitación acumulada está entre 50 y 200 mm. La región de mayor precipitación se observa hacia la porción sureste del estado en las áreas más elevadas de la Sierra de San Lorenzo y la Sierra de la Laguna

Virtualmente, la disponibilidad de agua dulce en el Estado proviene de los acuíferos (39 en total) los cuales se recargan después de las inundaciones y escurrimientos ocasionados por las lluvias intensas, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. Pero el estado es muy árido, con escasa disponibilidad hídrica, y la alta extracción para atender el crecimiento de las actividades económicas y poblacionales hace que la mayoría de los acuíferos estén sobreexplotados; además, la intrusión del agua marina en ellos reduce la calidad del agua disponible. El consumo promedio es de 150-200 litros de agua por habitante por día, y en promedio los usos del agua en el estado se comportan de la siguiente manera (Tabla 6).

TABLA 6 PORCENTAJE PROMEDIO DE USO DEL AGUA EN BCS POR SECTOR

| Uso | % |
|-----------------------|-------|
| AGRÍCOLA | 75.81 |
| COMERCIO | 0.02 |
| DOMESTICO | 0.07 |
| PECUARIO | 0.97 |
| PUBLICO URBANO | 16.24 |
| SERVICIOS | 5.15 |
| INDUSTRIAL | 1.39 |
| OTROS | 0.35 |

Para el desarrollo del MOCA en BCS, se empleó gran parte de la información reportada en los documentos de la Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en los acuíferos de Baja California Sur (CONAGUA; 2018), por lo que a continuación se describe el significado de los términos incluidos en el MOCA

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA):

Es el volumen medio anual de agua subterránea que, cuando es positivo, puede ser extraído de un acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas. Cuando este valor es negativo indica un déficit.

Descarga Natural Comprometida (DNC):

Es el volumen que representa una fracción de la descarga natural de un acuífero, se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que están comprometidos como agua superficial, alimentados por un acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar la alimentación de acuíferos adyacentes, sostener el uso ambiental y prevenir la inmigración de agua de mala calidad al acuífero considerado.

Recarga Media Anual (R):

Es el volumen de agua que recibe un acuífero, en un intervalo de tiempo específico, se obtiene dividiendo la recarga total deducida del balance de aguas subterráneas, entre el número de años del intervalo de tiempo utilizado para plantearlo. Este parámetro se estandarizó a unidades compatibles con las de precipitación empleadas como datos de entrada en el MOCA (mm/año) y se estableció como Tasa de Recarga

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS):

Se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, determinados para el acuífero de que se trate, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua extraídos estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Los volúmenes de agua inscritos en el Registro Nacional Permanente no serán contabilizados en la extracción para fines de la determinación de la disponibilidad de agua, a menos que las verificaciones de campo demuestren que son extraídos físicamente.

Una aportación importante hecha en el MOCA es considerar la variabilidad en la precipitación, tanto en el dominio temporal como en el dominio espacial, en este sentido se emplearon series históricas de precipitación acumulada de 1960 a 2012, considerando también los patrones diferenciados de precipitación descritos para BCS que se subdivide en cinco zonas pluviométricas, cada una regida por un patrón diferente. A partir de dichas series históricas se generaron las series sintéticas empleando el método de promedio móvil de tres años empleadas. Las series sintéticas fueron empleadas en la construcción de los escenarios tendencial, contextual y estratégico que se describen en los siguientes apartados. Al respecto, es preciso aclarar que, con fines de este documento, se presentan los escenarios promedio para el Estado; sin embargo, para la fase de propuesta, se utilizarán los escenarios específicos por acuífero que corresponda a la UGA a la que se haga mención.

ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOCA

Los valores de entrada considerados para este escenario se presentan en la Tabla 7. Como se puede apreciar en la FIGURA 17, la DMA estatal comienza con un déficit de -75.3721 millones de metros cúbicos generado en años anteriores, que continúa incrementándose, es decir que el déficit tiende a crecer, mientras que la demanda aumenta, por lo que la disponibilidad por unidad de desarrollo se ve también afectada de manera negativa, esto es que de mantener la tendencia, la disponibilidad será cada vez menor conforme pasa el tiempo a pesar de que haya años con precipitaciones considerables. La expresión espacial se muestra en la FIGURA 19.

TABLA 7 VALORES DE ENTRADA CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOCA

| Parámetro | Valor |
|--------------------------|------------|
| Suma estatal DMA | -75.372073 |
| Promedio DNC | 2.8205 |
| Promedio R | 11.6 |
| Suma estatal VEAS | 381.098942 |
| Promedio tasa de recarga | 0.0233 |

r PE

0.0000
0.0000
3.0000

Valores de inicio por acuífero ▼

| | |
|------------|----------|
| DMA PE | -75.3721 |
| Demanda PE | 712029 |
| | |



FIGURA 18 COMPORTAMINETO DE LA DMA, LA ADISPONIBILIDAD POR UNIDAD DE DESARROLLO Y LA RECARGA PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOCA

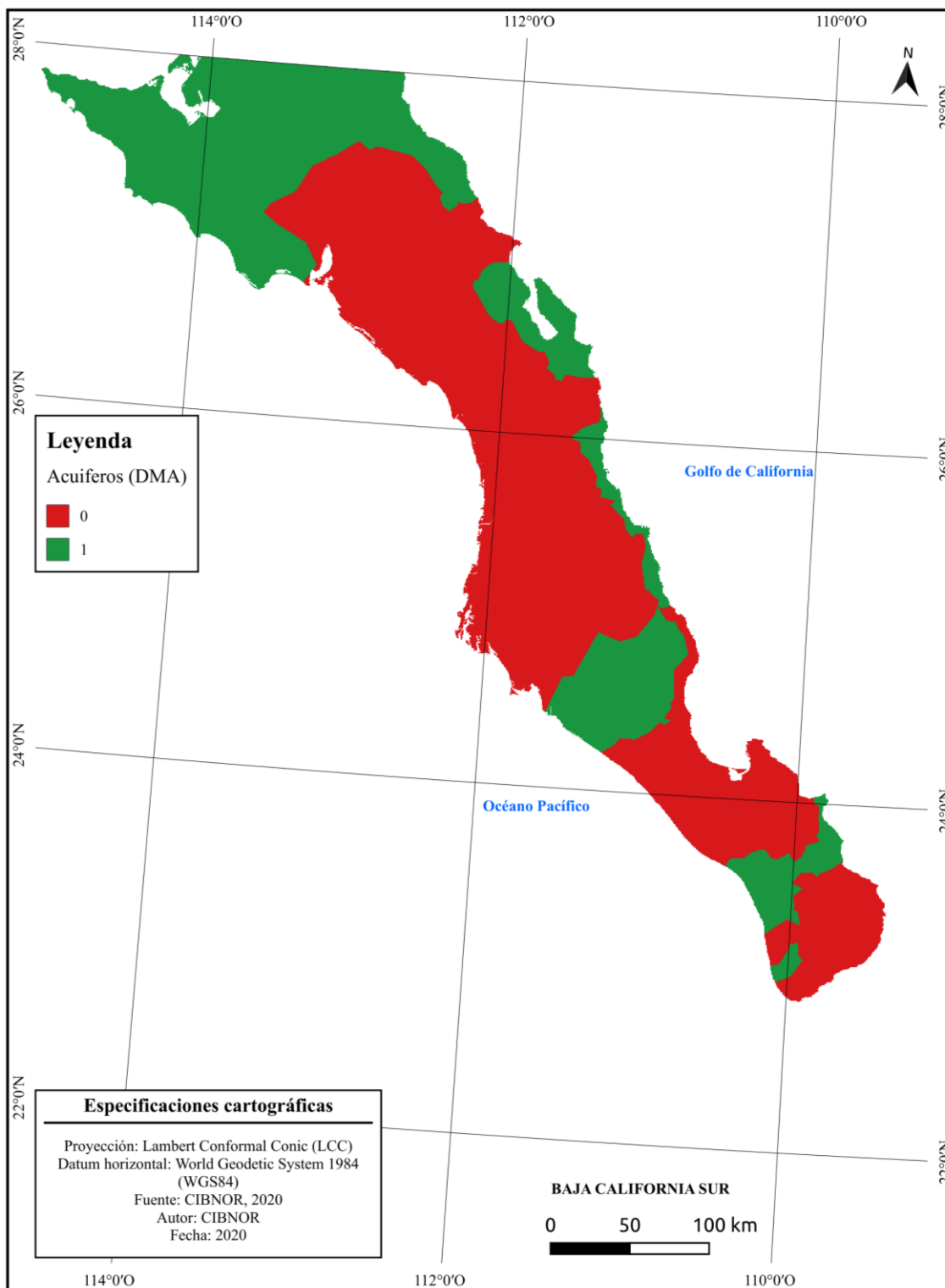


FIGURA 19 ESCENARIO CONTEXTUAL DE LOS ACUÍFEROS EN BCS. EL COLOR ROJO MARCA LOS ACUÍFEROS DEFICITARIOS, EL COLOR VERDE SEÑALA A LOS ACUÍFEROS SUPERAVITARIOS

ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOCA

Para el escenario contextual del MOCA se emplearon los mismos valores de entrada considerados en el escenario tendencial, pero con la diferencia de que el VEAS se incrementó en un 25% (Tabla 8).

TABLA 8 VALORES DE ENTRADA CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOCA

| Parámetro | Valor |
|--------------------------|------------|
| Suma estatal DMA | -75.372073 |
| Promedio DNC | 2.8205 |
| Promedio R | 11.6 |
| Suma estatal VEAS | 476.375 |
| Promedio tasa de recarga | 0.0233 |

En este escenario se puede apreciar como la DMA estatal cae hasta más de los -25000 millones de metros cúbicos hacia el final del periodo de la simulación, a la par de ello, la Disponibilidad por unidad de desarrollo cae considerablemente también alcanzando un muy mínimo repunte hacia el final del periodo (manteniéndose en déficit) debido a la tendencia positiva de la precipitación (FIGURA 20).



FIGURA 20 COMPORTAMIENTO DE LA DMA, LA DISPONIBILIDAD POR UNIDAD DE DESARROLLO Y LA RECARGA EN EL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOCA

Considerando las proyecciones en la Disponibilidad Media Anual a través de salidas del MOCA. Los resultados del comportamiento de los acuíferos superavitarios del Estado de BCS (18 acuíferos) muestran que bajo las condiciones contextuales actuales y la serie sintética de precipitación pluvial por región pluviométrica (2020-2070), el único acuífero que muestra cambio es el acuífero de El Vizcaino; el cual muestra una caída de su DMA hasta el año 2028 pasando de superavitario a deficitario, condición en la cual permanece hasta el año 2052 (24 años). Después de 2052 el modelo muestra que el acuífero recupera su condición superavitaria; sin embargo, hay que recordar que la tasa de demanda permanece constante FIGURA 21.

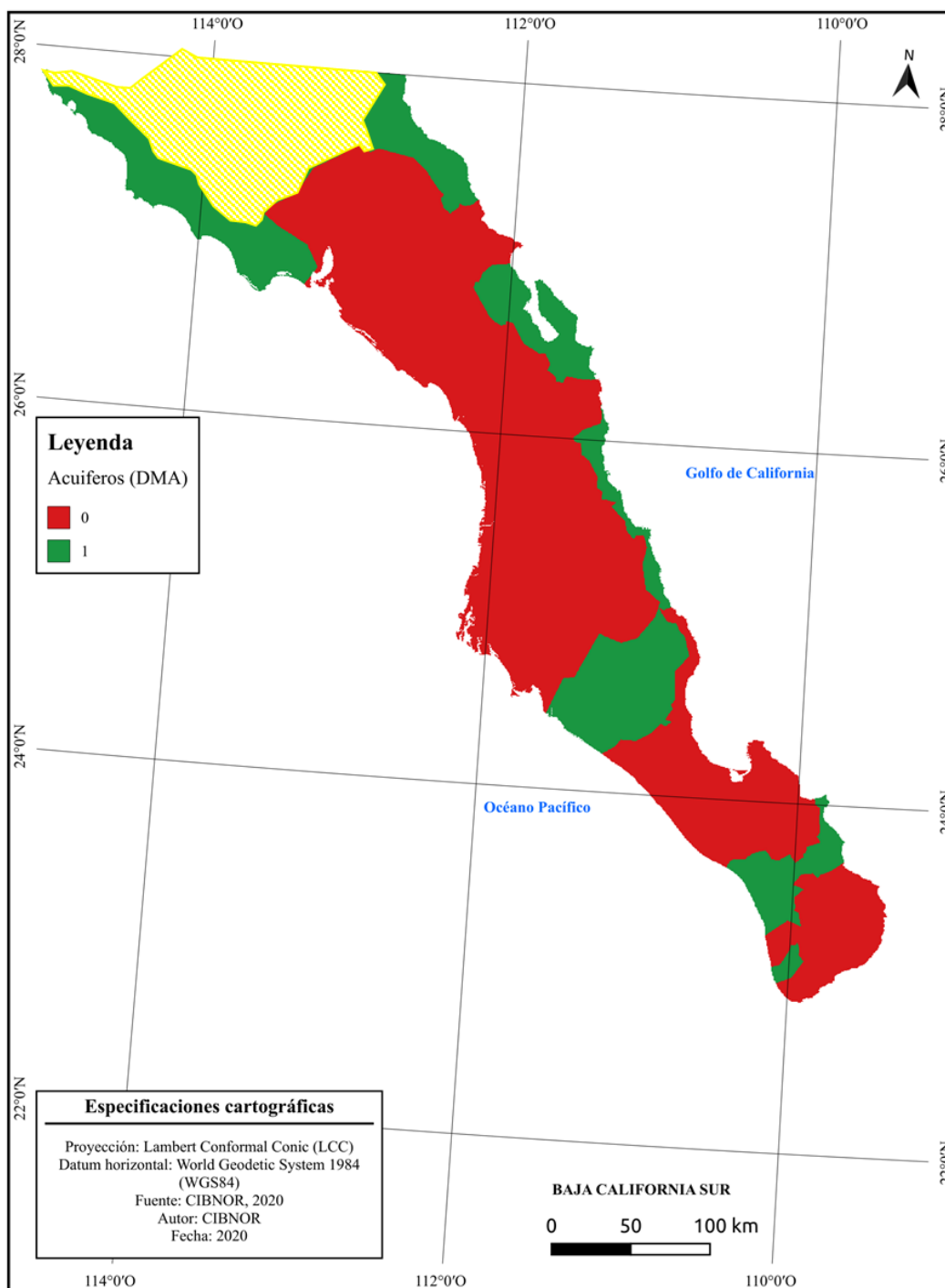


FIGURA 21 ESCENARIO TENDENCIAL DE LOS ACUÍFEROS EN BCS. EL COLOR AMARILLO SEÑALA AL ACUÍFERO DEL VIZCAÍNO, ÚNICO QUE CAMBIA SU CONDICIÓN SEGÚN LAS PROYECCIONES DEL MOCA, PASANDO DE SUPERAVITARIO A DEFICITARIO EN EL 2028 Y POSTERIORMENTE RECUPERANDO SU CONDICIÓN SUPERAVITARIA EN 2052.

ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOCA

Para el escenario estratégico, que considera medidas que ayuden a mitigar el déficit, se empleó un aumento en la tasa de recarga de 10 veces más a través de obras hidráulicas (Tabla 9). Si bien el déficit disminuye y se mantiene como los valores iniciales, el déficit se mantiene cerca de los -20 000 millones de metros cúbicos hacia finales del periodo de simulación (FIGURA 22), mantenido la condición actual de los acuíferos (FIGURA 23).

TABLA 9 VALORES DE ENTRADA CONSIDERADOS ARA EL ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOCA

| Parámetro | Valor |
|--------------------------|------------|
| Suma estatal DMA | -75.372073 |
| Promedio DNC | 2.8205 |
| Promedio R | 11.6 |
| Suma estatal VEAS | 476.375 |
| Promedio tasa de recarga | 0.2563 |



FIGURA 22 COMPORTAMIENTO DE LA DMA, LA DISPONIBILIDAD POR UNIDAD DE DESARROLLO Y LA RECARGA EN EL ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOCA.

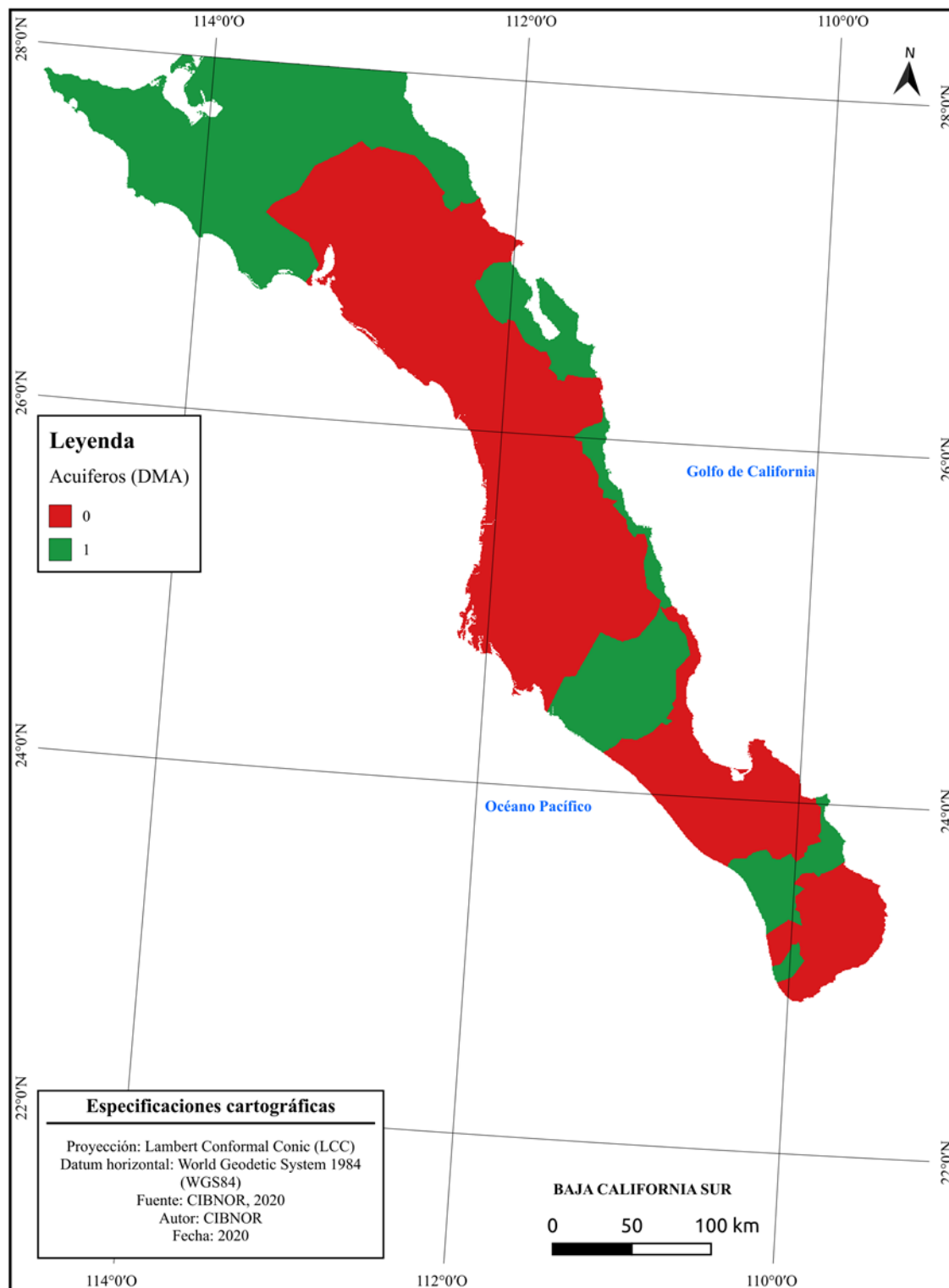


FIGURA 23 ESCENARIO ESTRATÉGICO DE LOS ACUÍFEROS EN BCS

MODELO DE CONSERVACIÓN DE LA IDENTIDAD CULTURAL (MOIC)

Como se mencionó en el apartado anterior, con este instrumento se busca modelar los mecanismos involucrados en la riqueza sociocultural y particular de BCS, con la finalidad de tener elementos que ayuden a minimizar los posibles conflictos socio ambientales entre los sectores productivos considerados.

