



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



“La tierra no es de nosotros, nosotros somos de la tierra”

**ANÁLISIS DEL CAMBIO EN EL RÉGIMEN DE
SERVICIOS AMBIENTALES, DEBIDO AL PROCESO DE
INDUSTRIALIZACIÓN EN SAN JOSÉ CHIAPA, PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

ARTURO SÁNCHEZ PORRAS

Asesor de tesis:

Dra. Sonia Emilia Silva Gómez

Noviembre 2018



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



“La tierra no es de nosotros, nosotros somos de la tierra”

**ANÁLISIS DEL CAMBIO EN EL RÉGIMEN DE
SERVICIOS AMBIENTALES, DEBIDO AL PROCESO DE
INDUSTRIALIZACIÓN EN SAN JOSÉ CHIAPA, PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

ARTURO SÁNCHEZ PORRAS

CVU: 403141

Comité tutorial:

Asesor	Dra. Sonia Emilia Silva Gómez	CVU: 62692
Integrante Comité Tutorial	Dra. María Laura Sampedro Rosas	CVU: 201773
Integrante Comité Tutorial	Dra. María Guadalupe Tenorio Arvide	CVU: 92197
Integrante Comité Tutorial	Dr. Ricardo Darío Peña Moreno	CVU:78004

Noviembre 2018

Agradecimientos

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo recibido a través de los programas de Becas Nacionales y Becas Mixtas (CVU 403141).

Del mismo modo agradezco a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que a través del Instituto de Ciencias y el programa de Posgrado en Ciencias Ambientales han colaborado en la realización de este trabajo con distintos apoyos.

Por último, aunque no menos importante, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores que han influenciado en mayor o menor medida el desarrollo de este trabajo. A Dra. Sonia por su guía y participación en mi formación, a los miembros del comité tutorial (Dra. Laura Sampedro, Dra. Guadalupe Tenorio, Dr. Ricardo Peña) por sus atinados comentarios y recomendaciones durante los exámenes y asesorías, a los profesores de clases (Dr. Valera, Dra. Gladys, Dr. Santos, Dr. Jácome, Dr. Villarreal) por el esfuerzo enfocado en la transmisión de conocimientos, a Dr. Eduardo por su apoyo en la publicación del artículo, a Dr. Miura que puede que nunca lea esto. Todo construye y les agradezco por haber formado parte de esto.

Dedicatoria

A la familia, a Aline, a la vida.

Índice general

ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE TABLAS	II
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
LAS CIENCIAS AMBIENTALES	2
1.1 PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS	3
HIPÓTESIS	3
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
JUSTIFICACIÓN DE ESTE TRABAJO	4
1.3 DESARROLLO TEÓRICO	4
MARCO TEÓRICO	4
MARCO CONCEPTUAL	7
MARCO DE REFERENCIA	9
BIBLIOGRAFÍA	11
<u>2. LOS SERVICIOS AMBIENTALES ANTE UN CAMBIO DE PARADIGMA.</u>	14
RESUMEN.	14
ABSTRACT.	14
PALABRAS CLAVE:	15
KEYWORDS:	15
2.1 INTRODUCCIÓN	15
2.2 OBJETIVOS	16
2.3 METODOLOGÍA	17
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
2.5 CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	21
<u>3. ADENDA AL ARTÍCULO DE “LOS SERVICIOS AMBIENTALES ANTE UN CAMBIO DE PARADIGMA.”</u>	23
3.1 INTRODUCCIÓN	23
3.2 CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE SE	23
3.3 CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE SE	25
3.4 LA INTEGRACIÓN GEOGRÁFICA EN LA VALORACIÓN DE SE	28
3.5 CONCLUSIÓN AL CAPÍTULO SOBRE EPISTEMOLOGÍA Y SU ADENDA.	29
BIBLIOGRAFÍA	30
<u>4. IMPLICACIONES DEL CAMBIO DE USO DE SUELO A LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAN JOSÉ CHIAPA, MÉXICO.</u>	31
4.1 INTRODUCCIÓN	31
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS	32
ÁREA DE ESTUDIO	32
INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA Y GEOGRÁFICA	34
DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE SE	35
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
CRECIMIENTO POBLACIONAL Y URBANO	36
LA INDUSTRIA EN LA REGIÓN	39
LA PRESENCIA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	39
4.4 CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
<u>5. LA VIDA EN HISTORIAS</u>	55
5.1 INTRODUCCIÓN	55
5.2 MATERIALES Y MÉTODOS	56
FUENTES DE INFORMACIÓN DIRECTA	56
FUENTES DE INFORMACIÓN INDIRECTA	58
5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
LA INVERSIÓN EN SAN JOSÉ CHIAPA	59
EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN PAQUETE DE BENEFICIOS SOCIALES	61
EL COSTO DE OPORTUNIDAD PARA EL TRABAJADOR NATIVO DE LA REGIÓN	62
LA OPINIÓN DE LA GENTE EN CUANTO A LOS BENEFICIOS QUE OBTIENE	63
5.4 CONCLUSIONES	64

BIBLIOGRAFÍA	65
---------------------	-----------

6. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAN JOSÉ CHIAPA 68

6.1 DEFINICIÓN DE UN RÉGIMEN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAN JOSÉ CHIAPA	69
PROVISIÓN DE SE EN EL ÁREA DE ESTUDIO	70
DEMANDA DE SE EN EL ÁREA DE ESTUDIO	73
EL RÉGIMEN DE SE EN SAN JOSÉ CHIAPA	74
CAMBIOS EN EL RÉGIMEN DE SE	77
6.2 SUSTENTABILIDAD EN LA REGIÓN DE SAN JOSÉ CHIAPA	79
POTENCIAL DE SUSTENTABILIDAD	86
6.3 RECOMENDACIONES A FUTURO	87
BIBLIOGRAFÍA	89

7. CONCLUSIONES GENERALES 91

Índice de Figuras

FIGURA 1-1. LA CASCADA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	5
FIGURA 1-2. UBICACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO	9
FIGURA 3-1. CURVAS DE OFERTA Y DEMANDA PARA A) UN BIEN O SERVICIO Y B) UN SERVICIO ECOSISTÉMICO	26
FIGURA 4-1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	33
FIGURA 4-2. MAPA DE USO Y COBERTURA DE SUELO EN LOS MUNICIPIOS ALREDEDOR DE SAN JOSÉ CHIAPA	34
FIGURA 4-3. COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SECTORES ECONÓMICOS	37
FIGURA 4-4. MAPAS DE EVALUACIÓN DE OFERTA, DEMANDA Y RÉGIMEN DE SE "RECARGA DE ACUÍFEROS"	41
FIGURA 4-5. MAPAS DE EVALUACIÓN DE OFERTA, DEMANDA Y RÉGIMEN DE SE "COSECHAS"	42
FIGURA 4-6. MAPAS DE EVALUACIÓN DE OFERTA, DEMANDA Y RÉGIMEN DE SE "ESTÉTICA DEL PAISAJE E INSPIRACIÓN"	43

FIGURA 5-1. EXPANSIÓN URBANA PROYECTADA PARA LA REGIÓN ALREDEDOR DE SAN JOSÉ CHIAPA	60
FIGURA 6-1. LA CASCADA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	68
FIGURA 6-2. MAPA DE USO Y COBERTURA DE SUELO EN LA REGIÓN DE ESTUDIO EN EL AÑO 2013	80
FIGURA 6-3. MAPA DE CAMBIO EN EL USO Y COBERTURA DE SUELO EN LA REGIÓN DE ESTUDIO ENTRE LOS AÑOS 2013 Y 2020	81
FIGURA 6-4. MAPA DE USO Y COBERTURA DE SUELO PROYECTADO AL AÑO 2020 DE ACUERDO A LA PROPUESTA DEL PSDUS	82
FIGURA 6-5. MAPA DE BALANCE DE PROVISIÓN Y DEMANDA DEL SE RECARGA DE ACUÍFEROS	83
FIGURA 6-6. MAPA DE BALANCE DE PROVISIÓN Y DEMANDA DEL SE COSECHAS	84
FIGURA 6-7. MAPA DE BALANCE DE PROVISIÓN Y DEMANDA DEL SE ESTÉTICA DEL PAISAJE E INSPIRACIÓN	85