OBJETIVO DEL MOIC

Simular los escenarios contextual, tendencial y estratégico para los mecanismos que intervienen en el proceso de conservación de la identidad cultural en Baja California Sur

ESTRUCTURA DEL MOIC

Los mecanismos considerados en este modelo se basan en los siguientes axiomas y teoremas. Se entiende por axioma al enunciado tan evidente que se considera que no requiere demostración.; mientras que por teorema nos referimos a una proposición cuya verdad no puede ser evidente en sí misma y que puede ser demostrada dentro de un sistema formal.

AXIOMAS DEL MOIC

1. La identidad cultural sudcaliforniana es inherente en la población nativa de la entidad
2. La identidad cultural está constituida por el conjunto de valores, tradiciones, símbolos, creencias y modos de comportamiento que funcionan como elemento cohesionador dentro de la población sudcaliforniana.
3. La identidad cultural actúa como base para que la sociedad sudcaliforniana pueda fundamentar su sentimiento de pertenencia.
4. La identidad cultural en la población sudcaliforniana no es homogénea; dentro de ella se encuentran grupos o subculturas que forman parte de su diversidad interna en respuesta a los intereses, códigos, normas y rituales que comparten dichos grupos dentro de la identidad cultural dominante; por ejemplo, las comunidades que viven en los ranchos *versus* las comunidades que viven en las zonas urbanas.
5. La inmigración afecta en deterioro de la identidad cultural.

6. Baja California Sur es el estado con mayor tasa de inmigración. Cuatro de cada diez personas de la población residente en BCS es no nativa (ENADID, 2014).
7. La identidad cultural sudcaliforniana no la tiene la población inmigrante.
8. La globalización tiene un efecto negativo sobre la identidad cultural.
9. La promoción de actividades propias de la región reafirma la identidad cultural en la población nativa y motiva su adopción a la población inmigrante.
10. La construcción de infraestructura para el desarrollo implica el desplazamiento de población nacional no nativa al Estado.
11. El desplazamiento de población nacional no nativa al estado incrementa la permanencia de inmigrantes nacionales.
12. Las características paisajísticas del Estado hacen que aumente la residencia de extranjeros.

TEOREMAS DEL MOIC

1. La frecuencia de visita a los ranchos refuerza la identidad cultural en la población nativa y promueven la adopción de ésta, en la población residente no nativa.
2. La distancia a los ranchos influye de manera directa en la decisión para visitar a los mismos.
3. La frecuencia de visita a los sitios arqueológicos, monumentos naturales y demás sitios emblemáticos, refuerzan la identidad cultural en la población nativa y promueven la adopción de ésta en la población residente no nativa.
4. La distancia a sitios arqueológicos, monumentos naturales y demás sitios emblemáticos influye de manera directa en la decisión para visitar a los mismos.
5. La asistencia a festivales de tradición sudcaliforniana refuerza la identidad cultural y promueve la adopción de ésta en la población residente no nativa.
6. Consumir la comida tradicional sudcaliforniana refuerza la identidad cultural y promueve la adopción de ésta en la población residente no nativa.
7. La asistencia a exposiciones culturales sudcalifornianas refuerza la identidad cultural y promueve la adopción de ésta en la población residente no nativa.
8. Conforme se establecen más interconexiones de mercados internacionales la identidad cultural disminuye en función de una tasa variable.

9. Conforme se establecen más inmigrantes nacionales que no se involucran en actividades culturales en el Estado, la identidad cultural disminuye a una tasa variable.
10. Conforme se establecen más inmigrantes extranjeros como población residente y éstos no se involucran en actividades culturales en el Estado, la identidad cultural disminuye a una tasa variable.

En este modelo se simulan los mecanismos que a juicio de los expertos, se ven involucrados en la Conservación de la Identidad Cultural y sus procesos, la estructura del modelo se representa en el diagrama de flujo de la FIGURA 24, por su parte en FIGURA 25, se muestra una captura de pantalla del manejador del MOIC, en dicha figura se aprecia la carátula como imágenes representativas de la identidad cultural, a la derecha se muestra el área de gráficos que muestra los resultados según el escenario que se genere y en la parte inferior se muestran los moduladores (cajas grises) los que implican pérdida de la identidad cultural se alinean en la izquierda, mientras que los que implican ganancia de la identidad cultural se alinean a la derecha.

Se aprecia un solo stock o variable de estado que en este caso es la Identidad Cultural, la cual como flujos de entrada únicamente considera la ganancia de identidad cultural a través de las acciones que identifican una ganancia en la misma, como la frecuencia en la visita a los ranchos, playas, sitios arqueológicos y sitios emblemáticos del Estado; el consumo de productos locales (comidas típicas) y la asistencia a eventos culturales estatales (p.e. festivales y exposiciones) mientras que los flujos de salida son tres, los cuales en su conjunto simulan la pérdida de la identidad cultural. El primero se refiere a la pérdida por efecto de la globalización, el segundo a la pérdida de usos costumbres por la inmigración nacional que mantiene sus propias costumbres y el tercero a la pérdida de identidad cultural debida a la inmigración extranjera que además de mantener costumbres propias no se involucra con la comunidad local y mantiene un amplio margen de segregación en principio por la diferencia en el idioma.

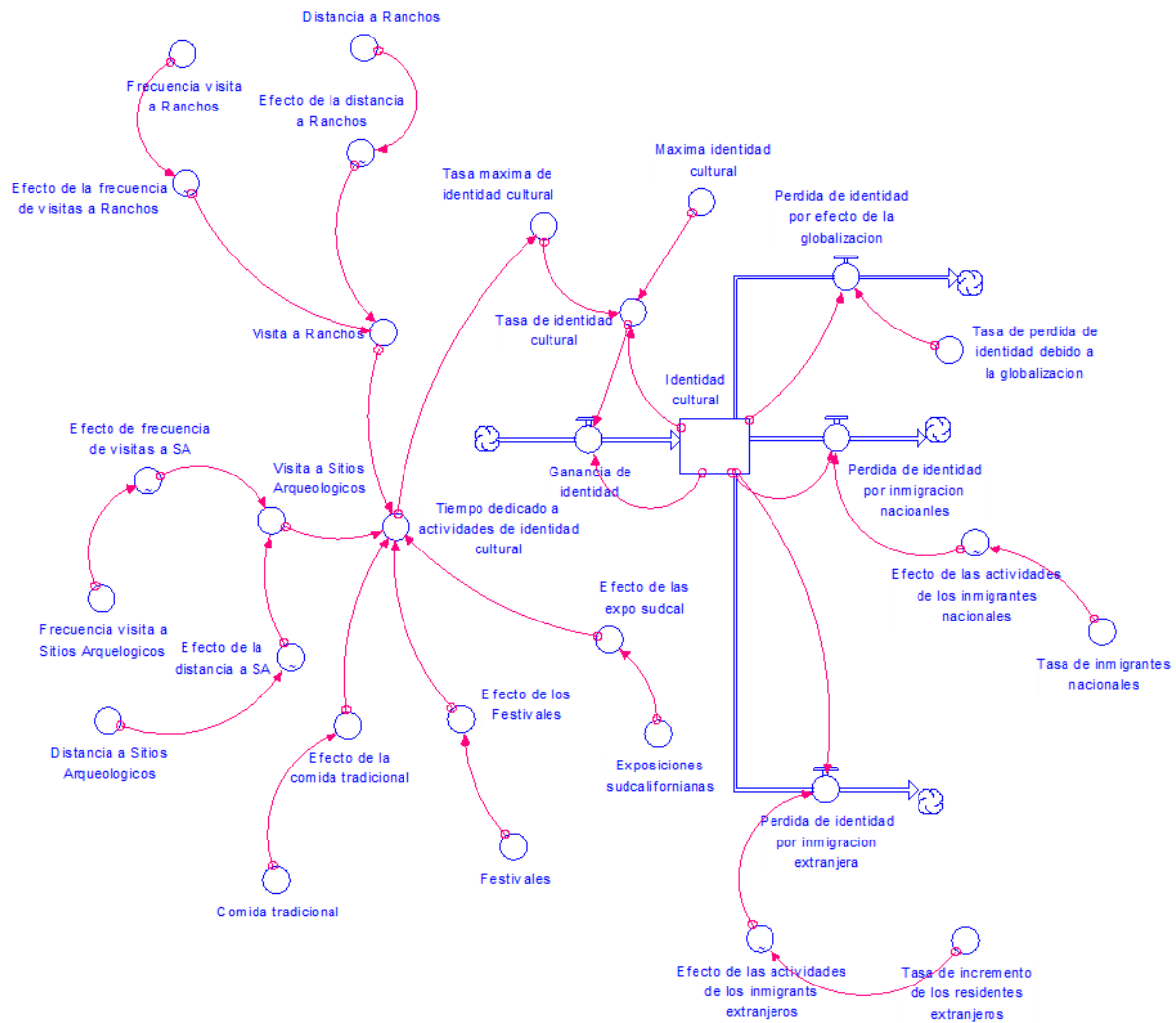


FIGURA 24 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE CONSERVACIÓN DE LA IDENTIDAD CULTURAL (MOIC)

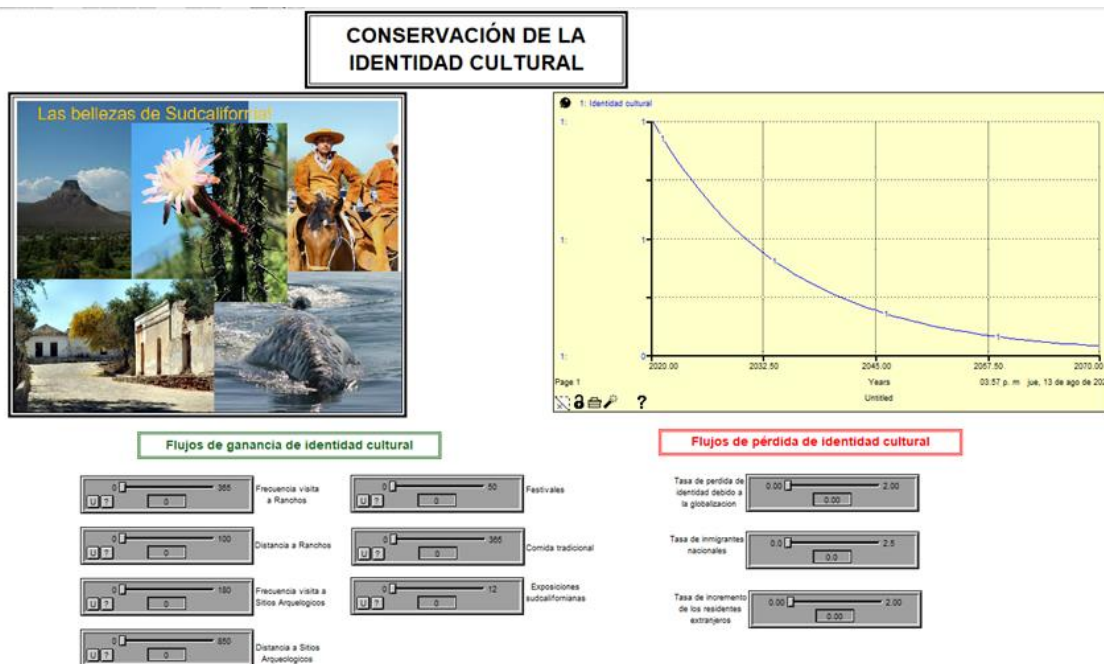


FIGURA 25 IMAGEN DEL MANEJADOR DEL MOIC EN STELLA, SE PRESENTAN ALINEADOS A LA IZQUIERDA LOS MODULADORES (CAJAS GRIS) QUE IMPLICAN FLUJOS DE GANANCIA DE IDENTIDAD CULTURAL, MIENTRAS QUE ALINEADOS A LA DERECHA SE OBSERVAN LOS MODULADORES QUE IMPLICAN PÉRDIDA DE ÉSTA.

CATEGORIZACIÓN DE LOS MECANISMOS INVOLUCRADOS EN EL MOIC

Sobre la base de las categorías propuestas por Gajpal y colaboradores (1994) al contexto del ordenamiento ecológico, los mecanismos involucrados en el MOIC se pueden categorizar de la siguiente manera:

- **Mecanismos vitales:** recordando que son aquellos mecanismos cuya anulación podría colapsar al sistema, dentro el MOIC se considera que la actividad ligada a la manutención de la vida tradicional sudcaliforniana como es la visita a los ranchos, sitios arqueológicos, monumentos naturales y demás sitios emblemáticos sudcalifornianos es fundamental.
- **Mecanismos necesarios:** considerando que el cambio de éstos genera modificaciones drásticas en el sistema se considera que, el frenar la tendencia actual, así como incrementar la promoción de las costumbres y tradiciones sudcalifornianas, así como mantener la tasa de empleo de población residente conforme el potencial de empleo lo sugiera, son los mecanismos que más repercusión tienen en el sistema del MOIC
- **Mecanismos deseables:** dado que son los que se relacionan con la calidad y el valor del sistema en buen estado, se considera entonces que el Involucramiento de la población residente tanto nativa como no nativa en los

procesos que refuercen y/o estimulen la adopción de la identidad cultural sudcaliforniana, es lo deseable en el MOIC.

ESCENARIOS DE SIMULACIÓN DERIVADOS DEL MOIC

Sobre la base de este modelo a continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes escenarios de simulación: tendencial, contextual y estratégico.

ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOIC

Inicialmente una tendencia estaba asociada técnicamente al análisis de mercado, con el objetivo de detectar y medir el comportamiento del precio y así determinar acciones de compra-venta para participar en él; sin embargo, la tendencia *per se*, no se limita a los mercados financieros; en un sentido más amplio, una tendencia es un patrón de comportamiento de los elementos de un entorno particular durante un período. En este sentido, el término análisis tendencial se refiere al concepto analizar la información histórica y de evidenciar un patrón, dinámica o comportamiento a partir del procesamiento de esa información. Aunque el análisis de tendencias se relaciona de manera frecuente con predecir los acontecimientos futuros, es útil para identificar comportamientos en el pasado y el presente, detectando cambios significativos que pueden incidir en la dirección de las acciones a realizar a futuro, así el comportamiento de las tendencias permite tomar decisiones estratégicas ante las vulnerabilidades, amenazas y oportunidades que se detecten (Castellanos-Domínguez *et al.*, 2011).

En este sentido, para el desarrollo del escenario tendencial del MOIC se consideraron los valores promedios actuales tanto en los flujos que involucran ganancia como en los flujos que involucran pérdida de la Identidad Cultural y que se muestran en la Tabla 10. El valor inicial de Identidad cultural es 70, ya que se considera que la identidad cultural no está en su valor máximo.

Los resultados gráficos de esta simulación se muestran en la FIGURA 26 se aprecia como de mantener las condiciones actuales la Identidad Cultural decrece de manera exponencial con el paso del tiempo, llegando a la mitad de su valor actual en 12.5 años manteniendo la tasa de decaimiento hasta llegar a sus valores mínimos en un lapso de 50 años.

TABLA 10 VALORES CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOIC

| Flujos | Parámetro | Valor | Unidades |
|---------------------------|---|-------|----------------|
| Flujos de ganancia | Visita a ranchos | 5 | visitas/año |
| | Distancia a ranchos | 100 | Km |
| | Visita a sitios arqueológicos y emblemáticos | 15 | visitas/año |
| | Distancia a sitios arqueológicos y emblemáticos | 50 | Km |
| | Comida tradicional | 90 | consumo/año |
| | Festivales | 5 | asistencia/año |
| | Exposiciones sudcalifornianas | 2 | asistencia/año |
| Flujos de pérdida | Globalización | 0.04 | Tasa anual |
| | Inmigración nacional | 0.17 | Tasa anual |
| | Inmigración extranjera | 0.08 | Tasa anual |

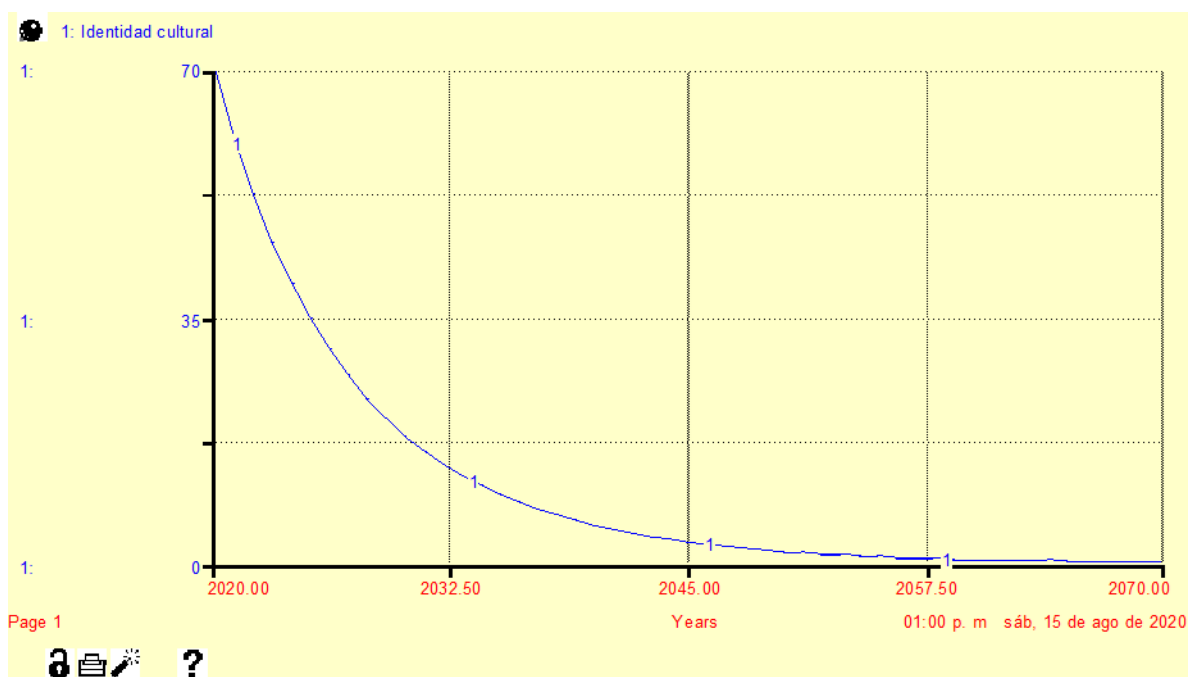


FIGURA 26 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOIC

La expresión espacial del escenario tendencial se presenta en la FIGURA 27, para la cual se muestra el índice de Identidad cultural considerando todas las rancherías presentes en el Estado con 10 o más habitantes, tal y como fue sugerido por los representantes del sector conservación durante los talleres de validación.