Índice de Tablas

TABLA 3-1. EJEMPLOS DE SE Y MÉTODOS DE MEDICIÓN	24
TABLA 3-2. EJEMPLOS DE MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA Y SUS APLICACIONES	27
TABLA 4-1. MATRIZ DE CAMBIO EN PROVISIÓN, DEMANDA Y BALANCE PARA SE RECARGA DE ACUÍFEROS	45
TABLA 4-2. MATRICES DE CAMBIO PARA LA PROVISIÓN, DEMANDA Y BALANCE DE SE COSECHAS	46
TABLA 4-3. MATRIZ DE CAMBIO EN LA PROVISIÓN, DEMANDA Y BALANCE DE SE ESTÉTICA DEL PAISAJE E INSPIRACIÓN	47
TABLA 5-1. TEMÁTICAS ABORDADAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LAS HISTORIAS DE VIDA	56
TABLA 6-1. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE OFERTA DE SE PARA LA REGIÓN DE ESTUDIO	71
TABLA 6-2. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE DEMANDA DE SE PARA LA REGIÓN DE ESTUDIO	75
TABLA 6-3. MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN DE SE PARA LA REGIÓN DE ESTUDIO	76
TABLA 6-4. ÁREA TOTAL DE DISTINTOS USOS Y COBERTURAS DE SUELO TRANSFORMADOS CON FINES URBANOS	79

TABLA 6-5. PRINCIPIOS INTEGRADOS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN COMUNIDADES Y SU COMPARACIÓN CON LAS DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD URBANA. CON INFORMACIÓN DE LUEDERITZ Y COL. (2013) Y MARTIJA (2010).	86
--	----

1. Introducción

Esta investigación trata sobre la transformación de un área rural/rururbana a industrial/urbana, debido a la súbita instalación de un complejo industrial en el Estado de Puebla, México. Esta transformación en el uso de suelo repercutirá no solo en las condiciones biofísicas del lugar, también presenta interacciones con aspectos sociales, ecológicos, culturales y económicos.

Las definiciones de área urbana son diversas y variadas, Rees (1997) propone una definición que adapta el concepto de cadenas tróficas y capacidad de carga de un ecosistema. Entonces, vistas desde la ecología las zonas urbanas son “grandes concentraciones de gente y actividad industrial que consumen más energía y materiales de los que se pueden producir localmente, y producen más desechos, esto es, entropía, que los que pueden ser asimilados dentro de las áreas relativamente pequeñas que estas ocupan”. Esta definición permite pensar que el estudio de las áreas urbanas debe ser tratado de manera interdisciplinaria, dada la importancia que tiene la complejidad de las interrelaciones entre los humanos, el entorno físico que están gestando al construir sus ciudades, y el medio biogeográfico que están alterando o adaptando para sobrevivir. Por otra parte, desde la sociología, Childe (1950) ligó la Revolución Neolítica, la domesticación de algunas plantas y animales, con lo que llamó la primera revolución urbana: la transición de pequeños asentamientos a concentraciones cada vez mayores de gente en áreas relativamente compactas y delimitadas.

Desde esta primera revolución urbana se puede ver que existe una relación entre la concentración de gente, la formación de ciudades, y el cambio de las condiciones del medio a través de lo que Medellín (2002) llama uso del suelo: la forma en que se aprovechan los recursos disponibles en un lugar, o bien la adaptación que se hace de un sitio para proveer condiciones más adecuadas a las necesidades humanas. Históricamente muchos usos de suelo han ido cambiando y adaptando el entorno, de modo que este permita y asista a los humanos en su supervivencia diaria, sin embargo, es importante tener en cuenta que podemos llegar a extremos cuando para soportar la vida en una ciudad se necesita un hinterland (área exterior de soporte) hasta 200 veces más grande que la ciudad misma (Rees, 1997).

Morello y col. (2000) mencionan que hay dos tipos de hinterland para una ciudad de acuerdo con su relevancia en las funciones que toma. Por una parte, está la ecológica, que se encarga de proveer los bienes y servicios ecosistémicos necesarios para soportar el nivel de vida de la ciudad. La otra es el hinterland de paisaje, el territorio contiguo a la ciudad que va siendo absorbido paulatinamente por el crecimiento de esta y que va cambiando el aprovechamiento de tipo agrícola (en la mayoría

de las veces), para pasar a ser zona residencial, industrial, o de extracción de otro tipo de materias primas.

Las zonas industriales presentan un caso complejo ya que interactúan con ambos tipos de hinterland, por una parte, transforman el paisaje periurbano al sellar el suelo, construir naves, y detonar el desarrollo económico y social a las afueras de las zonas urbanas. Pero además ocupan bienes y servicios ecosistémicos que, una vez que este paisaje natural contiguo a la ciudad deja de existir, deben ser importados cada vez desde más lejos y en mayor cantidad; este incremento en la demanda de servicios no se limita a los requerimientos específicos de la industria, sino que además existe un aumento en los requerimientos derivado del crecimiento poblacional que acompaña al proceso de industrialización.

El cuerpo de este documento está compuesto por una serie de artículos interdependientes, conectados por una línea de investigación común en torno a la modificación en el régimen de servicios ecosistémicos después de la urbanización detonada por el proyecto de industrialización automotriz que está ocurriendo en San José Chiapa. A estos artículos antecede una introducción general (este capítulo), para continuar con un marco epistemológico (capítulos 2 y 3), un par de artículos en los que se detalla el grueso de la investigación (capítulos 4 y 5), para cerrar con un capítulo que funcione como síntesis y análisis final (capítulo 6) junto con el colofón (capítulo 7).

Las Ciencias Ambientales

Este trabajo de investigación forma parte del Programa de Posgrado Doctorado en Ciencias Ambientales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; por ello se propone a continuación una suerte de definición para las Ciencias Ambientales, de modo que se entienda la relevancia de este tipo de programas en la academia, así como la relación de la investigación con dicha área del conocimiento.

Las Ciencias Ambientales son un conjunto de conocimientos rigurosos y comprobables que buscan entender y explicar el funcionamiento del entorno en que se desarrolla la vida humana. Siendo las Ciencias Ambientales un desarrollo más o menos reciente, y debido al reconocimiento de que el ambiente está conformado por un conjunto de interrelaciones que lo hace funcionar adecuadamente, una de las características de los estudios de este campo del conocimiento es la participación de disciplinas que antes podían parecer dispares y separadas por el reduccionismo, conjuntándolas en un nuevo paradigma que pretende la integración de las especialidades en la multi- e interdisciplina (Red Colombiana de Formación Ambiental, 2007).

Los servicios ecosistémicos forman parte de las funciones que cumple el ambiente, los humanos aprovechan de la ocurrencia de estas para obtener beneficios que impacten positivamente en su calidad de vida. Así, como la relación entre el humano y su entorno es un tema fundamental del estudio de las Ciencias Ambientales, los servicios ecosistémicos y el cambio de los mismos debido a

las transformaciones en el uso y cobertura de suelo son parte también del campo de estudio de las Ciencias Ambientales.

1.1 PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

La pregunta de investigación es el eje rector durante el desarrollo de la investigación; como tal, la pregunta engloba al objetivo general, enfilando la investigación hacia las hipótesis planteadas:

¿Cómo se relaciona el uso de suelo con el régimen de servicios ecosistémicos en la región aledaña al proyecto de industrialización de la empresa Audi?

¿Qué impacto tiene el proceso de industrialización de Audi en la provisión y demanda de servicios ecosistémicos?

Hipótesis

Por una parte, se establece que el cambio de uso de suelo desde uno con enfoque principalmente rural/agropecuario, hacia uno de rápida industrialización provocará una disminución en la oferta y un aumento en la demanda de servicios ecosistémicos, situación que desembocará en un déficit de la capacidad de carga en la región (Rees, 1992), esto si no se actúa en tiempo y forma para minimizar el impacto que estos cambios puedan tener sobre el régimen de servicios ecosistémicos en la región.

Además, los cambios económicos sucediendo en la región tendrán un impacto relevante en la vida social y en el entorno ambiental en la región lo cual, reforzando la idea anterior, puede causar un aumento a la demanda de servicios ecosistémicos al tiempo que ocurre una disminución en el área total proveedora de servicios ecosistémicos, alternado el régimen de modo que se cargue más la demanda por sobre la oferta potencial de los mismos.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Estudiar la relación entre los cambios de uso de suelo asociados con un proceso de industrialización, y los cambios en el régimen de servicios ecosistémicos.

Objetivos particulares

- Identificar el régimen de servicios ecosistémicos en la región de estudio.
- Determinar el cambio de uso de suelo en la región de estudio durante un periodo de 10 años, en el antes y durante el proceso de industrialización.
- Analizar la industrialización automotriz, en el caso particular de la empresa Audi en la región de San José Chiapa.

JUSTIFICACIÓN DE ESTE TRABAJO

El antecedente directo a este trabajo de investigación está en el anuncio que hace la empresa automotriz Audi sobre la instalación de una nueva planta de ensamblaje en el pueblo de San José Chiapa (Almanza, 2016; CNNExpansión, 2013; Islas, 2014; Méndez, 2014). Esta noticia apunta a la localidad como un polo de desarrollo y que tiene repercusiones ambientales, económicas y sociales sin precedentes en la región. El impacto que tiene el proyecto Audi en San José Chiapa no puede ser pensado con base a dimensiones independientes ya que dependen de interacciones complejas entre el medio, la gente que vive en el lugar, además de la gente que está por llegar.

Este trabajo de investigación busca entender la relación necesaria entre el humano y su ambiente de manera multidisciplinaria, de modo que con base en un análisis de factores geográfico-ambientales y socioambientales, se desarrolle un modelo matemático que brinde información útil para procurar la conservación del espacio vital necesario no solo para la supervivencia del humano, sino además del ambiente que le rodea.

El principal aporte a las ciencias ambientales que propone este estudio está en los cambios en la oferta y demanda de servicios ecosistémicos¹, cuando estos se deben a un proceso de industrialización con impacto a nivel regional. La mayoría de la investigación hecha sobre el tema de los servicios ecosistémicos está enfocada en análisis atemporales sobre la oferta de los mismos y de acuerdo con la cobertura del suelo (Villa, Ceroni, Bagstad, Johnson, & Krivov, 2009). La propuesta de este trabajo es incluir una escala temporal para el análisis, además de considerar la influencia que tiene la población en el comportamiento y tendencias de dichas oferta y demanda.

1.3 DESARROLLO TEÓRICO

Marco teórico

Servicios ecosistémicos

El concepto de servicios ambientales o ecosistémicos se basa en la utilidad que se tiene de las funciones y estructuras de los ecosistemas para las poblaciones humanas (Costanza y col., 1997; Daily, 1997; de Groot, 1992). El término utilidad se usa con doble sentido, por una parte se habla de un uso de las funciones de los ecosistemas, pero además se habla de un utilitarismo económico ya que al aprovechar dichas funciones se obtiene un beneficio económico en la forma de ahorros en insumos y procesos que ocurren naturalmente y que probablemente no podríamos remplazar con

1 La diferencia de base entre “servicios ambientales” y “servicios ecosistémicos” está en el contexto en que se usa, siendo el término “servicios ambientales” parte del léxico del medio político, mientras que “servicios ecosistémicos” se usa más en el contexto de la academia (Balvanera y col., 2012). En el desarrollo de este trabajo de investigación se pueden usar ambos términos de manera ambivalente, aunque se preferirá el segundo en virtud de que resalta la importancia de las interacciones que dan forma al ecosistema.

herramientas tecnológicas desarrolladas dentro del sistema económico del que formamos parte (Costanza y col., 1997).

En la definición de lo que son los servicios ecosistémicos, se establece una relación de complejidad. Los servicios ecosistémicos son aquellas funciones y procesos de un ecosistema que, directa o indirectamente, presentan un beneficio o rendimiento para el humano. La cuestión a resaltar no está en la existencia de funciones y estructuras naturales, sino en el beneficio humano, con lo cual se denota una relación de uso o aprovechamiento, y así, como lo explica (García, 2006), se está hablando de una complejidad en tanto que las relaciones existentes entre dichos elementos provoquen una interdefinibilidad entre ellos. Así pues, si no hay un beneficio humano, no hay servicios ecosistémicos sino solamente funciones del ecosistema (Costanza y col., 1997).

En la Figura 1-1 se presenta el esquema de la cascada de los servicios ecosistémicos (Haines-Young & Potschin, 2010) que pretende hacer una descripción clara y gráfica de cómo funcionan estos servicios. Se comienza considerando las estructuras biogeofísicas del ecosistema, esto es, lo que permite que haya un ecosistema funcional en que se facilita el desarrollo de la vida y de actividades humanas en su inmediatez. Las interacciones entre los elementos de esta estructura, más insumos externos (p. ej. fertilizantes, biorreguladores), produce una oferta potencial de servicios ecosistémicos, la cual, al ser aprovechada por los humanos, pasa a ser efectivamente lo que se llama demanda de servicios ecosistémicos.

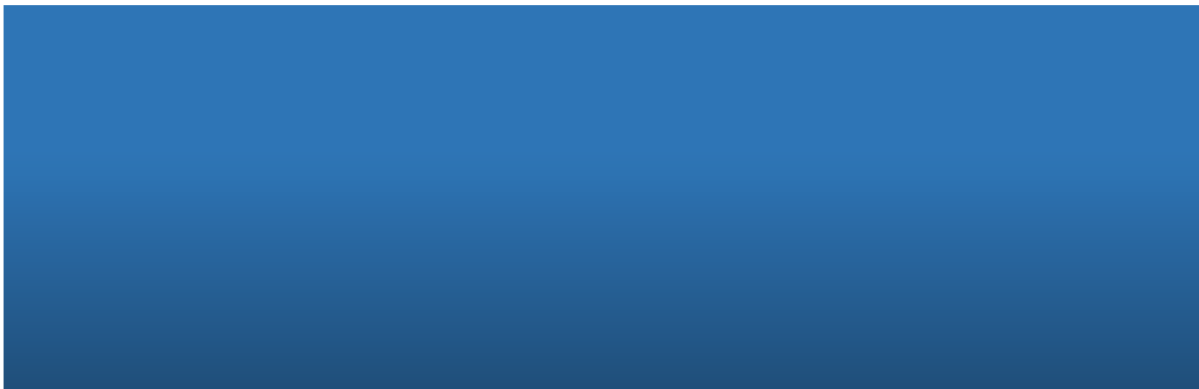


Figura 1-1. La cascada de los servicios ecosistémicos. Basada en (Burkhard, Kandziora, Hou, & Müller, 2014; Haines-Young & Potschin, 2010).

Cabe recalcar que la cascada de los servicios ecosistémicos da también una idea de un sistema complejo, con interrelaciones al interior del mismo, pero que también tiene interacciones fuera de sus “fronteras”. Estas interacciones al exterior pueden ser de tipo natural, como es el caso del flujo de un río que cruza el sistema a estudiar; y también pueden ser de tipo antropogénico, como lo son los fertilizantes que son importados al sistema y participan en la generación de servicios de aprovisionamiento (p. ej. comida, madera). Del mismo modo, hay exportación de servicios ecosistémicos de modo natural y antropogénico (Burkhard y col., 2014).

La llamada Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) definió la existencia de cuatro clases de servicios ecosistémicos: Servicios de aprovisionamiento, de regulación, culturales, y de soporte. Los servicios de aprovisionamiento son los bienes físicos que la gente obtiene de los ecosistemas, tales como la comida, combustible, forraje para el ganado, y recursos genéticos. Los servicios de regulación son beneficios que se obtienen de los procesos que regulan el estado de los ecosistemas, como son el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, control de la erosión, o la protección contra tormentas. Los servicios culturales son beneficios no-materiales que la gente recibe en forma de enriquecimiento espiritual, de desarrollo de conocimientos, o bien el disfrute y recreación en espacios naturales. Los servicios de soporte son aquellos que forman la base necesaria para la generación de los demás, como son la formación de biomasa, los ciclos biogeoquímicos, y la formación del suelo (Millennium Ecosystem Assessment, 2003).

Por otra parte, Müller y Burkhard (2007) proponen que se sustituya el concepto de “servicios ecosistémicos de soporte” por el de “integridad ecológica” para indicar aquellas funciones y estructuras del ecosistema que son la base para otros procesos que derivan en servicios ecosistémicos. De este modo se amplía el enfoque antropocéntrico de la definición dada por el Millennium Ecosystem Assessment para incluir el valor mismo del ambiente en sus procesos fundamentales. La integridad ecológica se define como la presencia de procesos o estructuras que son pre-requisitos esenciales para la habilidad ecológica de la auto-organización (Barkmann y col. 2001; citado en Müller y Burkhard 2007). Así, considerando que sin integridad ecológica (es decir, sin servicios ecosistémicos de soporte) no habría servicios ecosistémicos del todo. En este trabajo no se considerará la agrupación de servicios ecosistémicos de soporte, más bien se usará el concepto de integridad ecológica, como un requisito básico para la provisión de servicios ecosistémicos y sin la cual no tiene sentido continuar con la exploración del tema.

Usos de suelo

Alvarado Cardona y col. (2011) definen el uso de suelo como la forma en que se aprovechan los recursos de un lugar, esto es, las adaptaciones que el humano hace de su entorno para tener las condiciones más adecuadas para su desarrollo. Este proceso generalmente requiere de inversiones de tiempo, dinero, esfuerzo y energía, para ir transformando el paisaje natural, primeramente a zonas agrícolas y después, mucho tiempo después, a áreas de desarrollo agroindustrial o de industrias dependientes de combustibles fósiles (Hall, 2006). Entonces el uso de suelo es un proceso de transformación constante de la tierra, que refleja fielmente la naturaleza humana, habituada al cambio y adaptación de acuerdo con las necesidades que van surgiendo en cada momento.