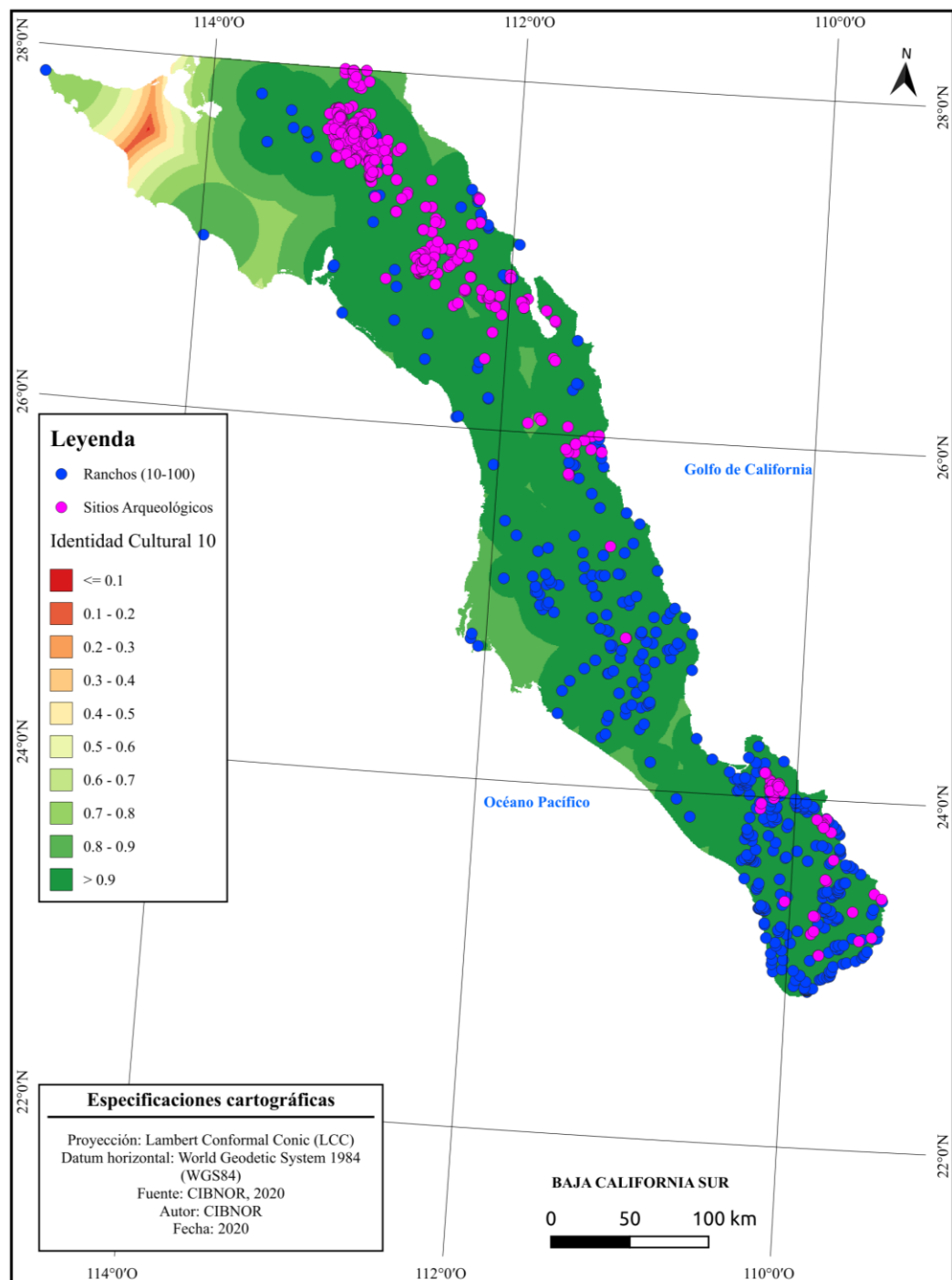


FIGURA 27 ESCENARIO TENDENCIAL DEL MOIC CONSIDERANDO LAS RANCHERIAS CON 10 O MÁS HABITANTES

ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOIC

El contexto en términos estrictos se refiere al entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el que se considera un hecho determinado (RAE, 2020). Es pues un conjunto de fenómenos, situaciones y/o circunstancias que rodean o condicionan el hecho en mención. Para el caso particular de este ejercicio, nos referimos como escenario contextual, al escenario que simula las condiciones actuales del fenómeno que estamos modelando.

En este sentido el escenario contextual considerado en el presente ejercicio recoge las tasas de cambio de los flujos de pérdida descritos para la última década; mientras que los flujos de ganancia se mantienen sin cambios; es decir se mantienen en las condiciones actuales a lo largo del periodo de simulación (Tabla 11).

TABLA 11 VALORES CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOIC

| Flujos | Parámetro | Valor | Unidades |
|---------------------------|----------------------------------|-------|----------------|
| Flujos de ganancia | Visita a ranchos | 5 | visitas/año |
| | Distancia a ranchos | 100 | Km |
| | Visita a sitios arqueológicos | 15 | visitas/año |
| | Distancia a sitios arqueológicos | 50 | Km |
| | Comida tradicional | 90 | consumo/año |
| | Festivales | 5 | asistencia/año |
| | Exposiciones sudcalifornianas | 2 | asistencia/año |
| Flujos de pérdida | Globalización | 0.08 | Tasa anual |
| | Inmigración nacional | 0.4 | Tasa anual |
| | Inmigración extranjera | 0.15 | Tasa anual |

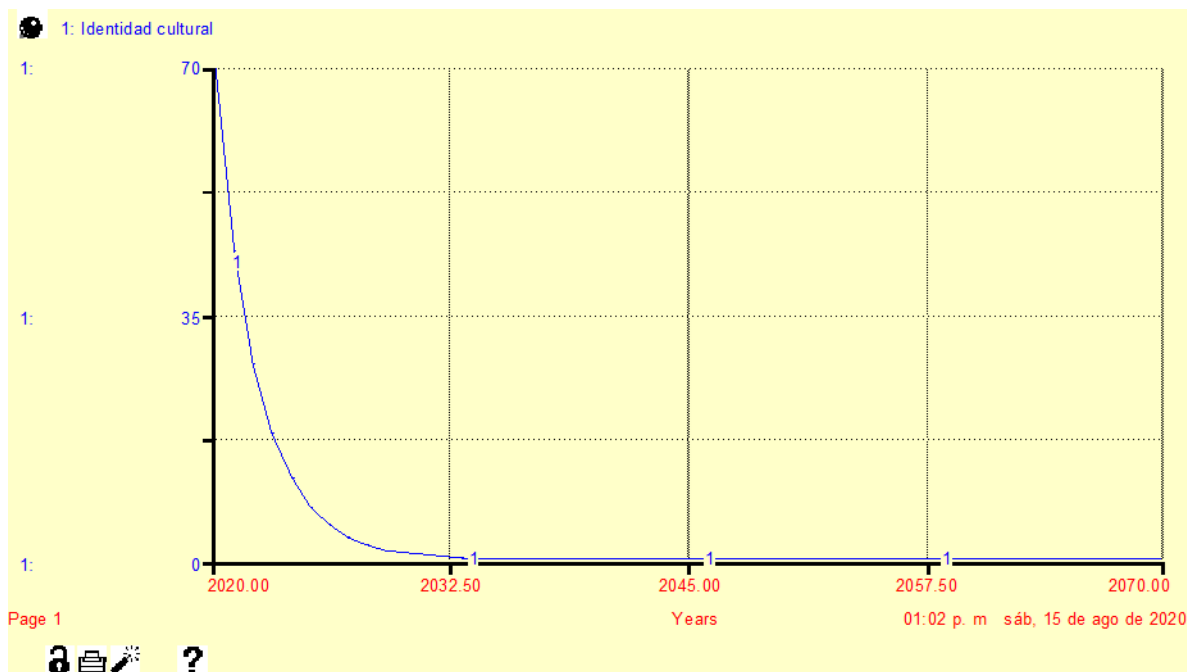


FIGURA 28 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO CONTEXTUAL DEL MOIC

Los resultados de este escenario se expresan de manera gráfica en la FIGURA 28 observando que de continuar con las tasas de cambio que se han mantenido desde hace diez años y manteniendo los flujos de ganancia de la actualidad, la Conservación de la Identidad sudcaliforniana cae estrepitosamente llegando a la mitad de su valor actual en el próximo futuro primer lustro, para continuar cayendo de manera menos acelerada pero igualmente alarmante en los siguientes años, llegando a su valor más bajo en 12.5 años a partir del presente.

Los resultados expresados en el espacio se observan en la FIGURA 29 y FIGURA 30. Como se mencionó anteriormente, y sobre la base de las proyecciones del MOIC, es previsible que las rancherías vayan desapareciendo conforme la vida en los centros urbanos se incrementa. De tal manera que se prevé que gradualmente las rancherías puedan ir desapareciendo, provocando con ello que la Identidad Cultural pueda ir disminuyendo en consecuencia.

Observamos que las regiones con mayor susceptibilidad para disminuir la Identidad Cultural en el Estado, son las áreas de los que se conoce como la Región de la Pacifico Norte, así como algunas regiones al norte de Bahía Magdalena y en las estribaciones de la porción norte de la Sierra de Guadalupe-La Gigante. Las porciones meridionales del estado

permanecen más o menos constantes ya que la densidad de ranchos es lo suficientemente grande para mantener el índice de identidad cultural en niveles altos.

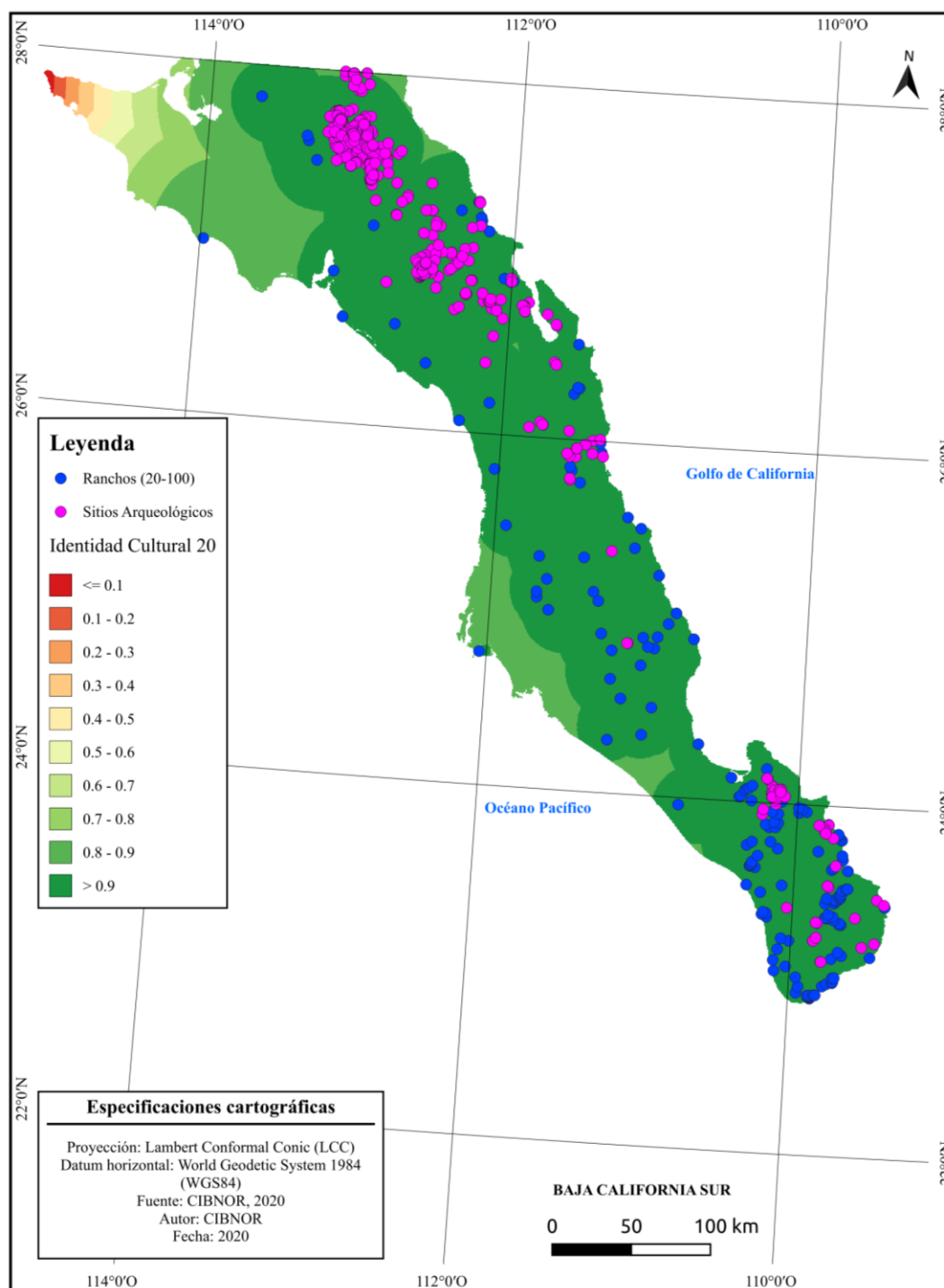


FIGURA 29 ESCENARIO CONTEXTUAL I DEL MOIC ELIMINANDO LAS RANCHERIAS CON 19 O MENOS HABITANTES

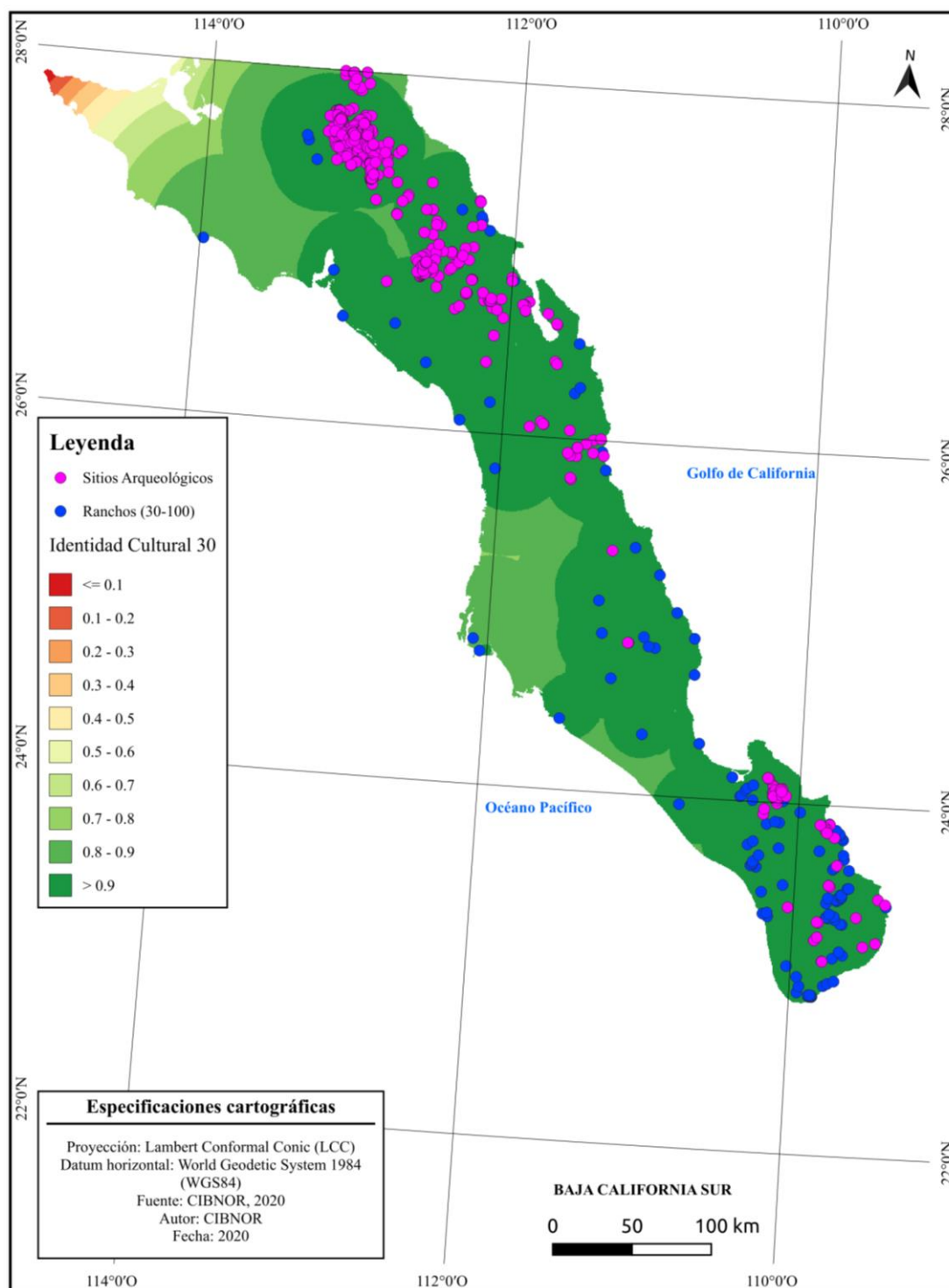


FIGURA 30 ESCENARIO CONTEXTAL II DEL MOIC ELIMINANDO LAS RANCHERIAS CON 29 O MENOS HABITANTES

ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOIC

Siguiendo la secuencia lógica de los escenarios, una vez analizados los escenarios tendencial y contextual, se pueden tomar medidas estratégicas que contravengan el deterioro socioambiental expresado en el MOIC como Identidad cultural; se parte de la premisa de concebir la información como elemento útil en la gestión estratégica, que al ser gestionada eficientemente coadyuva en brindar bases sólidas para la toma de decisiones acertadas en la búsqueda de acciones para la conservación socio ambiental.

Para el presente ejercicio, se consideran dos escenarios el primero es iniciando con los valores actuales de identidad cultural y reforzando estrategias que estimules los flujos de ganancia y disminuir los flujos que involucran pérdida de ésta como se muestra en la Tabla 12.

TABLA 12 VALORES CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO ESTRATÉGICO 1 DEL MOIC

| Flujos | Parámetro | Valor | Unidades |
|---------------------------|----------------------------------|-------|----------------|
| Flujos de ganancia | Visita a ranchos | 40 | visitas/año |
| | Distancia a ranchos | 25 | Km |
| | Visita a sitios arqueológicos | 48 | visitas/año |
| | Distancia a sitios arqueológicos | 100 | Km |
| | Comida tradicional | 138 | consumo/año |
| | Festivales | 24 | asistencia/año |
| | Exposiciones sudcalifornianas | 12 | asistencia/año |
| Flujos de pérdida | Globalización | 0.05 | Tasa anual |
| | Inmigración nacional | 0.4 | Tasa anual |
| | Inmigración extranjera | 0.15 | Tasa anual |

Como puede apreciarse en la FIGURA 31, si se realizan de manera inmediata estrategias que fortalezcan los flujos de ganancia y éstas se mantienen, la Identidad Cultural no solo no disminuye, sino que aumenta gradualmente hasta alcanzar su valor máximo, es decir mayor al actual en aproximadamente 25 años a partir del presente.

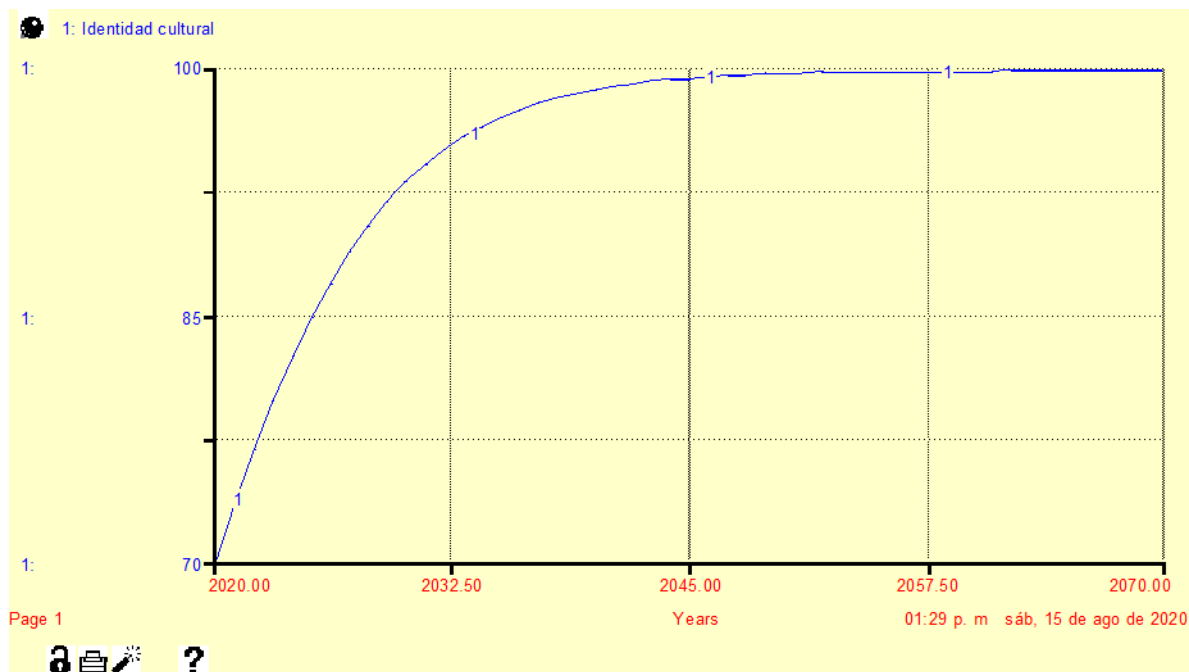


FIGURA 31 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO ESTRATÉGICO 1 DEL MOIC

Para el escenario estratégico 2 se consideró, tomar la salida del escenario contextual, es decir, iniciar en el valor más bajo de Identidad Cultural (1) en el año 2030 y hasta entonces iniciar con estrategias que fortalezcan los flujos de ganancia con los valores expresados en la Tabla 13.