Desde los inicios del desarrollo de la teoría económica con los fisiócratas del siglo XVIII, se consideraba la tierra como el único medio de obtención de riquezas, dado que su economía era principalmente extractiva. A partir de los desarrollos teóricos de Adam Smith el factor trabajo pasó

a ganar más peso en la ecuación de la generación de valor, noción que después Marx repetiría al enfatizar la importancia de la mano de obra como la fuente de la riqueza, y que además tiene sentido en el contexto de la industrialización de su tiempo. Finalmente, después de la revolución marginalista se fue dando cada vez menos peso a la tierra, y los recursos naturales en general, para concluir en que la tecnología y el trabajo harían posible el escape de la pobreza. La tierra y los recursos naturales son tomados en cuenta sólo a partir de su valor de mercado, y en caso de que este no exista, son considerados externalidades (Gómez-Baggethun, 2011; Gómez-Baggethun, de Groot, Lomas, & Montes, 2010; Hall, 2006).

Marco conceptual

Régimen de servicios ecosistémicos

Para entender el concepto de Régimen de Servicios Ecosistémicos habrá que remitirse a la definición de régimen que da la Real Academia Española (2014): el modo regular o habitual de producirse algo. El régimen de servicios ecosistémicos se entiende como el modo en que se producen dichos servicios y que será cuantificable en cuanto a su oferta, demanda y flujo. Las palabras oferta y demanda son utilizadas en un sentido estricto, como las define también la Real Academia Española: la promesa de dar algo, y pregunta o solicitud, respectivamente.

Es importante resaltar que estas definiciones no se apegan o acercan a los conceptos económicos de oferta y demanda que interactúan buscando un supuesto equilibrio. En el caso de los servicios ecosistémicos la oferta existe aún a pesar del humano y el uso, o falta de, en el ecosistema, así como la demanda existe aún a pesar de que el ecosistema, y es algo muy común, ya no tenga la capacidad de satisfacerla.

Industrialización de tipo automotriz

No todos los proyectos de industrialización son iguales, los requerimientos de unos y otros estarán definidos por el tipo de producción que se está llevando a cabo: los insumos, el espacio, los desechos; todo depende de las necesidades materiales y de energía, que tenga cada producto en particular. En el caso de la industria automotriz, los insumos abarcan un amplio abanico de posibilidades: metales, plásticos de diferentes calidades, tela, agua para sus procesos y agua para sus subproductos, etc.

Una característica distintiva de la industria automotriz es que se basa en la manufactura a partir de ensamblajes de piezas prefabricadas, las cuales muchas veces provienen de empresas diferentes que se especializan bien en telas, bien en plástico, bien en metal, etc., y es en la planta armadora donde todas estas piezas se juntan para dar forma a un producto final que depende de un avanzado nivel de tecnología, logística y planeación.

Historias de vida

La historia de vida es un método de investigación que basado en entrevistas pretende “excavar” en la vida social de los sujetos con quienes se está interactuando, esto se puede hacer con el objetivo de conocer situaciones y circunstancias de la gente, para después buscar entender estas mismas. El producto final construido a partir de la historia de vida será una descripción conjunta, a modo de síntesis, de la experiencia de vida de cada persona entrevistada, y de la cual se obtiene información cualitativa con la que alimentar la investigación en curso.

Catani (1990) hace la precisión de que el sujeto a entrevistar, el sujeto de estudio si cabe, ya no es visto como un informante sino como un interlocutor ante el cual se presenta el reto de mantener la objetividad de la investigación y no dejarse llevar por factores humanos de simpatía o empatía hacia el mismo. Catani también menciona la diferencia subyacente entre la aplicación del método en dos vías distintas: entrevistarse con varias personas durante tiempos fijos y establecidos, o bien entrevistarse con pocas personas (o solo una incluso) pero sin límite de tiempo. El llevar a cabo una serie de entrevistas con varias personas y siguiendo una guía de preguntas previamente establecido permite al investigador sentirse protegido ante las interacciones directas con el informante, y además se presenta como un acercamiento al rigor estadístico que exige el método científico. Por otra parte, la entrevista a profundidad con pocos interlocutores deja al investigador desarmado “sin la protección personal y científica, que puede ofrecer la subordinación de las relaciones interindividuales a la abstracción de un interrogatorio formal”, sin embargo, también llevará a un mayor entendimiento y compenetración con el interlocutor, lo cual resulta en un despliegue mayor de información que, de todas maneras, debe ser objetivado mediante la contrastación con el marco conceptual que guía la investigación. Esta contrastación de la que habla Catani se lleva a cabo con los objetivos del proyecto.

Taylor y Bogdan (1992) proponen la existencia de una guía de la entrevista para asegurar que se cubran los temas generales con cada entrevistado, así como para mantener una secuencia en trabajos de investigación extensos, como el que aquí nos ocupa. Si bien esta guía existe para enfocar las visitas, no está exenta de modificaciones que puedan ir adecuando la experiencia que se tiene con los interlocutores, además de que puede buscar mejorar o profundizar más en determinados temas que pudieran ser relevantes para el informante.

Como explica Sandoval Casilimas (1996) el principal instrumento del que se vale la Historia de Vida es la entrevista individual en profundidad. Requiere de la realización de varias sesiones con la misma persona (o personas), comenzando con una entrevista muy abierta y que no sesgue el primer relato. A partir de este acercamiento se puede continuar con entrevistas un poco más enfocadas de acuerdo con temáticas específicas y que vayan cubriendo los objetivos de la investigación.

Marco de referencia

El área de estudio se ha definido alrededor del municipio de San José Chiapa en donde se está dando un proceso de industrialización con alcances de nivel regional (Figura 1-2). El municipio se encuentra en el estado de Puebla, a unos 60km hacia el este de la ciudad de Puebla, en un valle que contiene 14 municipios de los estados de Puebla y Tlaxcala. Este valle se encuentra rodeado al sur por los volcanes Malintzin y Citlaltépetl, mientras que al norte tiene los cerros en donde comienza la Sierra Norte de Puebla. El área de estudio se definió entonces a partir de una microcuenca, dadas las características de la región alrededor de San José Chiapa.

En dicha región se está dando un proceso de industrialización que dio inicio en el año 2012, con el anuncio de los planes de construir una planta industrial de la empresa automotriz Audi, así como de sus proveedores directos (Méndez, 2014; Reuters & CNNExpansión, 2012). El anuncio hablaba de 10,000 empleados, lo cual aunado al número de familiares directos que cada uno pueda tener y traer, puede contribuir a un aumento poblacional de más del 250% en la región.



Figura 1-2. Ubicación de la región de estudio. Con información de INEGI (2014).

Otro cambio importante que se está dando al mismo tiempo que el poblacional es el relacionado con la ocupación y uso del suelo. Una gran parte de lo que actualmente son terrenos de cultivo se empezará a dedicar a hacer espacios habitacionales para las nuevas familias que van a poblar el

lugar. Por otro lado, los terrenos donde se está construyendo la nave de Audi, eran parte de un relicto natural de matorral desértico inundable en temporada de lluvias. El cambio en el uso de suelo tiene un impacto considerable debido a la cantidad de estructuras ecosistémicas que se están transformando.

Un dato importante que resalta la magnitud del proyecto y pone en contexto lo que Audi puede significar para la región es que, el polígono donde se está construyendo la planta tiene un área de 480ha, mientras que el polígono del pueblo San José Chiapa es de 136ha. La localidad más grande en la vecindad de San José Chiapa es Ciudad de Rafael Lara Grajales, con una extensión de 151ha, por lo que la escala del proyecto automotriz Audi rebasa las dimensiones de ambas localidades juntas (INEGI, 1997). A la instalación de un complejo industrial de este tamaño le acompaña un uso de recursos naturales correspondiente con la magnitud del proyecto, y si estos no pueden ser extraídos o aprovechados desde la misma región, tendrán que ser importados desde fuera, provocando también un uso excesivo de recursos en otras regiones aledañas, así fue el caso por ejemplo de la tierra que se usó para cimentar las plataformas de las naves industriales y que venía de distintos cerros ubicados en los municipios vecinos.

Una consideración importante, que puede estar siendo pasada por alto en el desarrollo del proyecto industrial de Audi en San José Chiapa, es la presencia de servicios ecosistémicos en la zona. La modificación del entorno natural y construido en la región estaría provocando un cambio en el régimen de servicios ecosistémicos locales. No solo se está afectando el terreno y las condiciones físicas del lugar, sino que además las zonas urbanas usualmente requieren de más servicios ecosistémicos de los que pueden producir dentro de sus propios límites, por ello al crecer el grado de urbanización en el área de estudio se pasará a un esquema de demanda de servicios ecosistémicos más allá de lo que puede ofrecer el entorno local modificado, creando así la necesidad de importar estos servicios desde lugares cada vez más remotos. Se puede dar también el caso de servicios ecosistémicos que pasen a ser provistos por el nuevo entorno, aunque hay estudios que sugieren que este no es el caso más común (Burkhard, Kroll, Müller, & Windhorst, 2009; Kroll, Müller, Haase, & Fohrer, 2012).

A continuación, se presenta un par de artículos complementarios y que sirven como marco epistemológico para dar sustento a este trabajo. El primero se publicó en la Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias en el año 2015. El capítulo 3 es una adenda a este artículo, en el que se ahonda en la teoría de servicios ecosistémicos desde un punto de vista aplicado, por lo que complementa la información descrita en el capítulo 2 que pertenece más bien al campo de lo abstracto.

BIBLIOGRAFÍA

- Almanza, E. (2016, septiembre 28). Planta de Audi detonaría infraestructura en San José Chiapa, prevén autoridades. *El financiero*. Recuperado a partir de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/planta-de-audi-detonaria-infraestructura-en-san-jose-chiapa-preven-autoridades.html>
- Alvarado Cardona, M., Reynoso Pérez, R., & Martínez Rodríguez, M. (2011). El cambio de uso de suelo y los impactos ambientales territoriales “Municipio de Tlaxco, Tlaxcala”. En M. del Roble Pensado Leglise (Ed.), *territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (1a ed., pp. 301–314). Mexico D.F.: Siglo XXI Editores.
- Balvanera, P., Castillo, A., Lazos Chavero, E., Caballero, K., Quijas, S., Flores, A., ... Sarukhán, J. (2012). Marcos conceptuales para Servicios Ecosistémicos. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, & J. M. Paruelo (Eds.), *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 39–68). Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Barkmann, J., Baumann, R., Meyer, U., Müller, F., & Windhorst, W. (2001). Ökologische Integrität: Risikovorsorge im Nachhaltigen Landschaftsmanagement. *Gaia*, 10, 97–108.
- Barnsley, M. J. (2007). Models and modeling. En *Environmental modeling: a practical introduction*. CRC Press.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., & Müller, F. (2014). Ecosystem Service Potentials , Flows and Demands Quantification - Concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape Online*, 34, 1–32. <http://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes’ Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online*, (15), 1–22. <http://doi.org/10.3097/LO.200915>
- Catani, M. (1990). Algunas precisiones sobre el enfoque biográfico oral. *Historia y fuente oral*, 3, 151–164. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/27753275>
- Childe, V. G. (1950). The urban revolution. *The town planning review*, 21(1), 3–17. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/40102108>
- CNNExpansión. (2013, mayo 4). Audi invertirá en México 1,300 mdd. *CNNExpansión*. Ciudad de México. Recuperado a partir de <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/05/04/audi-invertira-en-mexico-1300-mdd>
- Costanza, R., D’Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... Van Den Belt, M. (1997). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. <http://doi.org/10.1038/387253a0>
- Daily, G. C. (1997). Introduction: What are ecosystem services? En G. C. Daily (Ed.), *Nature’s services: Societal dependance on natural ecosystems* (pp. 1–10). Washington, D.C.: Island Press.
- De Groot, R. (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Groningen: Wolters Noordhoff.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (1a ed.). Barcelona: Editorial Gedisa.
- Gómez-Baggethun, E. (2011). Análisis crítico de los pagos por servicios ambientales: de la gestación teórica a la implementación. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 228, 33–54. Recuperado a

- partir de http://www.proyectogana.org/archivos/articulos/pagos_servicios_ambientales.pdf#page=29
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69(6), 1209–1218. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology*, 110–139. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>
- Hall, C. A. S. (2006). Integrating concepts and models from development economics with land use change in the tropics. *Environment, Development and Sustainability*, 8(1), 19–53. <http://doi.org/10.1007/s10668-005-0786-2>
- INEGI. (1997). Conjunto topográfico 1:50,000. Recuperado a partir de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/detalle2.aspx?c=2031&upc=0&s=geo&tg=999&f=2&cl=0&pf=prod&ef=0&ct=206000000>
- INEGI. (2014). Conjuntos topográficos 1:50,000. Cartas topográficas. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>
- Islas, L. (2014, junio 10). Audi será mi mejor legado: Moreno Valle. *Unión Puebla*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.unionpuebla.mx/articulo/2014/06/10/economia/otros-municipios/audi-sera-mi-mejor-legado-moreno-valle> 1/3
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N. (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy*, 29(3), 521–535. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.07.008>
- Medellín, P. (2002). Uso del suelo. En *Agenda*. San Luis Potosí, Mexico: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Méndez, P. (2014, mayo 27). Amarran a Audi en Puebla con apoyos por 8 mil 300 mdp. *e-consulta.com*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2014-05-27/economia/amarran-audi-en-puebla-con-apoyos-por-8-mil-300-mdp>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). MA Conceptual Framework. En *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment* (pp. 25–36). Island Press.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. (J. Sarukhán, A. Whyte, & MA Board of Review Editors, Eds.). Washington, D.C.: Island Press. <http://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Morello, J., Buzai, G. D., Baxendale, C. A., Rodríguez, A. F., Matteucci, S. D., Godagnone, R. E., & Casas, R. R. (2000). Urbanization and the consumption of fertile land and other ecological changes: the case of Buenos Aires. *Environment and Urbanization*, 12(2), 119–131. <http://doi.org/10.1177/095624780001200210>
- Müller, F., & Burkhard, B. (2007). An ecosystem based framework to link landscape structures, functions and services. En Ü. Mander, H. Wiggering, & K. Helming (Eds.), *Multifunctional land use: Meeting future demands for landscape goods and services* (1a ed., pp. 37–63). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-540-36763-5>
- Real Academia Española. (2014). Régimen. Recuperado el 5 de junio de 2015, a partir de <http://lema.rae.es/drae/?val=régimen>
- Red Colombiana de Formación Ambiental. (2007). Las ciencias ambientales como un área de conocimiento.

En *Las ciencias ambientales: una nueva área del conocimiento* (pp. 13–27). Bogotá: Red Colombiana de Formación Ambiental.

Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121–130. <http://doi.org/10.1177/095624789200400212>

Rees, W. E. (1997). Urban ecosystems : the human dimension. *Urban Ecosystems*, 1, 63–75. <http://doi.org/10.1023/A:1014380105620>

Reuters, & CNNExpansión. (2012). Audi invertirá 1,300 mdd en Puebla. *CNNExpansion*, 5–7. Recuperado a partir de <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/05/04/audi-invertira-en-mexico-1300-mdd>

Sandoval Casilimas, C. A. (1996). La implementación y gestión de los procesos de investigación social cualitativos. En *Investigación cualitativa* (pp. 131–180). Bogotá Colombia: ICFES.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1992). La entrevista en profundidad. En *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados* (pp. 100–132). Barcelona: Paidós.

Villa, F., Ceroni, M., Bagstad, K., Johnson, G., & Krivov, S. (2009). ARIES (ARTificial Intelligence for Ecosystem Services): a new tool for ecosystem services assessment , planning , and valuation . En *11Th annual BIOECON conference on economic instruments to enhance the conservation and sustainable use of biodiversity, conference proceedings*. (Vol. 11, pp. 1–10). Venice, Italy. Recuperado a partir de [https://learning.conservation.org/SouthAmericaEcosystemServices/Documents/ES Articles and Documents/2009 Villa y col. ARIES - BioEcon 2009.pdf](https://learning.conservation.org/SouthAmericaEcosystemServices/Documents/ES%20Articles%20and%20Documents/2009%20Villa%20y%20col.%20ARIES%20-%20BioEcon%202009.pdf)

2. Los servicios ambientales ante un cambio de paradigma.

Ecosystem services and the paradigm shift.

Arturo Sánchez-Porras, Sonia Emilia Silva Gómez

Departamento Universitario de Desarrollo Sustentable, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 14 Sur 6303, Col. San Manuel, CP 72570, Puebla, Pue., Mx. sp.arturo@gmail.com

RESUMEN.