TABLA 13 VALORES CONSIDERADOS PARA EL ESCENARIO ESTRATÉGICO 2 DEL MOIC

| Flujos | Parámetro | Valor | Unidades |
|---------------------------|----------------------------------|-------|----------------|
| Flujos de ganancia | Visita a ranchos | 40 | visitas/año |
| | Distancia a ranchos | 25 | Km |
| | Visita a sitios arqueológicos | 48 | visitas/año |
| | Distancia a sitios arqueológicos | 100 | Km |
| | Comida tradicional | 145 | consumo/año |
| | Festivales | 24 | asistencia/año |
| | Exposiciones sudcalifornianas | 12 | asistencia/año |
| Flujos de pérdida | Globalización | 0.05 | Tasa anual |
| | Inmigración nacional | 0.4 | Tasa anual |
| | Inmigración extranjera | 0.15 | Tasa anual |

Como se puede apreciar en la FIGURA 32 si se realizan estrategias que refuercen los flujos de ganancia, la Identidad Cultural puede recuperarse, aunque en un lapso mucho mayor, tardando aproximadamente 25 años en llegar a los niveles que se tenían en 2020 y otros 15 en llegar a su máximo posible.

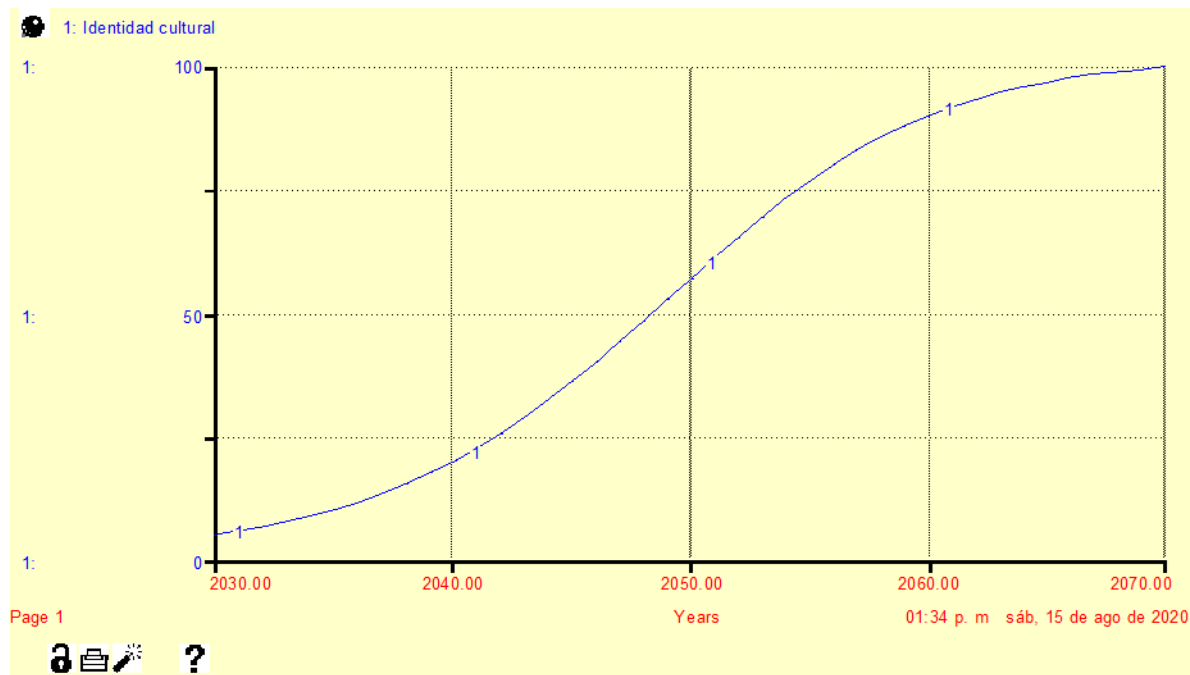


FIGURA 32 VALORES DE SALIDA DEL ESCENARIO ESTRATÉGICO 2 DEL MOIC

De acuerdo con Molano (2007) el desarrollo de un territorio supone una visión que pasa por una acción colectiva, que involucra a los gobiernos locales, regionales, el sector privado y la población en general. Y esta acción colectiva implica numerosas actividades que pueden basarse en lo cultural, como la identidad y el patrimonio. La identidad supone un reconocimiento y apropiación de la memoria histórica. El valorar, restaurar y proteger el patrimonio cultural es un indicador claro de la recuperación, reinvención y apropiación de una identidad cultural que deberá salvaguardarse.

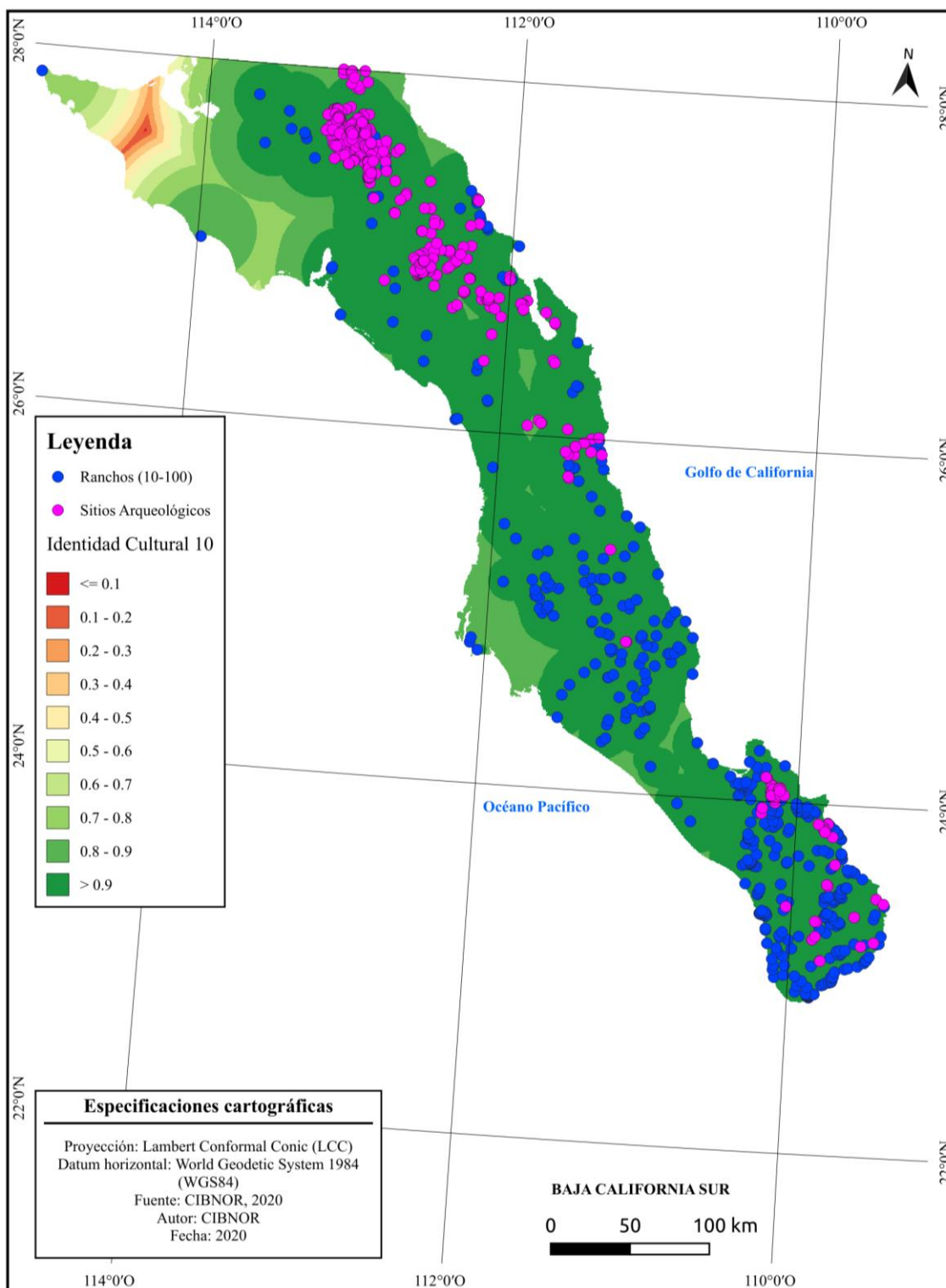


FIGURA 33 ESCENARIO ESTRATÉGICO DEL MOIC CONSIDERANDO LA PRESERVACIÓN DE LAS RANCHERÍAS ACTUALES CON POR LO MENOS 10 HABITANTES

DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ESPECIES SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL

Las especies bajo algún tipo de protección especial se encuentran en esa condición debido a que se considera que sus poblaciones naturales están en riesgo ya sea porque han ido disminuyendo por factores ambientales o por factores antropogénicos como la transformación de su hábitat, sobreexplotación, interacciones con especies invasoras y/o efectos de la contaminación, ente otros. En México se utilizan cuatro categorías para las especies que se encuentran en riesgo, publicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Las categorías son Probablemente Extintas en el Medio Silvestre (E), En Peligro de Extinción (P), Amenazadas (A), Sujetas a Protección Especial (Pr).

A nivel nacional existen los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE) que estructuran una serie de estrategias de conservación para cada una de las especies en el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) y tienen como objetivo general la consolidación, promoción e implementación de acciones específicas y estrategias de conservación de las poblaciones de especies prioritarias en México. Para especies no marinas en BCS hay incidencia de tres Programas que a nivel federal ya cuentan con las propias estrategias para su conservación: el Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Águila Real (*Aquila chrysaetos*); el Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Berrendo (*Antilocapra americana*) y el Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Ambystoma (*Ambystoma* spp.).

Excluyendo la fauna marina, así como las especies terrestres endémicas de las islas bajo jurisdicción federal, para BCS se reportan 135 especies de flora y fauna bajo algún estatus de protección, de éstas, 108 (81%), se encuentran mayoritariamente distribuidas dentro de alguna Área Natural Protegida (ANP) por lo que ya cuentan con un Programa de Conservación y Manejo propio del sitio y quedan fuera del alcance de este estudio. Las 27 especies restantes (19%) con mayor frecuencia de registros fuera de las áreas naturales protegidas son en su mayoría aves (48.10%), muchas de ellas migratorias de alta movilidad. Un 7.4% adicional corresponde a dos especies bajo protección, pero que en BCS se trata de especies introducidas: la iguana verde (*Iguana iguana*) y la rana leopardo (*Lithobates forreri*). Y otras especies como son la mascarita peninsular (*Geothlypis beldingi*) tienen mayor representatividad en sitios prioritarios como los oasis y otro sitios RAMSAR; de tal

modo que únicamente <6 % de las especies naturales residentes de BCS bajo algún tipo de protección, tienen su mayor población fuera de alguna ANP, como es el caso de la cactácea *Stenocereus eruca* (*Pitayo chirinola*), cuya mayor población se ha registrado en áreas del Valle de Hiray en las inmediaciones de los llanos de Magdalena; y de la Biznaga pitayita (*Mammillaria peninsularis*) con mayor densidad poblacional en las inmediaciones de Todos Santos y Pescadero.

Ahora bien, sobre la base de la mejor información disponible detallada en los apartados anteriores, se realizó un análisis para determinar qué porcentaje de las especies sujetas a protección especial en BCS están asociadas a qué tipo de vegetación (FIGURA 34) encontrando que el 59% de las especies bajo protección están asociadas a vegetación que ha mantenido una tendencia negativa en su NDVI durante los últimos 10 años. De estas, las tres primeras categorías mostradas en la FIGURA 34 engloban al 41.8% de las especies, de las cuales el mayor porcentaje se encuentra asociado al Matorral sarco-crasicaule y sarcocaula (17%) que domina en la entidad, seguido del 13.8% asociado a la selva baja caducifolia y chaparral; y el 11% asociado al matorral desértico micrófilo. De las especies asociadas a vegetación con tendencia positiva el mayor porcentaje se encuentra asociado a la vegetación de desiertos arenosos con el 12%, seguido de los bosques de encino pino, pino, y pino-encino con el 7.8% (FIGURA 34).

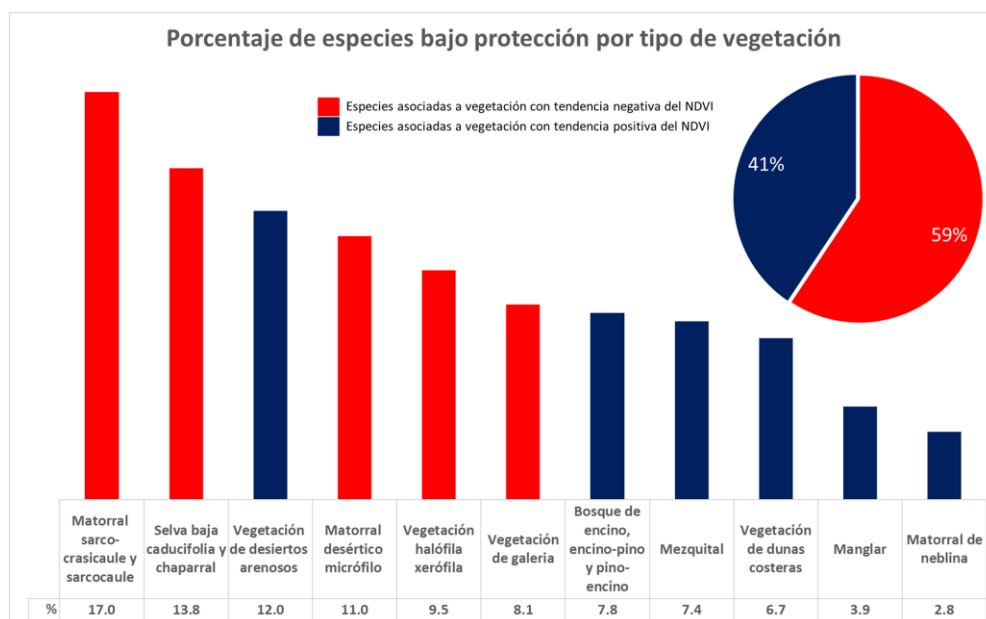


FIGURA 34 PORCENTAJE DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA BAJO PROTECCIÓN POR TIPO DE VEGETACIÓN

En este sentido, como se apreció en las figuras FIGURA 12 y FIGURA 13, sobre la base de los escenarios planteados con el MOBI desarrollado *exprofeso* para este estudio y descrito en el apartado correspondiente, de mantenerse las tendencias actuales en un periodo aproximado de 25 años, los valores de degradación vegetal pasarán de moderados a altos en más del 80% del territorio estatal y en 50 años la degradación vegetal será máxima en todo el estado.

Si bien a nivel nacional, BCS es el estado que conserva la mayor proporción de su superficie con vegetación natural con el 93%, es preciso recordar que esta vegetación es representativa de zonas áridas, por lo que su cobertura, así como su vigor, pueden verse fuertemente afectados por factores naturales como el incremento de la temperatura, la disminución de la precipitación y la erosión. Sin embargo, el efecto sinérgico entre estas condiciones y las actividades humanas pueden acelerar los procesos de desertificación (Breceda-Solís y Vázquez-Miranda, 2013) En los casos particulares donde la presión demográfica es mayor como es el caso de la región sur del estado, y periferia de las manchas urbanas en el resto del territorio estatal, el proceso de sustitución de las comunidades naturales por zonas urbanas o alteradas para la agricultura y la ganadería puede ocasionar fuertes problemas en terrenos no aptos para ello, trayendo como consecuencia un rápido deterioro de la vegetación natural, deterioro del suelo y consiguientemente pérdida de hábitat provocando el desplazamiento de la fauna asociada.

Frente a estos escenarios se requieren medidas de adaptación y mitigación que adecuen al ámbito estatal las grandes líneas de acción y recomendaciones técnicas expuestas en los instrumentos federales desarrollados para ese fin.

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur (2012), se manifiesta la necesidad de conservación del ambiente y de un aprovechamiento inteligente de los recursos naturales como una realidad concreta en el espacio terrestre y marino sudcaliforniano. Los autores mencionan que el uso económico intensivo de los recursos naturales en esta región ha tendido a acelerarse y ampliarse desde hace algunas décadas, lo que se manifiesta en todos los niveles de la realidad social e involucra una gran diversidad de intereses. En Baja California Sur, el desarrollo urbano y turístico, los desmontes agrícolas, la ganadería extensiva y la minería han sido las actividades que más han afectado a la región, incluyendo a sus servicios ecosistémicos, ello aunado a que la única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, ponen a Baja California Sur en un estado vulnerable ante los embates del Cambio Climático.

Por otro lado, se ha identificado que existen fuentes de forzamiento climático, particularmente respecto al calentamiento global, con potenciales impactos en este aprovechamiento de recursos naturales y la actividad productiva. A lo anterior se añade la afectación de la dinámica social y económica de la región, que complica aún más la adopción de estrategias de desarrollo sustentable.

Al respecto, en el mismo documento, los escenarios planteados para el periodo de 2015-2039 y 2075-2099 se observan incrementos sostenidos de la temperatura ambiental en el orden de 2°C con un aumento del tiempo correspondiente a los períodos de verano, así mismo se proyecta el aumento en la temperatura superficial del mar de entre 1 y 2°C, lo que podría provocar tormentas y huracanes intensos (lo que favorecería la precipitación asociada a los mismos). Otro es el aumento en el nivel del mar con consecuencias adversas directas sobre la industria hotelera asentada en la zona costera y, paradójicamente, una mayor competencia por el recurso agua entre las zonas urbanas y las hoteleras, que ya es un problema en los municipios del sur del Estado.

En este sentido, la afectación del ciclo hidrológico incrementa la vulnerabilidad por exposición de la población sudcaliforniana provocada por los impactos del cambio climático, particularmente en la desertificación o degradación de la tierra. Este es un fenómeno estrechamente ligado a la sequía, y vinculado como causa-efecto con la pobreza, la desigualdad y el deterioro de los recursos y sistemas productivos en las zonas rurales.

En BCS, la capacidad de adaptación es compleja y dinámica, está distribuida asimétricamente dentro y entre sociedades, y se relaciona con el desarrollo social y económico ya que va de la mano con las variaciones regionales, tales como las condiciones medioambientales locales, factores de desgaste de los ecosistemas, pautas en la utilización actual de recursos, el marco de toma de decisiones, las políticas gubernamentales, precios, preferencias, y valores, entre otros. La identificación del panorama de vulnerabilidad y la capacidad potencial y actual de adaptación de los diferentes grupos sociales ha de considerar, así, que no todos ellos son afectados de la misma manera y con la misma intensidad (Ivanova y Gámez, 2012).

En el presente apartado se abordarán las perspectivas del Cambio Climático sobre la base de la información elaborada al respecto en diversos documentos oficiales y alineada a los tres objetivos de pronóstico abordados en este documento, la conservación de la identidad cultural, la conservación de la biodiversidad y la conservación del agua.

CONSIDERACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICOS BAJO LOS TRES ENFOQUES DE CONSERVACIÓN ABORDADOS EN ESTE DOCUMENTO

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Los efectos del CC sobre la vida del planeta los podemos explicar si tenemos en cuenta que los organismos de todas las especies viven en condiciones ambientales particulares que, de modificarse significativamente, pueden impedir su sobrevivencia y reproducción. Debemos mencionar que los efectos del CC sobre la vida en el planeta ocurren en escala sinóptica y pueden observarse en las interacciones específicas, en la amplitud de su distribución geográfica o incluso, en cambios estructurales y funcionales de los ecosistemas.

Como respuesta a los cambios en algunas variables ambientales, que generalmente se asocian al CC como son la temperatura superficial del aire o del mar, los organismos de ciertas especies se desplazan hacia nuevos sitios con características ambientales similares a las que tenían sus hábitats naturales. En consecuencia, sus distribuciones geográficas pueden cambiar en función de la variabilidad ambiental que ocurre a diferentes escalas espaciotemporales, incluyendo la del CC.

La distribución geográfica de una especie es el conjunto de localidades donde ésta ha sido registrada, ya sea mediante la recolecta de especímenes o la observación. Un área de distribución geográfica, en cambio, resulta de la inferencia acerca de cuál es el área con mayor probabilidad de que una determinada especie esté presente. El área de distribución de una especie se construye a partir de las localidades donde se ha registrado, entendiendo por localidad de recolecta o registro, tanto su descripción de localización y coordenadas geográficas, como sus atributos de hábitat. Hoy en día existen varios modelos para predecir el área de distribución de una especie. El área de distribución de una especie o taxón individual puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad (Espinosa y Llorente, 1993). La continuidad o discontinuidad de un área de distribución es, en general, un efecto de la escala de estudio. De esta manera en el modelo propuesto en este estudio para analizar la importancia asociada a los diferentes tipos de vegetación presentes en el estado de BCS, consideramos los cambios ocurridos en la escala interanual (20 años de observación) y con una resolución espacial que permite la cartografía de INEGI de 1:50,000. De esta manera podemos decir que en este estudio

analizamos, mediante la aproximación que nos da la riqueza biológica, el área de distribución de la biodiversidad como un conjunto de parches de vegetación similares debidos a la heterogeneidad del ambiente.

Si bien las especies endémicas son esenciales para establecer prioridades de conservación el endemismo sigue siendo un desafío, ya que además de ser un proceso asociado a la especiación y por ende a escalas mayores a la abordada en este análisis, muchos autores consideran que sus conceptos pueden ser demasiado estrictos o demasiado subjetivo (Espinoza-Organista *et al.*, 2001). Esas fueron las razones por las cuales en este estudio solamente utilizamos a la riqueza biológica asociada a los diferentes tipos de vegetación para analizar en prospectiva sus tasas de cambio temporales, de las cuales cuatro mostraron tendencias negativas en los últimos 20 años, siendo el tipo de vegetación selva baja caducifolia la que mostró la mayor tasa de decaimiento en su cobertura. Dadas las proyecciones de cambio climático para el Estado, se esperaría que este tipo de vegetación sea la mayormente afectada en su cobertura.

CONSERVACIÓN DEL AGUA

Uno de los temas científicos más discutidos en las recientes décadas es el conocido Cambio Climático (CC). Este fenómeno se atribuye al incremento de gases en la atmósfera, que tienen la capacidad de retener calor, incrementando así la temperatura del aire en la capa atmosférica donde se desarrolla la vida: la biosfera. A estos gases se les conoce como "gases de invernadero", a causa de que su comportamiento es análogo al que se produce dentro de este tipo de estructuras agrícolas. Existen muchos gases que tienen esta propiedad, incluido el vapor de agua; sin embargo, el más citado y sobre el cual se discute ampliamente es el bióxido de carbono (CO_2). Este gas se incrementó justamente después de iniciada la Revolución industrial. La quema de combustibles fósiles para la generación de energía es el principal agente que introduce este gas en la atmósfera; y a partir del uso del motor de combustión interna para el transporte el proceso se ha acelerado. Derivado de estas observaciones se inició una serie de investigaciones para relacionar el incremento de la temperatura del aire en superficie (TAS) en el planeta.

Los trabajos realizados por Liverman y O'Brien (1991) y Magaña *et al.* (1997), además de hacer algunas indicaciones sobre los cambios que sucederán en México concluyen que,

dadas las premisas de los modelos evaluados, todavía existen demasiadas inconsistencias sobre los resultados obtenidos. Estos autores mencionan que, para la región noroeste del país, donde se encuentra el Estado de Baja California Sur, en general se espera un incremento en la TAS entre dos y cinco grados, pero en el caso de la precipitación total anual, el problema es mayor, ya que unos modelos pronostican un incremento de hasta 39% -este porcentaje es el valor máximo arrojado por uno de los modelos evaluados-, y otros pronostican una disminución de la precipitación, del orden del 20%. Los autores mencionan que este incremento ocurrirá principalmente durante los meses de julio y agosto, lo cual habla de una intensificación de la influencia tropical, posiblemente ligada a un efecto más intenso del monzón de verano por incremento en la temperatura de los océanos adyacentes. Magaña *et al* (1997), conscientes de las limitantes de los Modelos de Circulación General (GCM) en el pronóstico del clima, establecieron que es importante tomar en cuenta la relación entre las condiciones climáticas locales y los resultados que arrojan los GCM para hacer pronósticos regionales más adecuados, generando herramientas de pronóstico denominados Modelos de Circulación Regional (RCM). En su trabajo determinan los posibles escenarios climáticos que ocurrirán en la región del noroeste del país si el CO₂ se duplica en la atmósfera, y pronostican al igual que Liverman y O'Brien (1991), un incremento de la TAS; pero mucho más moderado: 1.5 °C para el invierno y 2.2 °C para el verano. En cuanto a la precipitación pluvial, sus resultados son contradictorios, la cual es producto de la baja resolución espacial con que los modelos de pronóstico trabajan. De esta manera, factores locales como la topografía o la interacción océano-atmósfera determinan en gran medida los patrones de precipitación a escala regional (Salinas-Zavala, 2000).

Es de suma importancia reconocer que las modificaciones en el balance hídrico subterráneo debidos a cambios climáticos dependen principalmente de cambios en el volumen, la duración e intensidad de la precipitación. Wurl *et al* (2013) hace un resumen de los pronósticos más recientes de precipitación para el estado de BCS, los cuales se muestran enseguida de manera íntegra:

“...De acuerdo con cambios en la precipitación, los escenarios varían dependiendo de la resolución y tipo de modelo y su concepción. Estudios basados sobre modelos climáticos sugieren que el ciclo hidrológico se verá afectado en la distribución de lluvias intensas como en la frecuencia de sequías (IPCC 2001). Meehl *et al.* (2007) muestran una tendencia de

la precipitación global anual diaria a aumentar hasta en 2% para el año 2280. Sin embargo, a nivel regional la situación varía drásticamente. Christensen et al. (2007) predicen para la península de Baja California disminuciones en la precipitación media anual de 5 a 10%, mientras CONAGUA (2007) estima que en el año 2040 habrá disminuciones en la precipitación en una cuarta parte de la península de Baja California con respecto al año 2000, mientras que en el resto del terreno tendrá aumentos. Gay (2006) propone variaciones de la precipitación entre -3% y -9% para el año 2050...”

En este sentido considerando estas proyecciones, las perspectivas son que esta región se encontrará en situación crítica por la presión del recurso agua (>80%) para 2025, de tal manera que el VEAS = 436.38 se verá incrementado en un 80% quedando en un valor de entrada de 785.484, estos valores de entrada dan como resultado los patrones expresados en la FIGURA 35, en la que podemos observar que la DMA PE se abate por debajo de los -40000 millones de litros hacia finales del periodo de simulación, siendo el mayor déficit proyectado en esta serie de escenarios de simulación, por lo que es trabajar en medidas urgentes para un aumento de la disponibilidad de agua para los próximos años ya sea vía la recarga a través de obras hidráulicas, mejoras en su distribución y/o en el uso más eficiente por todos los usuarios, domésticos y sectores productivos del Estado.



FIGURA 35 ESCENARIO DE SIMULACIÓN DEL MOCA CONSIDERANDO LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO.

IDENTIDAD CULTURAL

El proceso social que define la identidad cultural sudcaliforniana se encuentra interconectado también con la variabilidad ambiental que define el éxito de la producción de la vida en el rancho y de las comunidades pesqueras (Michelin *et al*, 2013). A partir del diagnóstico elaborado en este estudio y considerando los tres criterios principales para determinar la vulnerabilidad al Cambio Climático (CC) estatal: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, podemos mencionar que las comunidades rancheras, que forman el sustento de la identidad regional, son vulnerables al CC debido a la elevada dependencia que tienen de la ganadería extensiva y que ésta a su vez, es vulnerable a la disponibilidad de agua y a la desertificación, ya que casi en su totalidad los hatos dependen de los recursos del agostadero. De igual manera, las comunidades pesqueras tradicionales que dependen de la pesca artesanal son vulnerables al CC debido a los factores ambientales que definen en gran medida la abundancia y disponibilidad de los recursos pesqueros ribereños.

Desde nuestro punto de vista la influencia del CC sobre la identidad cultural se podría dar de manera indirecta a través de la variación en la disponibilidad de agua para la producción

agropecuaria y la variabilidad oceánica, fuera del alcance de este instrumento de planeación. Por tal motivo consideramos que esta relación se encuentra intrínsecamente dentro del modelo MOCA, ya que es ahí donde estas funciones forzantes son determinantes en los insumos para la vida en el rancho: el agua y el agostadero.

TENDENCIAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y LAS DEMANDAS DE INFRAESTRUCTURA URBANA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS URBANOS

EXPANSIÓN DE LA MANCHA URBANA

Sobre la base de la mejor información disponible, se llevó a cabo la simulación de crecimiento urbano para los municipios de Los Cabos y La Paz. Los modelos de crecimiento urbano son un tipo particular de modelado numérico que incluye variables económicas, geográficas, sociológicas y estadísticas para explorar los mecanismos de evolución urbana e interrelación dentro del sistema urbano (Li y Gong, 2016). En ellos se ponen en relación diferentes elementos tales como usos del suelo, viviendas, población, empleo, localización de comercios, industrias y servicios, redes e infraestructuras, movilidad y circulación (Wegener, 1994). En este trabajo hemos aplicado el modelo SLEUTH desarrollado por Keith C. Clarke, investigador del Departamento de Geografía de la Universidad de California en Santa Bárbara, Estados Unidos. Es un modelo basado en autómatas celulares de crecimiento urbano y cambios de uso del suelo que se ha aplicado en más de cien ciudades del mundo para simular escenarios de crecimiento y expansión urbana. SLEUTH es un acrónimo de los nombres en inglés de las capas de entrada requeridas por el modelo, como son *Slope*, *Land use*, *Exclusion*, *Urban extension*, *Transportation* y *Hillshade*. En realidad, SLEUTH no es un solo modelo, más bien se trata de una combinación de dos sub-modelos de autómatas celulares: uno de crecimiento urbano y otro de cambios de usos del suelo (Linares y Clarke, 2018). Tanto el código como los documentos de ayuda para su comprensión e implementación pueden ser descargados gratuitamente desde el sitio web: <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/index.html>.

Los resultados obtenidos para los asentamientos de los municipios de Los Cabos y la Paz se muestran en la FIGURA 36 y FIGURA 37. Como puede apreciarse la simulación del crecimiento urbano para los asentamientos de Los Cabos y san José del Cabo denota en los primeros años un crecimiento perimetral que posteriormente avanza sobre las líneas de comunicación (carreteras) cubriendo por completo el corredor turístico Los Cabos san José, San José – Buenavista y de Los Cabos hacia Pescadero.

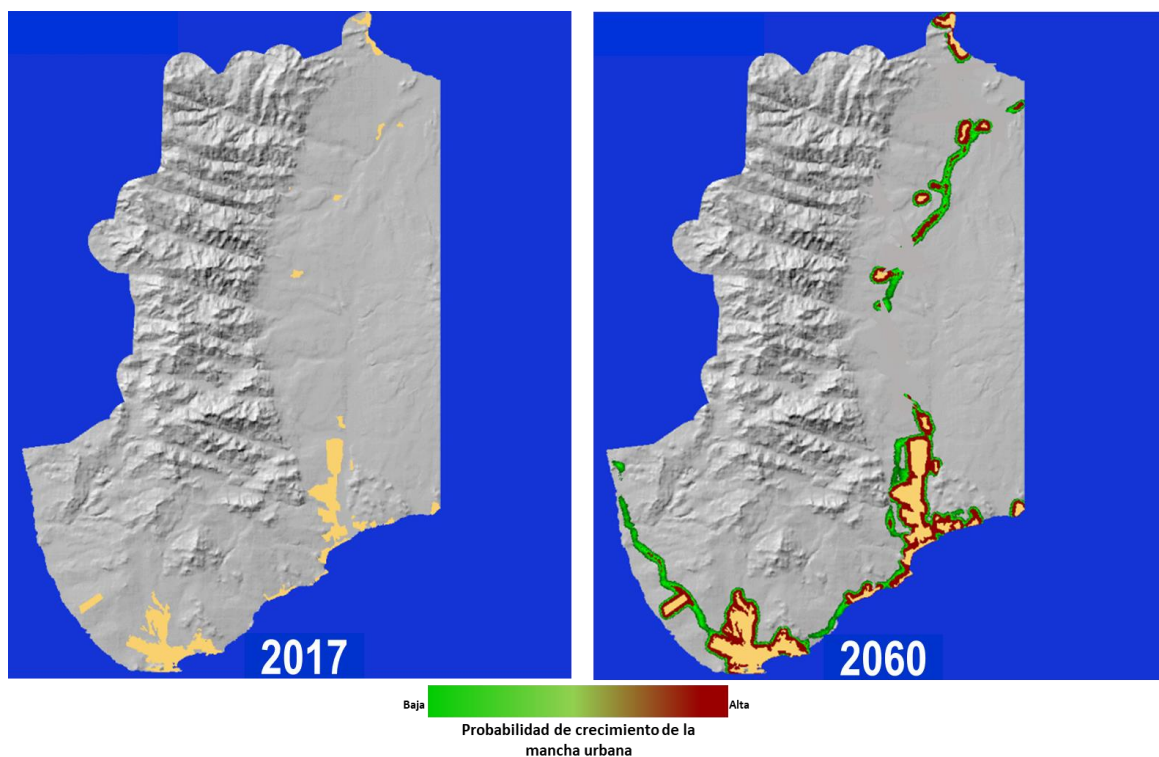


FIGURA 36 SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO URBANO PARA LOS ASENTAMIENTOS DE LOS CABOS EMPLEANDO EL MODELO SLEUTH PARA EL PERIODO 2017-2060.

Para los asentamientos urbanos en La Paz, los resultados de la simulación se muestran en FIGURA 37, en este caso durante todo el periodo de simulación se observó una expansión perimetral en todos los casos. Destaca el crecimiento de Los Planes, la urbanización en la zona del Sargento, Los Barriles y Todos Santos

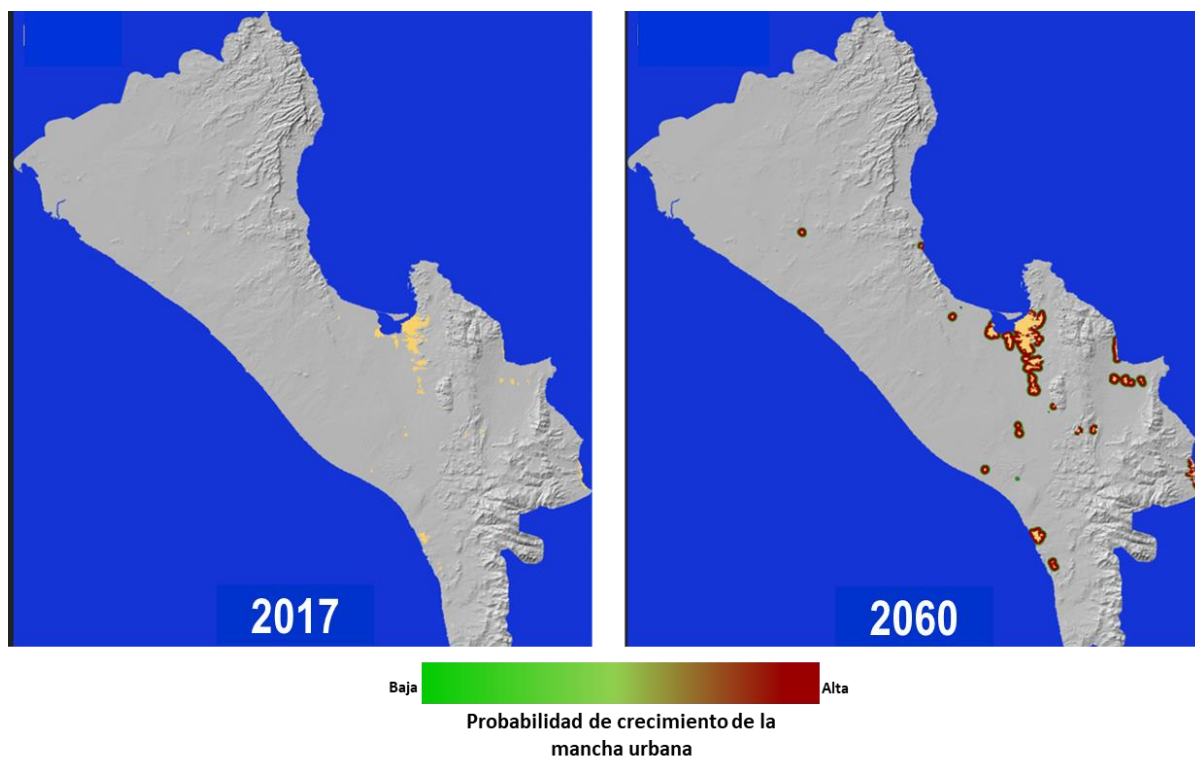


FIGURA 37 SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO URBANO PARA LOS ASENTAMIENTOS DE LA PAZ EMPLEANDO EL MODELO SLEUTH PARA EL PERIODO 2017-2060.

Sobre la base de los resultados anteriores se puede concluir que la peri urbanización puede potenciar el cambio de uso del suelo, así como la degradación de los ecosistemas y por tanto de los bienes y servicios que los mismos prestan. A partir de esta premisa, se plantea que, desde una perspectiva histórica y pronosticada de los cambios en la superficie urbana, habrá una deforestación y degradación progresiva entorno a los sistemas sobre los que ya está impactando la mancha urbana, en algunos casos como es el del Estero San José en Los Cabos el deterioro puede llegar a putos irreversibles en el corto o mediano plazo; mientras que en otros, se está a tiempo de generar planes de crecimiento adecuados, particularmente para los sistemas costeros que continuarán urbanizándose, previendo con ello salvaguardar la estructura y función que actualmente brindan.

Con respecto al área de expansión de la mancha urbana para cada asentamiento poblacional, tenemos que, en el municipio de Los Cabos, San José del Cabo pasó de 769 ha en 1997 a 4105.12 en 2017, lo que representa una expansión del 533.83%; la dirección del crecimiento de este poblado fue hacia el Norte con una tasa anual de 166.81 ha. Por su

parte para el mismo periodo Cabo San Lucas pasó de 838 ha. a 4239.05 correspondiente a un crecimiento del 505.85%, la dirección hacia la cual se extendió mayoritariamente esta población fue hacia el Noroeste con una tasa de crecimiento de 170.05 ha/año.