El objetivo de este trabajo de investigación es presentar el cambio de paradigma existente entre los conceptos de servicios ambientales y servicios ecosistémicos. En principio ambos conceptos se refieren a los beneficios que obtiene el humano de los ecosistemas y que impactan su calidad de vida directamente. El paradigma se forma a partir de una idea central que es alimentada por programas de investigación cuyos resultados sirven para acorazar a dicha idea central, y el cambio de paradigma solo se puede dar una vez que una nueva idea central logre falsar al paradigma original en lo que se llama una revolución científica. Así el cambio de paradigma para los servicios ambientales se da con la emergencia de las ciencias ambientales cuando se promueve la valoración de los ecosistemas más allá del uso económico que se le pueda dar. En el nuevo paradigma la consideración de estos beneficios se hace de acuerdo al valor intrínseco de los ecosistemas, y para ello se han hecho propuestas de cuantificación como son la eco-exergía o la emergía. El presente trabajo se basa en una revisión bibliográfica a partir de la cual se hace la comparación entre el enfoque de valoración económica, con el de valoración ecológica; se concluye con la reflexión de cómo llegamos a desarrollar el paradigma dominante y como para cambiarlo será necesario la integración de las ciencias ambientales y la multidisciplinaria.

ABSTRACT.

The objective of this work is to present the paradigm shift between the concepts of environmental services and ecosystem services. These two concepts refer to the benefits that humans receive from the functions and structures of the ecosystems and that have a direct influence in the quality of life. A paradigm is shaped by a central idea that is fed by

research programs that have the task of protecting this core idea, and the paradigm shift can only happen once a new core idea is able to refute the original paradigm in what is called a scientific revolution. So, the paradigm shift in ecosystem services is related to the emergency of the environmental sciences that promote the valuation of ecosystems going further than just the economic appraisal they can receive. In the new paradigm the consideration of these benefits is made according to the intrinsic value of the ecosystems and in order to do that there are quantification proposals like the eco-exergy, or the emergy. This work is based on a literature review from which the comparison between both, the economic valuation, and the ecologic valuation approach; it concludes with a reflection on how did the dominant paradigm was developed, and how to change it it will be necessary to promote the integration of the environmental sciences and the multidiscipline.

PALABRAS CLAVE: Ciencias ambientales, Epistemología, Pago por servicios ambientales, Servicios ecosistémicos

KEYWORDS: Ecosystem services, Environmental sciences, Epistemology, Payment for environmental services

2.1 INTRODUCCIÓN

En la definición de lo que son los servicios ambientales², se establece una relación de complejidad. Los servicios ambientales son aquellas funciones y procesos de un ecosistema que, directa o indirectamente, pueden ser aprovechados o de los cuales se beneficia el humano. La cuestión a resaltar no está en las funciones naturales, sino en el beneficio humano, lo cual marca una relación de uso o aprovechamiento, siendo así que como establece Rolando García (2006)¹, se esté hablando de una complejidad en tanto dichas relaciones existentes entre dichos elementos provoquen una interdefinibilidad entre ellos. Así pues, si no hay un beneficio humano, no hay servicios ambientales sino solamente funciones del ecosistema (Costanza y col., 1997)².

A pesar de esta interdefinibilidad del humano con el funcionamiento de su entorno, los servicios ambientales no fueron descritos, como tal, sino hasta la última década del siglo XX (Costanza y col., 1997; Daily, 1997; De Groot, 1992)³. Debido a la importancia que toma el ambiente y la crisis

² La diferencia de base entre los conceptos de “servicios ambientales” y “servicios ecosistémicos” está en el contexto en que se usa, siendo el término “servicios ambientales” parte del léxico del medio político, mientras que “servicios ecosistémicos” se usa más en el contexto de la academia (Balvanera y col., 2012)¹. En el desarrollo de este trabajo de investigación se pueden usar ambos términos de manera ambivalente, aunque se preferirá el segundo en virtud de que resalta la importancia de las interacciones que dan forma al ecosistema.

ecológica a partir de los años 70s, teniendo como un punto clímax la las Cumbres de la Tierra, donde se discuten situaciones preocupantes como el agujero de la capa de ozono y la emisión de fluorohidrocarburos, grupos de investigadores, -como el Club de Roma, empiezan a recabar información al respecto, ya que es durante las crisis que se desarrolla más el conocimiento, por la necesidad de encontrar soluciones; entonces se va formando un programa de investigación, al estilo sugerido por Lakatos (1998; citado en García Jiménez, 2008) en donde una idea central (el aprovechamiento de las funciones de los ecosistemas por parte del humano) se va acorazando con ideas o teorías complementarias que buscan dar validez al núcleo teórico central.

Al tiempo que se va formando este conjunto de teorías complementarias, se va conformando lo que después viene a ser el paradigma dominante. Como características principales tiene: influencia de la cultura occidental en que fue generado, tiende al reduccionismo, la imposición y la hegemonía de saberes, siendo válido aquel (y solo aquel) conocimiento obtenido siguiendo la convención social del método científico. Todo aquello que no cumple con los requisitos establecidos por el método o la comunidad dominante es descartado e incluso considerado como no existente, yendo más allá de la invalidación sistemática se busca también la negación total (Boaventura de Sousa Santos, 2014) .

Por otra parte, el discurso del paradigma emergente propone la revaloración de lo subjetivo y las intersubjetividades. Primeramente en cuanto a lo subjetivo, se busca dar su justo valor a las ciencias sociales, como una forma adecuada y justificada para la obtención de conocimiento válido y valioso. Que no tenga que recurrir a las metodologías de las ciencias naturales para validar sus resultados, más bien que estos tengan su propio valor independientemente de si provienen de métodos que resaltan la subjetividad o la objetividad (Feyerabend, 1986; citado en García Jiménez, 2008) .

Así el paradigma emergente propone alternativas y diversidad, abriendo las posibilidades para la generación de nuevo conocimiento, desde la conjunción de saberes de distintas disciplinas y formas de ver la vida. De estas posibilidades, de este “conocimiento emergente”, pueden surgir las ideas que nos ayuden a sobrellevar la crisis socio-ambiental a la que nos enfrentamos.

2.2 OBJETIVOS

El objetivo de este ensayo es mostrar el cambio de paradigma que se puede dar ante el entendimiento de los servicios ambientales. Más allá del comprender que el tema es un tópicos de la complejidad, hace falta también revisar las bases que sustentan la afirmación de su complejidad y situarlas en un paradigma distinto en el que podamos apreciar los servicios ambientales por su valor intrínseco más que por su valor económico. Para responder a este objetivo este escrito buscará responder a las siguientes preguntas:

¿Cómo se describe un paradigma clásico de los servicios ambientales? Y

¿Qué forma tiene el nuevo paradigma visto desde un cambio en la epistemología que los aborda?

2.3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el presente trabajo consiste en la revisión de literatura relevante al tema en dos sentidos: primeramente en lo referente al desarrollo teórico alrededor de los servicios ambientales y por otra parte, con respecto a la teoría epistemológica y la construcción de conocimientos según Imre Lakatos.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los servicios ecosistémicos ganaron notoriedad en 2005 a partir de la publicación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En este documento se presenta como idea central de que existe una relación directa entre las condiciones del ecosistema y el bienestar humano. El bienestar humano se compone de contar con materiales básicos para una buena vida, salud, buenas relaciones sociales, seguridad y libertad de acción, entre otros. Y estos beneficios pueden ser clasificados como *servicios de aprovisionamiento* como son el agua, madera y leña; *servicios de regulación* que controlan la afectación que pueden tener eventos climáticos, enfermedades, o la calidad del agua, por ejemplo; *servicios culturales* que proveen beneficios no-materiales como pueden ser la recreación, espiritualidad y educación; y los *servicios de soporte* que son la base para generación de los demás, como son la formación de suelo, los ciclos biogeoquímicos y la producción primaria neta.

De acuerdo con una investigación realizada por Schomers y Matzdorf (2013) en la que se revisaron 457 artículos referentes al pago por servicios ambientales, se encontraron 41 artículos publicados entre 1974 y 2004, mientras que el resto (416) fueron publicados entre 2004 y 2011, por lo que se puede apreciar una tasa de crecimiento casi exponencial en el interés científico por estos esquemas de pago por servicios ambientales. De los artículos revisados, casi una tercera parte está enfocada en países de América Latina; y de estos, la mayoría se enfoca a la propuesta pigouviana de manejo de servicios ambientales.

La propuesta pigouviana (de Arthur Pigou) para el manejo de esquemas de pago por servicios ambientales es la de encargar el pago de los servicios ambientales al gobierno, esto se hace por medio de impuestos a las externalidades negativas y subsidios para las positivas. Este tipo de esquema hace difícil la identificación tanto de beneficiarios, como de los que incurren en las externalidades negativas debido a que el pago se hace indirectamente a través del gobierno. Este es un caso muy común de esquemas de pago por servicios ambientales, como los que existen en México (Schomers & Matzdorf, 2013).