En el municipio de La Paz, el asentamiento poblacional de Todos Santos pasó de 292 ha en 1997 a 718.78 ha en 2017, lo que equivale a un incremento del 246.15 %, creciendo principalmente hacia el Noroeste con una tasa de 21.23 ha/año; mientras que la ciudad de La Paz pasó en el mismo periodo de 4016 ha a 9241.6 ha; es decir, que se expandió en un 230.120% con dirección Sureste principalmente. Para el municipio de Comondú se observó que Ciudad Constitución pasó de 1201 ha a 1964 ha al final del periodo analizado equivalente a un crecimiento del 163.60% expandiéndose en las direcciones Noroeste y Sureste a una tasa de 38.19 ha/año. La ciudad y puerto de Loreto tuvo un crecimiento para el mismo periodo del 162.38% pasando de 511 a 829.81 ha en 20 años, observando su mayor crecimiento en dos direcciones Noroeste y Sur con una tasa de 15.94 ha/año; y finalmente Santa Rosalía en la porción norte del Estado en el municipio de Mulegé pasó de 35 ha a 327.59 ha representado el asentamiento que mayor crecimiento tuvo en el estado en términos porcentuales (935.98%) que se extendió tanto al Noroeste como al Oeste a una velocidad de 14.63 ha/año (FIGURA 38).

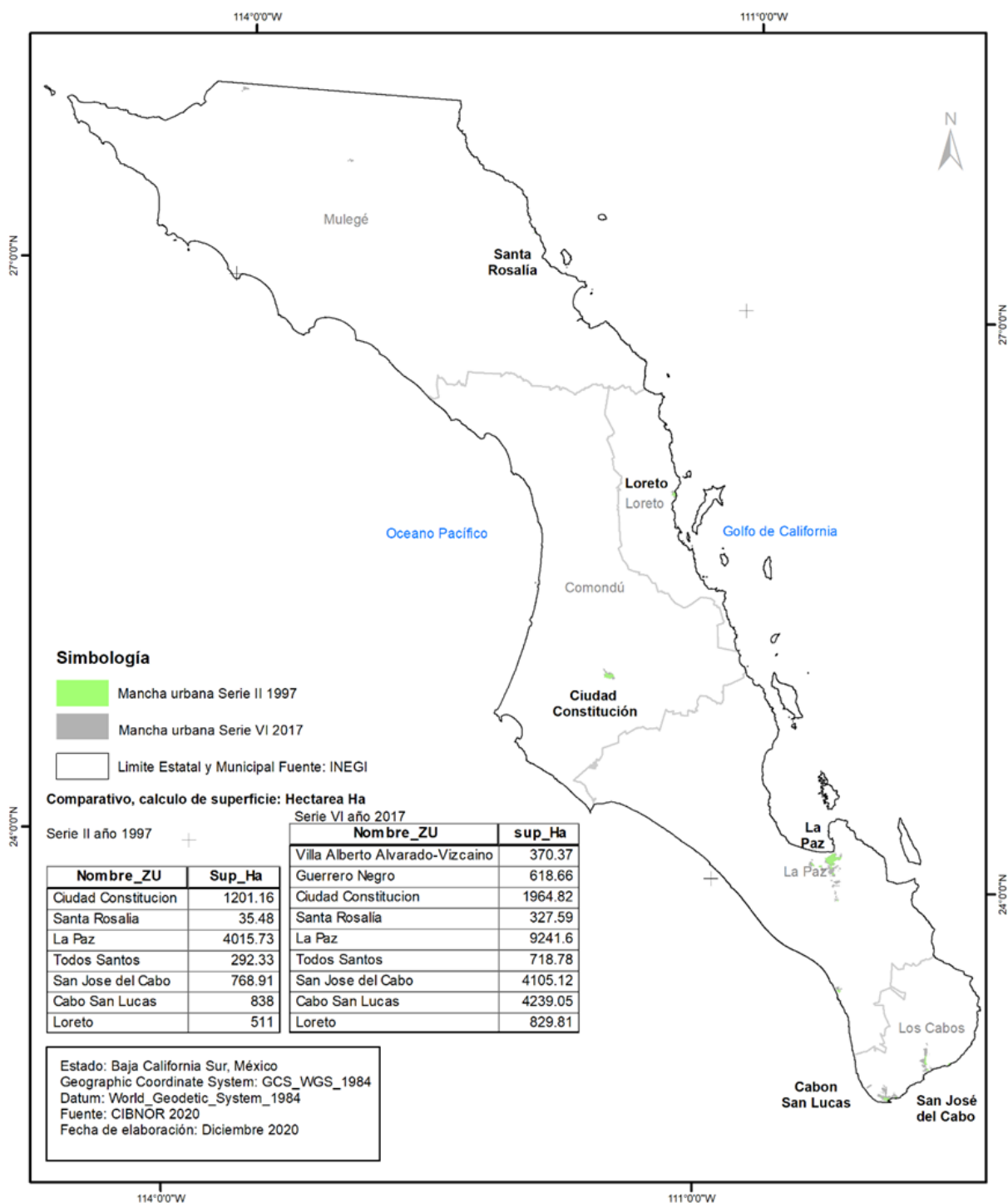


FIGURA 38 CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA EN LOS PRINCIPALES ASENTAMIENTOS DEL TERRITORIO DE BAJA CALIFORNIA SUR.

CRECIMIENTO POBLACIONAL

En términos demográficos, considerando los censos poblacionales a partir de 1990, 2000, 2010 y 2015, observamos que las localidades de San José del Cabo, Cabo San Lucas y La Paz, para el último censo analizado, rebasan ya los 100,000 habitantes (Tabla 14).

TABLA 14 PARÁMETROS DEMOGRÁFICOS DE PRINCIPALES LOCALIDADES EN EL ESTADO DE BCS. CENSOS POBLACIONALES
[HTTPS://WWW.CONEVAL.ORG.MX/SITIOS/RIEF/DOCUMENTS/BAJACALIFORNIASUR-INFORMACION-ESTRATEGICA-2015.PDF](https://www.coneval.org.mx/Sitios/RIEF/Documents/BAJACALIFORNIASUR-INFORMACION-ESTRATEGICA-2015.PDF). T.CREC. (TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: PERSONAS/AÑO); DIR.CREC. (DIRECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE LAS LOCALIDADES: PUNTOS CARDINALES); N.D. (NO DATOS); - (NO SE CONSIDERA).

| | 1990 | 2000 | 2010 | 2015 | T.Crec. | Dir.Crec. |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| San José del Cabo | 14,892 | 31,102 | 69,788 | 93,069 | - | - |
| Las Veredas | 612 | 3,888 | 10,478 | 13,973 | - | - |
| SJC+Las Veredas | 15,504 | 34,990 | 80,266 | 107,042 | 1280 | N |
| Cabo San Lucas | 16,059 | 37,984 | 68,463 | 81,111 | - | - |
| Colonia del Sol | | 10,159 | 48,032 | 64,055 | - | - |
| Las Palmas | | | 11,562 | 15,419 | | |
| CSL+CS+LPalmas | 16,059 | 48,143 | 128,057 | 160,585 | 2054 | NW |
| Todos Santos | 3,384 | 3,940 | 5,148 | 6,485 | 42 | NE |
| La Paz | 137,641 | 162,954 | 215,178 | 244,219 | 1488 | SE |
| Cd. Constitución | 34,692 | 35,589 | 40,935 | 44,918 | 144 | NW-SE |
| Loreto | 7,239 | 10,010 | 14,724 | 18,535 | 154 | NW-S |
| Santa Rosalía | 10,190 | 10,609 | 11,765 | 14,160 | 52 | NW-W |
| Guerrero Negro | 7,231 | 10,235 | 13,054 | 14,316 | 96 | n.d. |
| Vizcaíno | | 3,174 | 6,902 | 8,268 | 170 | n.d. |

La mayor tasa de crecimiento poblacional la tiene Cabo San Lucas (incluyendo a la Colonia del Sol y Las Palmas) con 2054 personas/año, seguido por La Paz con 1488 personas/año, San José del Cabo (incluyendo Las Veredas) 1280 personas/año. Las localidades de Villa Albert A. Alvarado Aramburo (Vizcaíno) con 170 personas/año, Loreto con 154 personas/año, Cd. Constitución con 144 personas/año presenta tasas por arriba de 100 personas/año y Guerrero Negro con 96 personas/año, Santa Rosalía 52 personas/año y Todos Santos con 42 personas/año son las que menores tasas de crecimiento poblacional registraron hasta 2015.

Estos indicadores, crecimiento de la mancha urbana y crecimiento poblacional, dan información que permite conocer sobre la cantidad y tipo de equipamiento urbano que se requerirá para satisfacer las necesidades de servicios en las principales localidades del Estado de BCS y que se aborda en el siguiente apartado.

EQUIPAMIENTO URBANO

La ciudad contemporánea se está repensando como un espacio que debe desarrollar plenamente las dimensiones ambiental, económica y social, mediante prácticas que garanticen un acceso por igual a todo lo que, en un espacio compartido, convierte a los seres humanos en ciudadanos: el espacio público, los elementos y espacios que permiten la movilidad y los equipamientos colectivos, entre otros. Para lograr la transformación de muchas ciudades en lugares más equitativos y sostenibles el camino es aún largo y en este contexto, el papel de la planificación es central.

El límite físico entre lo rural y lo urbano, es uno de los elementos que hacen aún más compleja esta transformación hacia la sostenibilidad en el uso del suelo, ya que es ahí donde los procesos de presión antrópica tienen mayores efectos en el medio ambiente. Por ello, la conexión entre los instrumentos de planeación del uso del suelo a nivel federal (POET) y su ejercicio a nivel local (PDU), se da en las áreas denominadas: *Perímetros de Contención Urbana*, particularmente en la capa U3, que son zonas de crecimiento contiguas al área urbana consolidada. Este instrumento legal y metodológico fue creado para regular el crecimiento urbano en nuestro país y es operado por la SEDATU a través de lo que se denomina Modelo Geoestadístico para la actualización de los Perímetros de Contención Urbana (PCU). Para más detalles se puede revisar la página: https://sniiv.conavi.gob.mx/doc/PCUs_2018.pdf.

PROYECCIONES EN LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPAMIENTO URBANO FUTURO POR LOCALIDAD

Como componentes esenciales del territorio, los equipamientos urbanos han tenido un papel fundamental en la atención de las necesidades básicas de los ciudadanos y han sido instrumentos valiosos para la construcción de comunidades solidarias y sostenibles.

Se define equipamiento urbano como el conjunto de edificios y espacios, básicamente de uso público, en donde se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo. Estos proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, sociales, culturales y recreativas. En la planeación urbana el término equipamiento está relacionado al uso del suelo para fines colectivos o institucionales, pudiendo ser públicos o privados.

CATEGORÍAS DE EDIFICACIONES Y EQUIPAMIENTOS URBANOS

En términos generales y con fines de organización y planeación el equipamiento urbano se puede clasificar según su finalidad en:

- Administración pública
- Seguridad pública y protección
- Salud
- Educación
- Cultura y Religión
- Deporte y ocio
- Asistencia social
- Circulación y Transporte
- Abastecimiento de agua y saneamiento.
- Iluminación

En nuestro País, la SEDESOL opera El Sistema Normativo de Equipamiento Urbano el cual, a través de su Manuales establece los lineamientos y los criterios de equipamiento urbano que a su vez se divide en 12 subsistemas a saber:

- Educación
- Cultura
- Comunicaciones
- Transporte
- Salud
- Asistencia Social
- Recreación
- Deporte
- Comercio
- Abasto
- Administración Pública
- Servicios Urbanos

Cada uno de estos subsistemas tiene sus propios lineamientos y criterios para proponer la dotación de algún elemento de equipamiento urbano. Un elemento de equipamiento urbano corresponde a un edificio o espacio que está delimitado físicamente, se le ubica en forma aislada o dentro de un conjunto y, principalmente, se establece una relación de intercambio entre el prestador y el usuario de un servicio público. En el Sistema Normativo se incluye un total de 125 elementos cuya planeación, construcción u operación recae principalmente en las 24 dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, participantes en su integración.

En el equipamiento se proporcionan servicios de distinta naturaleza y diferentes grados de especialidad, en prototipos de tamaño diverso. Por estas características es factible organizarlo de menor a mayor escala, o viceversa, cuantificarlo y distribuirlo a nivel inter e intraurbano, de acuerdo con la jerarquía urbana y los rangos de población de las localidades. Para ello es recomendable observar una regla de aplicación general: conforme se incrementa el rango de población o la jerarquía urbana de los centros de población, se incrementa y diversifica la cantidad de elementos tipo que se les deben proporcionar, aumentando el grado de especialidad y la dosificación de los equipamientos. Esto es, al incrementarse la población se requiere un mayor número de unidades de cada elemento tipo; y al subir la jerarquía urbana es necesario dotar otros equipamientos con mayor grado de especialidad.

Los rangos de población están definidos por el número mínimo y máximo de habitantes residentes en un asentamiento humano o centro de población; la jerarquía urbana por el ordenamiento descendente de las localidades según su tamaño de población; y los niveles de servicio por el tipo y grado de especialidad del equipamiento asignado a las localidades, de acuerdo con su rango de población y jerarquía urbana. Con el equipamiento asignado a las localidades según su nivel de servicio, se cubren las necesidades internas de un centro de población, así como las de los asentamientos humanos de menor jerarquía ubicados en un determinado radio de influencia. Si el tamaño de la población y el nivel de servicio de una localidad definen el tipo y grado de especialidad del equipamiento que le corresponde, también determinan la cantidad de unidades básicas de servicio (UBS) que se les debe destinar para satisfacer las necesidades de la comunidad.

También se emplea para estimar los requerimientos de equipamiento a corto, mediano y largo plazos, a partir de los incrementos previsibles de población que en dichos periodos pueda presentar una localidad o centro de población. En la planeación urbana del país se

recomienda aplicar múltiplos de 3 y 6 años para definir dichos periodos, en coincidencia con la duración de las gestiones gubernamentales a nivel municipal, estatal y nacional.

UNIDAD BÁSICA DE SERVICIO (UBS)

Es el principal componente físico y el más representativo de cada elemento, por medio del cual y con el apoyo de instalaciones complementarias, las instituciones proporcionan los servicios correspondientes. Por ello, la unidad básica de servicio (UBS) es la unidad representativa de dotación de un elemento o de un grupo de estos.

Con respecto a los usos del suelo, la correcta vinculación de los distintos elementos de equipamiento con los diversos usos generales del suelo es importante para la adecuada planeación y el sano desarrollo de las localidades, a fin de evitar mezcla de usos que producen interferencia en las actividades y en el funcionamiento de unos y otros, y que a la vez propician el deterioro del medio circundante.

El grado de afinidad o de compatibilidad de las actividades que se realizan en los diferentes equipamientos, con respecto a las zonas urbanas donde predominan los usos: habitacional, comercial, administrativo y de servicios, industrial y agropecuario, está determinado por las interferencias, molestias y daños reales o potenciales. Éstos son causados por contaminación ambiental o sonora, manejo de productos tóxicos o flamables, riesgo a incendios y flujo vehicular excesivo, entre otros aspectos, a los cuales se agregó la frecuencia de uso por parte de la población. Los criterios de ubicación de un elemento, en particular respecto a los usos del suelo, pueden variar de un rango de población menor a otro mayor, ya que conforme aumenta la jerarquía de las localidades se incrementa la extensión y el grado de consolidación de las zonas urbanas con usos predominantes, al igual que los riesgos y conflictos potenciales.

Los Manuales del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano, establecen, en la gran mayoría de los casos, que los elementos de equipamiento urbano se construyan cada 2500 habitantes; como ejemplo podemos mencionar que el subsistema Educación y Cultura recomienda la construcción de un Jardín de Niños, una Escuela Primaria y/o una Biblioteca. Otros niveles poblacionales importantes considerados como criterios para la dotación de equipamiento urbano son los niveles de 5000 y 10000 habitantes (ver Manuales de los Sistema Normativo de Equipamiento Urbano).

Considerando lo anterior junto con las tasas de crecimiento poblacional -lineales- de las principales localidades en el estado de BCS, presentamos en la siguiente tabla el número de años en los que se suman los distintos niveles poblacionales para incorporar un nuevo elemento de equipamiento urbano. Es importante mencionar que no se consideraron las localidades con tasas de incremento poblacional por debajo de 100 personas/año debido al ajuste lineal.

TABLA 15 NÚMERO DE AÑOS PARA ALCANZAR LOS NIVELES POBLACIONALES DE 2500, 5000 Y 10000 HABITANTES POR LOCALIDAD EN EL ESTADO DE BCS.

| Localidades | Habitantes | | |
|---|------------|------|-------|
| | 2500 | 5000 | 10000 |
| San José del Cabo+Las Veredas | 2 | 3.9 | 7.8 |
| Cabo San Lucas+ Colonia del Sol+Las Palmas | 1.2 | 2.4 | 4.9 |
| La Paz | 1.7 | 3.4 | 6.7 |
| Cd. Constitución | 17.4 | 34.7 | 69.4 |
| Loreto | 16.2 | 32.5 | 64.9 |
| Vizcaíno | 14.7 | 29.4 | 58.8 |

Algunos elementos de equipamiento urbano por nivel poblacional se enlistan a continuación; sin embargo, para consultar la lista exhaustiva revisar los manuales del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano disponibles en: <http://www.inapam.gob.mx/es/SEDESOL/Documentos>

1. Con un nivel de 2500 personas

Educación y Cultura

- Jardín de Niños
- Escuela Primaria
- Biblioteca

Salud y Asistencia Social

- Centro de Salud

Comunicaciones y Transporte

- Agencia de Correos

Recreación y Deporte

- Juegos infantiles

Administración Pública y Servicios Urbanos

- Cementerio
- Basurero

2. Con un nivel de 5000 personas

Educación y Cultura

- Escuela Secundaria
- Salud y Asistencia Social*
- Centro de Salud para población concentrada
- Comercio y Abasto*
- Mercado
- Comunicaciones y Transporte*
- Instalaciones de telefonía comercial
- Recreación y Deporte*
- Plaza Cívica
- Jardín Vecinal
- Administración Pública y Servicios Urbanos*
- Comandancia de Policía

3. Con un nivel de 10000 personas

- Educación y Cultura*
- Escuela Preparatoria
- CECATI
- Museo
- Salud y Asistencia Social*
- Hospital General
- Guardería
- Comercio y Abasto*
- Tienda CONASUPO
- Tienda Comercial ISSSTE
- Comunicaciones y Transporte*
- Central de Autobuses
- Aeropista
- Oficina Telégrafo
- Recreación y Deporte*
- Parque de Barrio
- Cine
- Administración Pública y Servicios Urbanos*
- Gasolinera

Este apartado muestra la vinculación entre el desarrollo y expansión de las manchas urbanas en el estado de BCS y su posible efecto en áreas conurbadas debido a la provisión del equipamiento y servicios urbanos. Se señala que son tres las localidades que tendrán mayor demanda de equipamiento y servicios urbanos asociada a su crecimiento poblacional, San José del Cabo, Cabo San Lucas y La Paz, también se muestran las direcciones hacia donde están creciendo, Norte, Noroeste y Sureste respectivamente, y que pueden alcanzar altos requerimientos de equipamiento urbano en plazos que van desde 1.2 a 7 años. Se sugiere que son los Perímetros de Contención Urbana, específicamente el perímetro U3 las áreas en las que habría que poner mayor atención para maximizar el consenso y minimiza los conflictos en el uso del suelo en los límites de estas tres localidades.

IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS

Conforme a los requerimientos de la legislación en materia de Ordenamiento Ecológico es que en la FIGURA 39 se presentan de forma espacialmente explícita, los impactos acumulativos identificados a partir de los resultados de la Etapa de Diagnóstico; es decir, se incluye un índice de impactos acumulativos que incluye los tres elementos de conservación contemplados en este estudio: la conservación de agua, la conservación de la biodiversidad y la conservación de la identidad cultural. Este índice se expresa como la sumatoria de los elementos de la siguiente forma:

$$IAA = CA + CV + IIC$$

donde para cada pixel:

IAA = Impacto Ambiental Acumulativo

CA = Condición del acuífero; acuífero superavitario = 1; acuífero deficitario = 0

CV = Condición de la vegetación; tendencia positiva = 1, tendencia negativa = 0

IIC = Índice de Identidad Cultural; valor calculado en el Diagnóstico

De tal manera que $0 < IAA \leq 3$, donde 0 es el mayor impacto acumulado y 3 es el menor impacto acumulado. Se muestra la expresión espacial de este índice a continuación.

En el mapa se muestran tres tipos de pixeles, los de color rojo corresponden a los que tienen mayor impacto ambiental acumulativo, los pixeles de color amarillo con valores intermedios de impacto ambiental acumulativo y los de color verde los que tienen el menor impacto ambiental acumulativo. Podemos observar que las áreas de color rojo, aquellas con mayor impacto ambiental acumulativo cubren casi la totalidad del municipio de La Paz, las regiones costeras del municipio de Los Cabos cerca de los centros urbanos y de la región de Cabo del Este. Esta categoría también la observamos en las estribaciones de la Sierra de Guadalupe y la Giganta y en la región suroeste del Desierto del Vizcaino. La gran mayoría de los cauces de los arroyos presentan también esta clasificación de altos valores de impactos ambientales acumulativos.

La siguiente categoría, los impactos ambientales acumulativos intermedios, o pixeles de color amarillo, los podemos visualizar en prácticamente toda la mitad septentrional del estado, desde el norte del municipio de La Paz hasta el sur de la Reserva de la Biosfera del Vizcaino. La región del Cabo comparte también áreas de valores intermedios con valores altos de impactos ambientales acumulativos, al igual que una parte de la región costera del Pacífico y norte del Desierto de Vizcaino.

Las áreas de color verde señalan las zonas donde los impactos ambientales acumulativos son mínimos. Estas áreas las podemos ubicar en prácticamente toda la Reserva de la Biosfera del Vizcaino, las áreas aledañas a Bahía Concepción, la región costera que aproximadamente desde Loreto hasta San Evaristo, las regiones que del norte y sur del municipio de La Paz. Algunas zonas verdes se pueden identificar también en el municipio de Los Cabos.

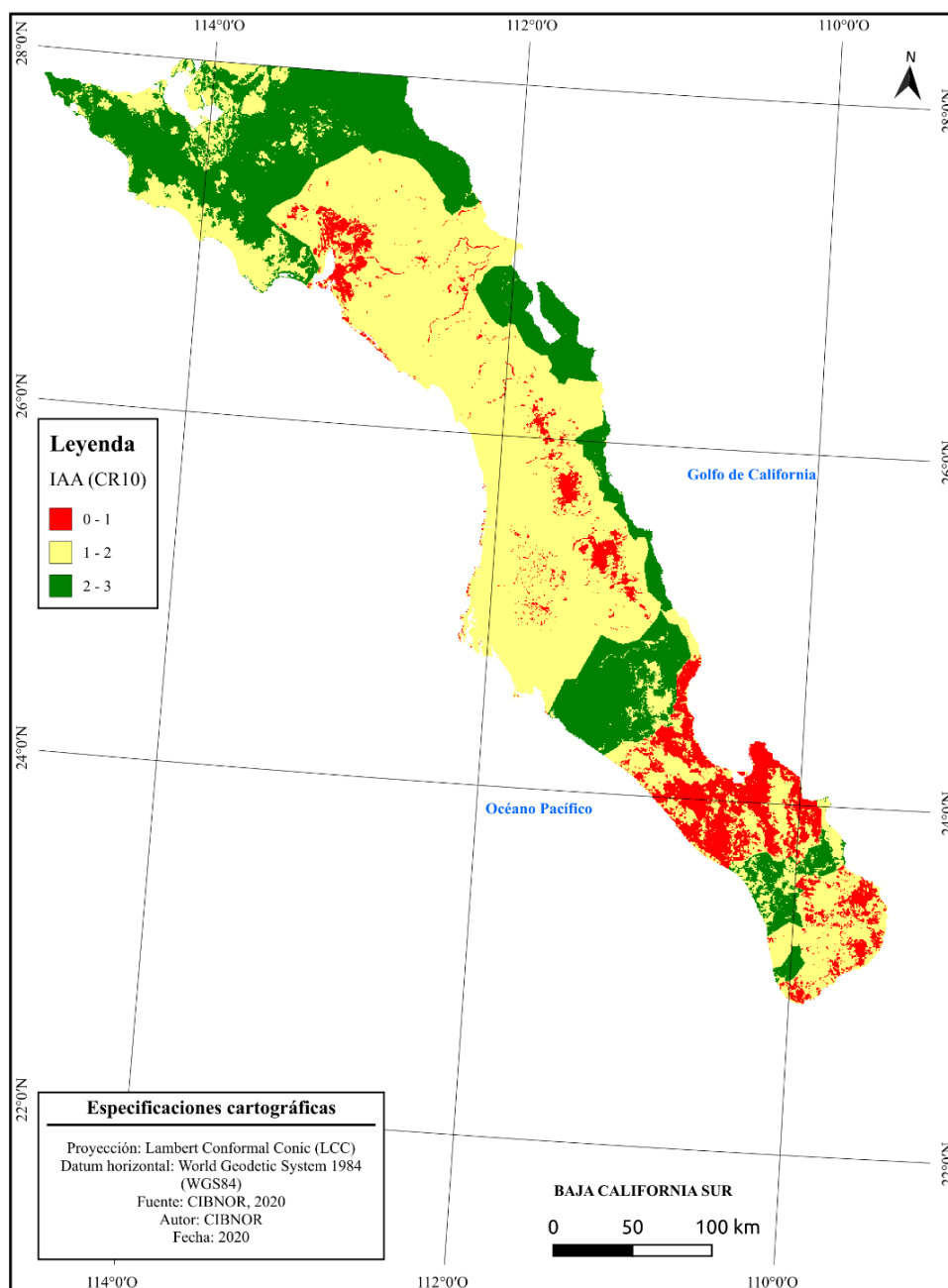


FIGURA 39 ÍNDICE DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS PARA BCS

TENDENCIAS DE DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y DE CAMBIO DE LOS ATRIBUTOS AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA APTITUD DEL TERRITORIO PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES SECTORIALES

Para abordar este punto se hizo un análisis exploratorio de los atributos, tanto socioeconómicos como físicos, que cada sector identificó para obtener el máximo de aptitud en su actividad productiva. Este análisis se planteó con el objetivo de obtener lo que denominamos ahora atributos clave (ATC), que se definen como aquellos que después de un análisis multicriterio de ponderación obtuvieron el mayor valor, lo que significa que determinan en mayor grado la aptitud del sector en el dominio del espacio.

A continuación, se describen los atributos claves para cada sector:

1. Sector Acuícola

Socioeconómico: Disponibilidad de Energía eléctrica (0.43)

Físico: Distancia a la línea de costa (0.48).

2. Sector Agrícola

Socioeconómico: Disponibilidad de Energía eléctrica (0.40)

Físico: Índice de Disponibilidad de Agua (0.47)

3. Sector Forestal y Silvícola

Socioeconómico: Distancia a los Ranchos (0.40)

Físico: Tipos de Vegetación (0.42)

4. Sector Ganadero

Socioeconómico: Disponibilidad de Energía eléctrica (0.29)

Físico: Índice de Disponibilidad de Agua (0.45)

5. Sector Manufacturero

Socioeconómico: Disponibilidad de Energía eléctrica (0.30)

Físico: Índice de Disponibilidad de Agua (0.50)

6. Sector Minero

Obras mineras (0.73)

7. Sector Pesquero

Socioeconómico: Disponibilidad de Energía eléctrica (0.28)

Físico: Distancia a la línea de costa (0.71)

8. Sector Turístico

Socioeconómico: Índice de Importancia Económica Sectorial (0.30)

Físico: Distancia a la línea de costa (0.52)

9. Sector Conservación

Para la conservación del agua: Índice de Disponibilidad de Agua (0.8)

Para conservación de la biodiversidad: Endemismos (Dunas, 0.26)

Para conservación de la biodiversidad: Riqueza (Selva baja, 0.31)

Para conservación de la identidad cultural: Distancia a los ranchos (0.83)

Del análisis anterior se desprende que, en el caso de los atributos socioeconómicos, el índice de disponibilidad de energía eléctrica (IDEE), es el atributo clave en la mayoría de los Sectores Primarios, con excepción del sector Minero el cual mencionó que las obras mineras son su atributo más importante y el Sector Forestal y Silvícola mencionaron que la Distancia a los Ranchos era el más importante. De los atributos físicos, destacan dos en lo particular, el índice de disponibilidad de agua (IDA) atributo físico más importante para los sectores Agrícola, Ganadero, Manufacturero y Conservación y el atributo distancia a la línea de costa como atributo físico más importante para los sectores: Acuícola, Pesquero y Turístico. En este apartado analizaremos el efecto del cambio futuro del atributo socioeconómico índice de disponibilidad de energía eléctrica (IDEE), y el atributo físico índice de disponibilidad de agua (IDA).

EFFECTO DEL CAMBIO FUTURO DEL ATRIBUTO CLAVE, ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA (IDEE)

Antes de abordar el efecto que podría ocasionar los cambios en el atributo IDEE, es necesario poner en contexto como se encuentra el Sector Eléctrico en el Estado de Baja California Sur. Para ello nos apoyaremos en el documento publicado por el CENACE (Centro Nacional de Control de Energía) dependiente de la Secretaría de Energía, denominado: Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, PRODESEN 2019-2033.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está conformado por nueve regiones, de las fue necesario particularizar una región denominada Baja California Sur, ya que esta se encuentra aislada del SEN y una subregión denominada Santa Rosalía la cual se encuentra aislada de la región Baja California Sur; es decir, *los sistemas los sistemas eléctricos de Baja California Sur y Mulegé están eléctricamente aislados entre sí y del resto de la red eléctrica nacional.*

Para la fecha de elaboración del estudio de la CENACE (2018), se encontraron elementos que muestran problemas en la operación tanto de los elementos de generación de energía eléctrica como en su transmisión. A continuación, se transcriben los diagnósticos operativos de las Subgerencias de Control Regionales de Baja California Sur y Mulegé.

Subgerencia de Control Regional de Baja California Sur

| | |
|----------------|--|
| GENERACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> Durante 2018 entró en operación comercial una Central Fotovoltaica con 25 MW. Esta Central está acompañada con un banco de baterías de 10 MW que falló en las pruebas. En total se tiene una capacidad de 55 MW fotovoltaica. Por desconexión súbita de generación, durante 2018, en 28 ocasiones operó el esquema automático de corte de carga por baja frecuencia, interrumpiendo una energía total de 111 MWh. En el escenario de demanda máxima el 23 de julio de 2018 a las 16:57 h con una demanda de 504.9 MW las siguientes unidades presentaron derrateo: <ul style="list-style-type: none"> Punta Prieta unidad 1 con 2.4 MW y unidad 4 con 9 MW. General Olachea unidad 1 con 3.5 MW y unidad 3 con 1.5 MW. |
| TRANSMISIÓN | <ul style="list-style-type: none"> El corredor de transmisión La Paz a Los Cabos, compuesto por dos LT's en 230 kV entre las SE Olas Altas - 93130 y 93140 - El Palmar y una LT en 115 kV entre las SE El Triunfo - 73130 - Santiago, operó 10 horas por arriba de su límite de transmisión de 200 MW. La limitante está en la relación de los transformadores de corriente en la SE El Palmar, actualmente en 400.5 Amperes, se pueden subir a 800.5 Amperes; CFE-Transmisión informó que para llevarlos a este valor de relación se debe realizar ajustes por el fabricante del Compensador Estático de VAR ubicado en la SE El Palmar. Los ajustes ya fueron solicitados al fabricante. En las LT's entre las SE Gral. Agustín Olachea - 73260 y 73270 - Villa Constitución, se tiene una limitante en el ajuste de la relación de transformadores de corriente, actualmente en 300.5 Amperes, se pueden subir a 600.5 Amperes; CFE-Transmisión informó que, para cambiar la relación, es necesario cambiar la protección diferencial de barra (87B), que lo tienen en programa, sin fecha estimada. Sin estos cambios no es posible evacuar la capacidad de la Central Eléctrica con un solo circuito. Se informó a CFE-Transmisión de esta problemática para su solución. |
| TRANSFORMACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> En la SE San José del Cabo la demanda alcanzó un valor de 54.2 MW, la SE cuenta con dos transformadores de 115/13.8 kV, 20 MVA cada uno, por lo que fue necesario trasladar un transformador móvil. La condición se seguirá presentando hasta que esté en servicio la SE Monte Real. El proyecto es con recursos propios de la CFE en el paquete 1653, el proyecto se encuentra detenido. CFE-Distribución destinará presupuesto en 2019. En la SE Olas Altas, el AT de 230/115 kV de 100 MVA, operó 3 horas por arriba del 90 % en escenarios de la noche. Para disminuir la transmisión se realizan ajustes en el despacho por Confiabilidad. |
| COMPENSACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> En la región de Villa Constitución se han presentado bajos voltajes. En julio de 2018 la SENER instruyó a CFE-Transmisión el proyecto Loreto MVAR propuesto por el CENACE, para abril de 2021. |

Subgerencia de Control Regional de Mulegé

| | |
|-----------------------|--|
| GENERACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> En 2018 no entraron en operación comercial unidades de Centrales Eléctricas. Durante 2018, el Esquema de Protección de Sistema por Baja Frecuencia operó de la siguiente forma: el 1er paso a 59 Hz 22 veces, el 2º paso a 58.8 Hz 10 veces, el 4º paso a 58.4 Hz ocurrió una vez, el 6º paso a 57.8 Hz 3 veces y un colapso del sistema. En total 37 operaciones, con una afectación total de 26.62 MWh El monto de corte de carga en la demanda máxima para cada paso es el siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Paso 1: 4.34 MW, 14.84 % de la demanda máxima. Paso 2: 1.77 MW, 6.05 % de la demanda máxima. Paso 3: 2.70 MW, 9.23 % de la demanda máxima. Paso 4: 2.71 MW, 9.27 % de la demanda máxima. Paso 5: 3.73 MW, 12.76 % de la demanda máxima. Paso 6: 2.9 MW, 9.92 % de la demanda máxima. Paso 7: 2.16 MW, 7.39 % de la demanda máxima. Paso 8: 2.01 MW, 6.87 % de la demanda máxima. Paso 9: 2.42 MW, 8.28 % de la demanda máxima. En el escenario de demanda máxima el 01 de agosto de 2018 a las 16:00 h con una demanda de 29.24 MW. |
| TRANSMISIÓN | <ul style="list-style-type: none"> Sin problemas en estado estacionario. |
| TRANSFORMACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> La SE Santa Rosalía se tienen indisponibles dos transformadores, actualmente el transformador T40 de 13.8/2.4 kV, 4 MVA se tiene indisponible desde el 19 de noviembre de 2015 por falla de interruptor y cuchillas, así como T60 de 34.5/2.4 kV de 3 MVA por falla de interruptor, cuchillas y transformador desde el 25 de julio de 2017. La SE Santa Rosalía fue puesta en operación en 1975, por lo que CFE-Transmisión reduce la capacidad de transformación en los bancos de 34.5/2.4 kV a 4.5 MW de 6 MVA disponibles. Por la falla de los equipos asociados a la transformación, se tienen que despachar unidades diésel de baja eficiencia en la Central Eléctrica Santa Rosalía. En julio de 2018 la SENER instruyó a CFE-Transmisión el proyecto P18-MU1 propuesto por el CENACE, para abril de 2020, el cual consiste en un banco de 115/13.8 kV de 20 MVA en una nueva SE Santa Rosalía. |
| COMPENSACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> Sin problemas en estado estacionario. |

Un elemento adicional en el diagnóstico del sector eléctrico es la creciente demanda. Esta variable se incrementó de 2015 a 2016 1.7% de 2016 a 2017 9.5% y finalmente de 2017 a 2018 se incrementó en 3.3%. En el caso de la Sistema Regional de Mulegé sus incrementos han sido menores al 2% anual (FIGURA 40).

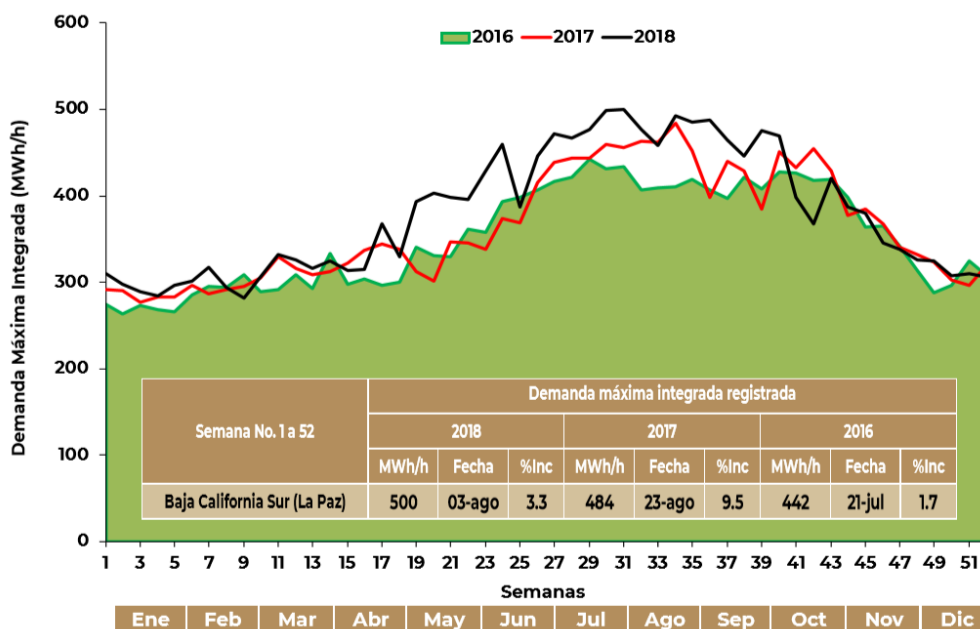


FIGURA 40 COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN BCS DURANTE EL PERIODO 2016-2018.

Resultado de estos elementos de diagnóstico, se puede concluir que los proyectos futuros de electrificación en el Estado de Baja California Sur son principalmente con fines de mantenimiento, reconversión de combustóleo a gas y fortalecimiento en la transmisión de los principales flujos eléctricos. Sin embargo, se sigue considerando dentro de la programación de los proyectos a futuro la interconexión al SNE mediante un cable submarino que cruzaría el Golfo de California a la altura de Bahía Kino en Sonora con conexión en el lado peninsular en un sitio denominado El Infiernito, con dos estaciones convertidoras denominadas El Mezquital localizada en el municipio de Mulegé y otra más en Cd Constitución municipio de Comondú. Este proyecto transcribe en la siguiente figura del documento de la CENACE al cual hemos hecho referencia.