Cabe resaltar la estrechez de miras que tiene este enfoque; dado que los programas de pago por servicios ambientales se hacen enfocados en servicios específicos (e.g. agua, ecoturismo, etc.), los esquemas tienen por sí mismos un carácter reduccionista y mecanicista, que abstrae elementos del ecosistema sin identificar las relaciones que guardan entre ellos o con las personas que habitan el lugar y que no están siendo tomados en cuenta. Además, se pone al dinero como punto pivote para la valoración de los servicios ambientales, perpetuando así una dinámica de uso y explotación de las funciones de la naturaleza en un sistema económico al cual estas le son una fuente de utilidad.

Hay otro esquema clásico para la propuesta de pago por servicios ecosistémicos, toma una postura como la propuesta por Ronald Coase (Schomers & Matzdorf, 2013) de acuerdo con la que, viviendo en un mercado donde los costos de transacción son despreciables y los derechos de propiedad están asignados, aquellos interesados en pagar y ser pagados por la provisión de servicios ecosistémicos se autoorganizarán para llevar a cabo dicho pago sin necesidad de que el gobierno intervenga en la fijación de precios y tasas. Esta propuesta es, sin embargo, difícil de realizar en su forma más pura y siempre es más fácil el permitir que el gobierno participe como intermediario para regular las contribuciones y los respectivos pagos.

Teóricamente al vivir en una economía de libre mercado, el gobierno debería quedar fuera de la ecuación de precios y cotizaciones, sin embargo ni hablando de economía neoliberal, ni en el caso de una economía ecológica se ha logrado encontrar la forma de evitar la participación gubernamental en la fijación de precios, subsidios, derechos y concesiones que acaban por estructurar un “falso libre mercado” en el que la premisa de que “el que contamina paga” se torna en “el que paga tiene derecho a contaminar” (Scheinvar Akcelrad, 2012). Esta necesidad de la participación del gobierno en el libre mercado deriva de la imposibilidad de considerar cada factor que es parte de la cadena de producción dentro del precio de los bienes o servicios, formando así lo que en términos económicos se conoce como externalidades.

Ante esta perversión del mercado Scheinvar Akcelrad (2012) pregunta si se puede fijar un precio que justifique la contaminación ambiental, si es válido sustituir un manglar por un desarrollo turístico que prometa mejores rendimientos económicos, y a todo esto las políticas económicas del supuesto libre mercado responden con intervencionismo del estado para pretender interiorizar los costos y fijar un precio equivalente al ecosistema que se pasa a degradar. La tarea del gobierno de promover un desarrollo sustentable ecológica y socialmente se contradice cuando promueven la interiorización de costos en favor de un crecimiento económico. Cuando se hace una legislación ambiental que prioriza la economía se permite entonces dar subsidios para reforestación que serán ocupados en hacer plantaciones de árboles maderables en vez de en la reconstrucción de un ecosistema natural.

La producción capitalista está basada en el uso de energía y materias primas que vienen del ambiente, en presencia de una oferta de los mismos se entiende la extracción/uso de los mismos la cual cuando es desmedida puede conducir a una crisis de sobreproducción que baje precios de venta, que aumente la demanda, que aumente la extracción, que acabe con el *stock* de dicho recurso, que nos lleve a una crisis de subproducción. Es importante notar que el crecimiento desmedido en cualquier proceso económico se hace a costa del llamado capital natural de las futuras generaciones, estamos tomando prestados recursos que temporalmente no nos pertenecen.

Una política alternativa que pretende dar solución a estas condiciones de producción es lo que Meadows, Meadows, Randers, & Behrens (1972) propusieron con los límites al crecimiento, estabilizar factores como población, consumo de recursos no renovables y la contaminación, en pro de evitar la catástrofe que anunciaba el potencial crecimiento exponencial de la población humana y publicaciones como “la Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, o “la Bomba Poblacional” de Paul Ehrlich.

Pasando a la definición del nuevo paradigma Griggs y col. (2013) proponen que para sobrepasar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (UN Millennium Project, 2005, pp. XVIII-XIX) y poder establecer un nuevo conjunto de objetivos con un mayor alcance (esto es, los Objetivos de Desarrollo Sustentable) es necesario hacer un cambio al paradigma de los tres pilares del desarrollo sustentable y visualizarlo como un grupo de círculos concéntricos de los cuales la economía está ubicada en el centro y supeditada al adecuado funcionamiento de la sociedad la cual a su vez se encuentra dentro y depende del círculo del sistema de soporte de vida de la Tierra (*Earth's life support-system* en el original).

En una nueva forma de pensar los servicios ambientales, lo que Boaventura de Sousa Santos (2009) llama “el paradigma emergente”, primeramente se presenta un cambio en el nombre del concepto; ya no se habla de servicios ambientales, sino de servicios ecosistémicos. Balvanera y col. (2012) señalan que el término ecosistémicos refiere a las funciones naturales y las interacciones que proveen de dichos servicios, por lo que es académicamente adecuado utilizar este término, además de permitir resaltar la importancia que tienen las interacciones de los elementos del ecosistema para la existencia de los servicios ecosistémicos.

Así, las funciones de los ecosistemas no deberían ser valoradas en términos económicos, ya que el sistema económico mismo está siendo soportado por dichas funciones, y valorarlas desde dentro del sistema viene siendo más bien retórico. Se han hecho varias propuestas para cambiar esta visión, como la eco-exergía de · o la emergía de · , con las cuales la cuantificación del valor de un determinado servicio viene dado con una unidad de medida que no depende de políticas ni economías, más bien solo depende de las mismas funciones del ecosistema.

Müller y Burkhard (2007) · proponen que para una nueva valoración de las funciones del ecosistema se sustituya el concepto de *servicios ecosistémicos de soporte* (de la clasificación de Millennium Ecosystem Assessment, 2005)· por el de integridad ecológica, dado que ambos conceptos evocan las condiciones necesarias para que se dé la provisión de los demás servicios ecosistémicos, además de que los indicadores necesarios para uno y otro pueden empatarse en aquello que están indicando. Al hacer esta sustitución se amplía el panorama antropocéntrico de los servicios ecosistémicos y se da preponderancia a los elementos del ecosistema que permiten la existencia de beneficios humanos supeditados primero a la presencia de beneficios al ecosistema.

Estos enfoques retoman el valor del ecosistema *per se* y motivan a la reflexión sobre la importancia que tiene el estado en que se encuentre dicho ecosistema; así la atención no se centrará en la economía -humana- sino en la economía ecológica a la que se refiere (Rees, 1998)· al hablar de aquella que considerará los límites reales al crecimiento material dentro de una ecósfera que no crecerá más.

Davidson (2000)· hace una crítica al uso de la palabra *límite* en términos ecológicos a través de un comentario a la metáfora desarrollada por Ehrlich y Ehrlich (1981)· en la que se compara al planeta Tierra con un avión al que se le va quitando un remache con cada acto de degradación ambiental (o pérdida de especies en la metáfora original), los primeros remaches no generarán mayor disturbio, sin embargo, llegará un punto en que se hayan quitado suficientes remaches como para que las alas se separen del cuerpo del avión y este finalmente caiga en picada con nosotros dentro. En la metáfora es claro que existe una cantidad limitada de remaches que pueden ser removidos antes de la catastrófica caída del avión, sin embargo, este límite no puede ser identificado de manera fácil en el mundo real, y entonces Davidson reescribe al planeta como un tapete al cual cada acto de degradación ambiental le quita un hilo. El tapete seguirá funcionando durante un tiempo aún con sus hilos de menos, pero puede llegar un momento en que el tapete esté tan desgastado que a) no cumpla con la función de cubrir el suelo del frío y b) no sea estéticamente agradable, llevando la metáfora más allá de la valoración utilitaria del ecosistema, refiriendo también a un valor trascendental que este pueda tener.

No se discute la existencia de límites, sino la definición simplista de los mismos hecha sin tomar en cuenta todos los factores en juego. El límite no depende solamente de hasta qué punto se pueden extraer recursos y desechar residuos de un mismo ecosistema, o si es la sobrepoblación la causa única de que rebasemos estos límites; es en la conjunción de todos estos factores cuando se puede pensar en la existencia de condiciones que afectarán la integridad y la resiliencia del ecosistema al mismo tiempo.