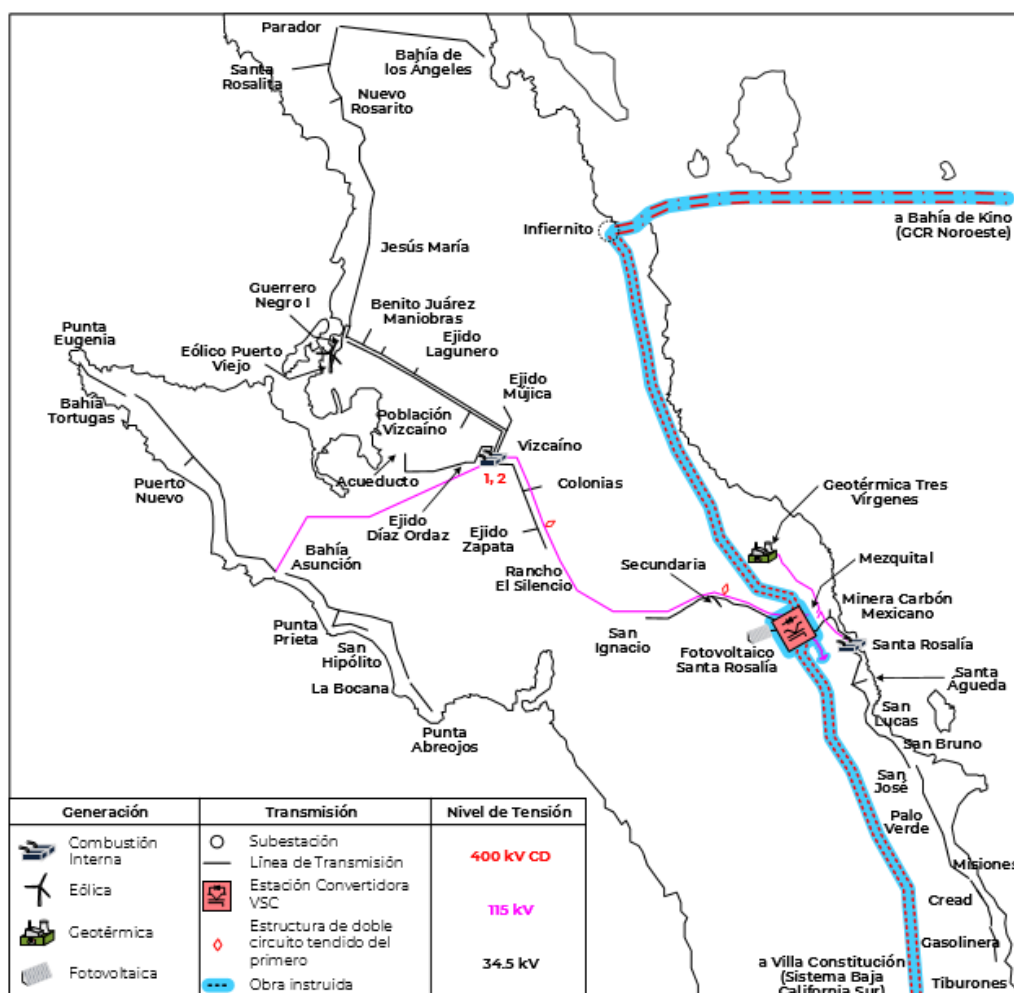
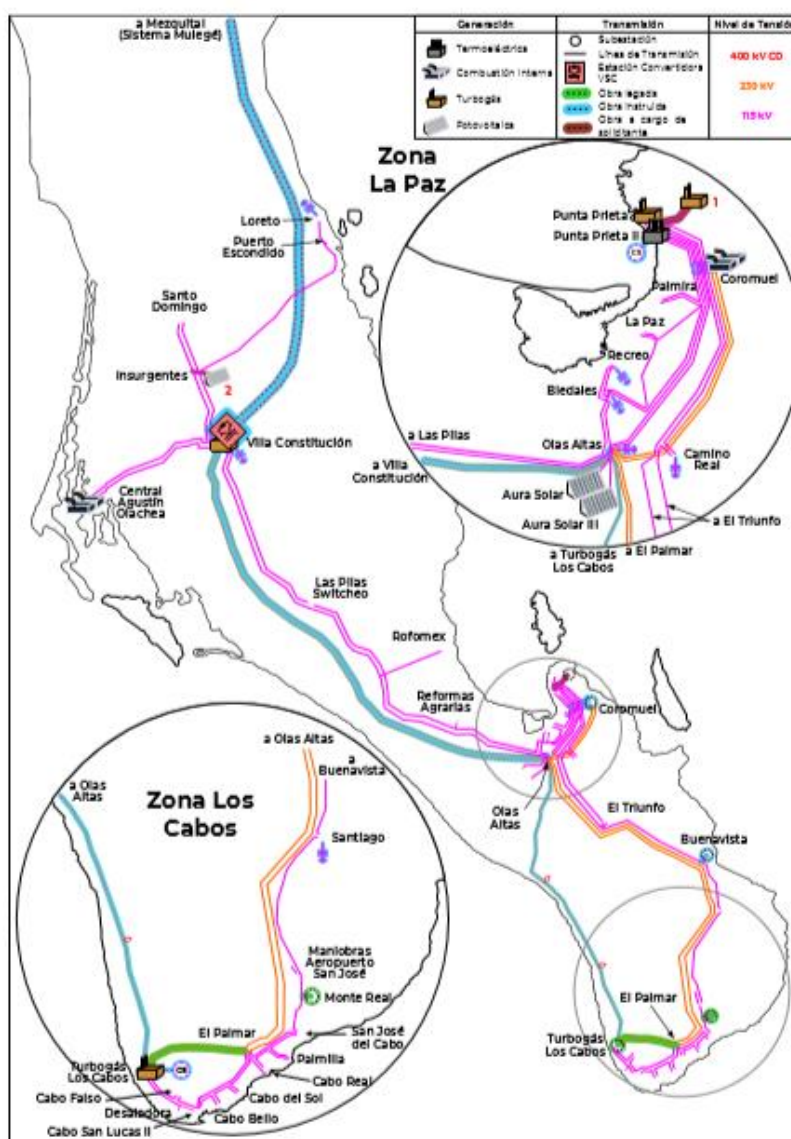


FIGURA 41 PROYECTOS A FUTURO: LA INTERCONEXIÓN AL SNE. FIGURA TOMADA DE CENACE (2018)



ANÁLISIS DE CONFLICTOS POR MODIFICACIÓN EN LOS ATRIBUTOS AMBIENTALES

Al incrementarse los rasgos espaciales del IDEE, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, la distancia desde el centroide de cada píxel al rasgo más cercano, de este atributo se acortará, con el consecuente incremento de la aptitud del sector. De tal manera que el incremento del IDEE incrementará la competencia por el recurso energético entre sectores con la posibilidad de incrementar los conflictos para ocupar el espacio donde antes, los valores del IDEE eran bajos o nulos y que ahora son más altos.

En el caso de que el proyecto de interconexión se lleve a cabo, el incremento potencial de conflictos se daría en las UGAs colindantes con el Golfo de California numeradas como 1,2,3 y 4; continuando hacia las UGAs 13, 14 y 15 y finalmente en la UGA 8 donde se interconecta con la Centro Termoeléctrica de Punta Prieta. Los sectores que podría incrementar sus conflictos son: Sector Acuícola, Ganadero, Agrícola, Manufacturero y Pesquero. En la FIGURA 43 se muestran los mapas de la situación actual del atributo disponibilidad de Energía eléctrica y su proyección futura considerando los rasgos descritos en los párrafos anteriores. Podemos observar que las áreas con valores bajos del IDEE disminuirán considerablemente si este proyecto eléctrico se lleva a cabo. Esta disminución se muestra con mayor detalle en la Tabla 16.

Como podemos observar este proyecto cambiará sustancialmente la disponibilidad y el acceso a la energía eléctrica en el Estado de BCS, incrementando en promedio alrededor del 45% o en términos de área incrementando en 13126.5 km² los valores más altos de este atributo socioeconómico. En caso de que este proyecto de interconectividad eléctrica se lleve a cabo, las áreas que se verán beneficiadas con valores altos del IDEE son: La región de la Pacífico Norte, la región costera sur que limita con el Océano Pacífico, la Bahía Concepción, la región de Agua Verde-San Evaristo y algunas regiones en el municipio de Los Cabos.

Conforme a los postulados del Ordenamiento Ecológico, debemos mencionar que este hecho posibilitará el incremento de la aptitud de los sectores que identificaron este atributo como prioritario para su desarrollo, lo que a su vez incrementará la posibilidad de conflictos intersectoriales por el uso del suelo en áreas donde anteriormente no existía, debido a la competencia por este recurso energético.

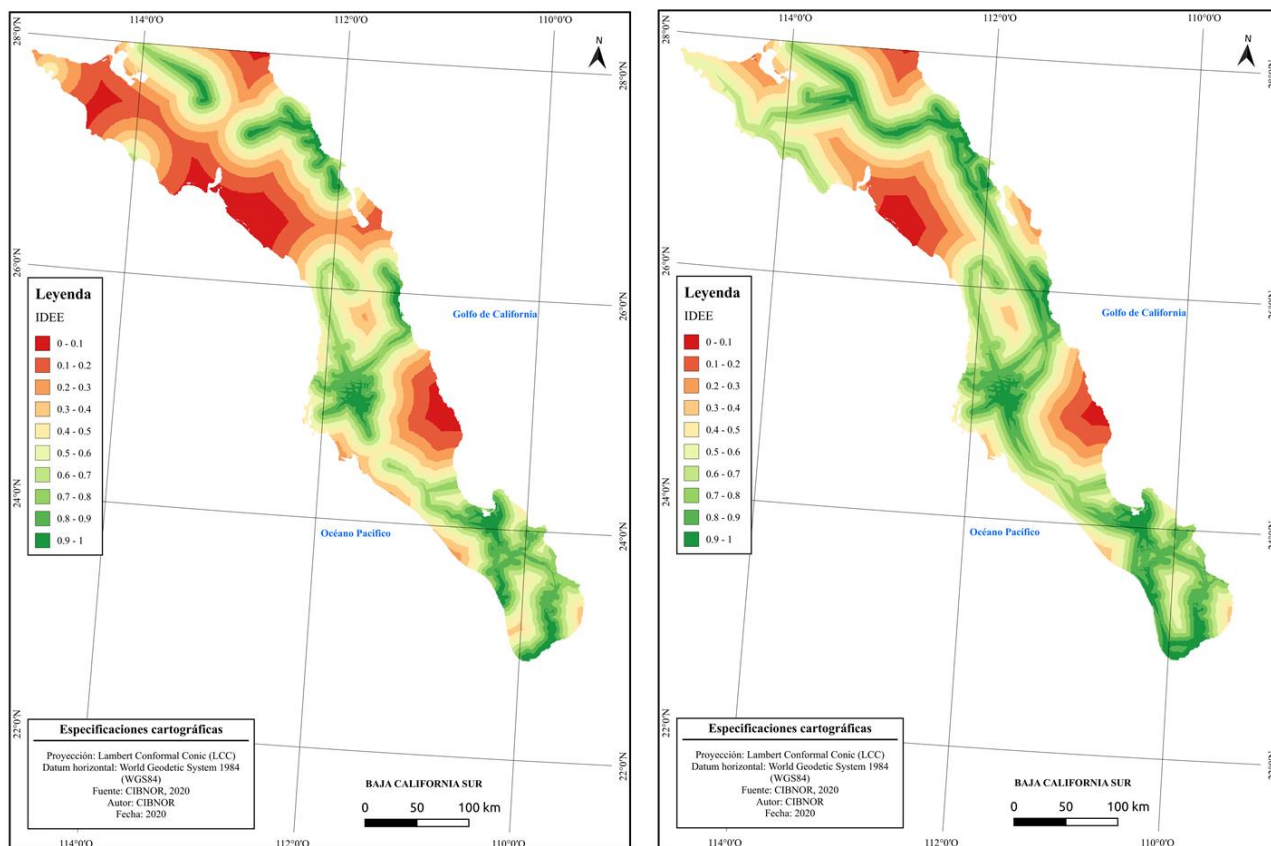


FIGURA 43 COMPARACIÓN DEL ATRIBUTO DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA (IDEE).
PANEL IZQUIERDO: SITUACIÓN ACTUAL. PANEL DERECHO: ESCENARIO PROYECTADO

TABLA 16 CAMBIO EN LAS ÁREAS DEFINIDAS POR EL ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA (IDEE) DEBIDO A LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS FUTUROS DE ELECTRIFICACIÓN SEGÚN EL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA RED NACIONAL DE TRANSMISIÓN Y REDES GENERALES DE DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA, PRODESEN 2019-2033.

| Intervalo del IDEE | <i>Área (km²) Original</i> | <i>Área (km²) Modificada</i> | <i>Diferencia</i> | <i>Porcentaje (%)</i> |
|-------------------------------|---|---|-------------------|-----------------------|
| 0 – 0.1 | 4229.25 | 1650.00 | -2579.25 | -61 |
| 0.1 – 0.2 | 9316.75 | 4102.25 | -5214.50 | -56 |
| 0.2 – 0.3 | 8340.25 | 5184.50 | -3155.75 | -38 |
| 0.3 – 0.4 | 8154.25 | 6358.50 | -1795.75 | -22 |
| 0.4 – 0.5 | 8445.50 | 8064.25 | -381.25 | -5 |
| 0.5 – 0.6 | 8573.25 | 10351.75 | 1778.50 | 21 |
| 0.6 – 0.7 | 8418.25 | 11623.25 | 3205.00 | 38 |
| 0.7 – 0.8 | 7349.75 | 10601.50 | 3251.75 | 44 |
| 0.8 – 0.9 | 5648.00 | 9045.25 | 3397.25 | 60 |
| 0.9 – 1 | 2450.00 | 3944.00 | 1494.00 | 61 |
| | | | | |

EFFECTO DEL CAMBIO FUTURO DEL ATRIBUTO CLAVE, ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE AGUA (IDA)

Se reconoce que el recurso agua es muy escaso y limitado en el Estado de BCS. 21 de los 39 acuíferos del Estado se encuentra en una condición deficitaria, la cual se ha ido agravando cada vez más. En este apartado mostramos los resultados del comportamiento de los acuíferos superavitarios del Estado de BCS (18 acuíferos) considerando para ello las proyecciones en la Disponibilidad Media Anual a través de salidas del Modelo de Conservación del Agua (MOCA) desarrollado para este estudio y que fue descrito en el apartado correspondiente.

Los resultados muestran que bajo las condiciones actuales: número de habitantes en el municipio donde se encuentra el acuífero (N), Demanda Media Anual (DMA), Tasa de recarga (TR), Volumen de Extracción de Agua Subterránea (VEAS), Tasa de Crecimiento Poblacional Municipal (TCM) y la serie sintética de precipitación pluvial por región pluviométrica (2020-2070), el único acuífero que muestra cambio es el acuífero de El Vizcaino.

El acuífero de El Vizcaino muestra una caída de su DMA hasta el año 2028 pasando de superavitario a deficitario, condición en la cual permanece hasta el año 2052 (24 años). Después de 2052 el modelo muestra que el acuífero recupera su condición superavitaria; sin embargo, hay que recordar que la tasa de demanda permanece constante. Debido a que este acuífero se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de El Vizcaino, el cambio en la DMA no tiene efecto en ámbito de incidencia de este instrumento de planeación ambiental; sin embargo, es pertinente considerarlo dentro de los Planes de Manejo de esta Área Natural Protegida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo, 2019. Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista, PRODESEN 2019-2033. Secretaría de Energía; Centro Nacional de Control de Energía, 576 pp.
- Breceda-Solís, A. y R. Vázquez Miranda. 2013. Áreas susceptibles de desertificación en Baja California Sur. En: Ivanova, A. y A.E. Gámez, 2012 (editoras). Baja California Sur ante el Cambio Climático: vulnerabilidad, adaptación y mitigación. Estudios para la elaboración del plan estatal de acción ante el cambio climático (PEACC-BCS). Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (IPN-CICIMAR). Pp 145-167.
- Cassini, A. 2015. Modelos científicos. Instituto de Filosofía Universidad Austral 2015. Consultado en línea en agosto 2020. http://dia.austral.edu.ar/Modelos_cient%C3%ADficos#toc
- Castellanos-Domínguez, O.F., A. M. Fúquene-Montañez y D.C. Ramírez-Martínez. 2011. Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación. Programa Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión. Universidad Nacional de Colombia. 208 p.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2018. Aguas subterráneas. Disponibilidad por acuíferos. Baja California Sur. Consultados en línea en agosto 2020. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/BajaCaliforniaSur/bcs.html>
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2015. Servicios Ambientales. Consultado en línea. Noviembre de 2020. <https://www.gob.mx/conafor/documentos/servicios-ambientales-27810>.
- Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID). 2014. Consultado en línea julio 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2014/>
- Espinosa Organista, D., Aguilar, C., & Escalante, T. 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In: J. Llorente-Bousquets & J. J. Morrone (Eds.). pp. 31-37. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las Prensas de Ciencias, México D.F.
- Espinosa, D. & J. Llorente. 1993. Fundamentos de biogeografías filogenéticas. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 133 p.
- Folke, C. (2006) Resilience: the emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Glob Environ Change* 16:253–267. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
- Gajpal, P.P., L.S. Ganesh y Chandrasekharan Rajendran. 1994. Criticality analysis of spare parts using the analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*. 35(1–3): 293-297.
- Groffman PM, Baron JS, Blett T, Gold AJ, Goodman I, Gunderson LH et al (2006) Ecological thresholds: the key to successful environmental management or an important concept with no practical application? *Ecosystems* 9(1):1–13.

- Gunderson, L. H., y C. S. Holling, editors. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Holling, C. (1973) Resilience and stability of ecological systems. in: *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol 4 :1-23.
- INEGI, 2015. Encuesta Intercensal. Consultado en línea. <http://www.inegi.org.mx/>.
- Ivanova, A. y A.E. Gámez, 2012 (editoras). *Baja California Sur ante el Cambio Climático: vulnerabilidad, adaptación y mitigación. Estudios para la elaboración del plan estatal de acción ante el cambio climático (PEACC-BCS)*. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (IPN-CICIMAR). 472 p.
- Li, X. t Gong, P. (2016). Urban growth models: progress and perspective. *Science Bulletin*, Science China Press, 61(21), 1637-1650.
- Liverman, DM y KL O'Brien (1991). Global warming and climate change in Mexico. *Global Environmental Change*, diciembre, pp 351-364.
- MacArthur R.H. and E.O. Wilson, (1963). An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. *Evolution*, Vol. 17, No. 4 (Dec., 1963), pp. 373-387
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1967. *La teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton, New Jersey: Presión de la universidad de Princeton.
- Magaña, V, C Conde, O Sánchez y C Gay (1997), "Assessment of current and future regional climate scenarios for México", *Climate Research*, 9:107-114.
- Molano, O.L. 2007. Identidad cultural un concepto que evoluciona. *Opera*, núm. 7, mayo, 2007, pp. 69-84.
- Montero, L. y García, J. 2017. *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Salinas-Zavala, C.A. 2000. Sobre la respuesta al cambio climático en el noroeste de México. *Ciencia, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, ISSN 1405-6550, Vol. 51:3, pp 11-18
- Salinas-Zavala, C.A., A. Leyva-Contreras, D. Lluch-Cota y E. Díaz-Rivera. 1990. Distribuciones geográficas y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmósfera*. 3:217-237.
- Salinas-Zavala, C.A., A.V. Douglas y H.F. Diaz. 2002. Interannual variability of NDVI in northwest Mexico. Associated climatic mechanisms and ecological implications. *Remote Sensing of Environment* 82:417-430.
- Salinas-Zavala, C., Martínez-Rincón, R., & Morales-Zárate, M. (2017). Tendencia en el siglo XXI del Índice de Diferencias Normalizadas de Vegetación (NDVI) en la parte sur de la península de Baja California. *Investigaciones Geográficas*, (94).
- Scheffer M, Bascompte J, Brock WA, Brovkin V, Carpenter SR, Dakos V (2009) Early-warning signals for critical transitions. *Nature* 461:53–59. doi:10.1038/nature08007.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006. *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*. 116 p.

- Stella Software. Isee systems. Technical support.
<https://www.iseesystems.com/consulting/>.
- Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S., Schultz, L. (2006) A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social–ecological systems. *Ecol Soc* 11(1):13.
- Wegener, M. (1994). Operational urban models state of the art. *Journal of the American Planning Association*, 60, 17-29.
- Wurl J, Imaz Lamadrid MA y García F., 2013. Recursos hídricos y cambio climático en Baja California Sur, Capítulo V. 111-144; En: Ivanova A. y Gámez G.A. Eds. (2013). *Baja California Sur ante el Cambio Climático: vulnerabilidad, adaptación y mitigación Estudios para la elaboración del plan estatal de acción ante el cambio climático*. Primera edición, ISBN: 978-607-7777-32-8, pp 416.