Al considerar la integridad ecológica y la resiliencia del ecosistema como medida de la valoración de los servicios ambientales, se está entendiendo el ecosistema como una unidad conformada por una

red de interacciones que depende de muchas variables para funcionar adecuadamente; cuando una parte del sistema falla o se encuentra disminuida, habrá repercusiones en los demás elementos. Esto obliga al investigador a presentar el ecosistema como una unidad interdependiente que requiere de sus interacciones para sostener la vida como la conocemos. Esta visión de unidad resalta la importancia de mantener la integridad del ecosistema de modo tan alarmante como en la visión opuesta se resalta la importancia de mantener la economía funcionando.

2.5 CONCLUSIONES

Una visión del mundo y su funcionamiento presentada de manera alarmante no tiene que ser motivo de disconformidad. Dice Jensen (2013) · que no debe significar la pérdida de la esperanza sino más bien una afirmación de la vida, un llamado a hacer un esfuerzo extra por mantener la red de relaciones que sostienen el correcto funcionamiento de nuestro mundo y, además, una consideración al principio precautorio que nos manda a tener cuidado ante riesgos ya sospechados, exista o no una prueba fehaciente de ellos. Así, al resaltar la importancia de los servicios ambientales, entendiendo el sistema en su totalidad (o en la medida de lo posible), será un deber humano el buscar preservarlos íntegramente.

La base de este nuevo paradigma no puede mantener una visión cerrada; para hablar de la transición del paradigma se busca la integración de diferentes disciplinas, lo que permita tener un panorama completo de la complejidad que domina el mundo en que vivimos. Esto solo ocurrirá si se permite y se fomenta la interdisciplina para estudiar las relaciones que rigen el sistema en que vivimos. Para entender el cambio de paradigma en los servicios ambientales, necesitamos el desarrollo de las ciencias ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Balvanera, P., Castillo, A., Lazos Chavero, E., Caballero, K., Quijas, S., Flores, A., ... Sarukhán, J. (2012). Marcos conceptuales para Servicios Ecosistémicos. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, & J. M. Paruelo (Eds.), *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. doi:10.1038/387253a0
- Daily, G. C. (1997). Introduction: What are ecosystem services? En G. C. Daily (Ed.), *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems* (pp. 1–10). Island Press.
- Davidson, C. (2000). Economic Growth and the Environment : Alternatives to the Limits Paradigm. *BioScience*, 50(5), 433–440. Recuperado a partir de <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/50/5/433.full>
- De Groot, R. (1992). *Functions of nature: Evaluation of nature in environmental planning, management & decision making*. Groningen: Wolters Noordhoff.

- Ehrlich, P. R., & Ehrlich, A. H. (1981). *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. New York: Random House.
- Feyerabend, P. K. (1986). *Tratado contra el método*. Madrid: Tecnos.
- García Jiménez, L. (2008). Aproximación epistemológica al concepto de ciencia: una propuesta básica a partir de Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend. *Andamios*, 4(8), 185–212.
- García, R. (2006). Epistemología y Teoría del Conocimiento. *Salud Colectiva*, 2(2), 113–122.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Ohman, M. C., Shyamsundar, P., ... Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305–307. doi:10.1038/495305a
- Jensen, R. (2013). *Get Apocalyptic: Why Radical is the New Normal*. YES! Magazine. Recuperado a partir de <http://www.yesmagazine.org/issues/love-and-the-apocalypse/radical-is-the-new-normal>
- Jørgensen, S. E. (2010). Ecosystem services, sustainability and thermodynamic indicators. *Ecological Complexity*, 7(3), 311–313. doi:10.1016/j.ecocom.2009.12.003
- Lakatos, I. (1998). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth*. New York.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis (Vol. 5)*. Washington, D.C.: Island Press. doi:10.1196/annals.1439.003
- Müller, F., & Burkhard, B. (2007). An ecosystem based framework to link landscape structures, functions and services. En Ü. Mander, H. Wiggering, & K. Helming (Eds.), *Multifunctional land use: Meeting future demands for landscape goods and services (1a ed., pp. 37–63)*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-36763-5
- Odum, H. T., Brown, M. T., & Brandt-Williams, S. (2000). *Introduction and Global Budget, Folio #1. Handbook of Emery Evaluation*. Gainesville: Center for Environmental Policy, University of Florida.
- Pulselli, F. M., Coscieme, L., & Bastianoni, S. (2011). Ecosystem services as a counterpart of emery flows to ecosystems. *Ecological Modelling*, 222(16), 2924–2928. doi:10.1016/j.ecolmodel.2011.04.022
- Rees, W. E. (1998). How should a parasite value its host? *Ecological Economics*, 25(1), 49–52. doi:10.1016/S0921-8009(98)00015-9
- Santos, B. de S. (2009). *Una epistemología del Sur: la reinención del conocimiento y la emancipación social*. (J. G. Gandarilla Salgado, Ed.) (1a ed.). Mexico D.F.: Siglo XXI Editores.
- Santos, B. de S. (2014). Más allá del pensamiento abismal: de las líneas globales a una ecología de saberes. En B. de S. Santos & P. M. Meneses (Eds.), *Epistemologías del Sur* (pp. 21–66). Ediciones Akal.
- Scheinvar Akcelrad, P. (2012). *¿Externalidades o internalidades? Teoría para los servicios ambientales*. Ciencia Económica.
- Schomers, S., & Matzdorf, B. (2013). Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. *Ecosystem Services*, 6, 16–30. doi:10.1016/j.ecoser.2013.01.002
- UN Millennium Project. (2005). *Investing in Development: A practical plan to achieve the Millennium Development Goals (1a ed.)*. New York: earthscan. Recuperado a partir de <http://www.terremadri.it/materiali/documenti/InvestingDevelopmentSachs.pdf>

3. Adenda al artículo de “Los servicios ambientales ante un cambio de paradigma.” Publicado en la Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias 6(14), 2015.³

3.1 INTRODUCCIÓN

El paradigma sobre los servicios ecosistémicos cambia de manera rápida a medida que se desarrollan nuevas investigaciones que modifican la percepción que hay sobre la presencia y participación de los SE en nuestra vida diaria. Como se mencionó en el capítulo anterior, la visión de los SE transcurre desde una posición de utilitarismo y aprovechamiento de los bienes y servicios provistos por la naturaleza, hacia una de interacción e involucramiento en la dinámica de los ecosistemas para lograr un entendimiento de sus límites físicos y químicos, se busca así lograr un aprovechamiento sustentable que funcione tanto para las generaciones presentes y posteriores, así como para el resto de seres vivos que participan y dependen de estos ecosistemas.

El objetivo de este capítulo (adenda) es describir algunas de las herramientas utilizadas para medir o evaluar la presencia de SE en un lugar determinado, a través de la presentación de una revisión bibliográfica en la que se listan alternativas de evaluación y sus principales características, haciendo hincapié en los beneficios que reportan y las dificultades con que se enfrentan.

3.2 CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE SE

Como se mencionó antes, la presencia de servicios ecosistémicos depende de dos factores: (1) un ecosistema con estructuras operativas que contribuyan al beneficio de (2) una comunidad humana. Bajo este planteamiento, el funcionamiento del ecosistema determina el nivel de aprovechamiento para cada servicio ecosistémico, por lo que es viable establecer una cuantificación en términos de dicho desempeño. Cada día es más común como práctica en el estudio de SE la evaluación con base a indicadores relacionados a parámetros biofísicos que representen el estado del ecosistema.

Un parque arbolado situado a orillas de una ciudad puede considerarse un área de provisión de varios SE como: regulación del clima local, captación de agua de lluvia, hábitat para la biodiversidad local, sistema de prevención a la erosión, etc.; un análisis más profundo de este hecho permitirá interpretar la ciudad en las vecindades como un receptáculo o sumidero de los SE que el parque está proveyendo. Complementando la idea, existe un flujo entre la fuente y el sumidero, a través del cual la presencia de SE se valida tras su uso por los humanos en la ciudad. La gente puede valorar cada uno de estos pasos de maneras diferentes y bajo enfoques distintos, principalmente con enfoques biofísico y económico.

³ El término Adenda refiere a todo aquel suplemento añadido a un texto escrito o publicado con anterioridad con el fin de ampliar la información contenida en el documento principal.

El enfoque biofísico se refiere a la medición de SE en términos de unidades biofísicas como son el volumen de CO₂ extraído de la atmósfera por la fotosíntesis, la cantidad de agua que infiltra al subsuelo o el número de especies presentes en un hábitat determinado. Al examinar estas cantidades se nota que pertenecen a la parte izquierda de la cascada de SE (Figura 1-1, p. 6), esto es, la parte de provisión por las funciones y estructuras del ecosistema. Los beneficios, la parte derecha de la cascada, también pueden ser cuantificados de manera biofísica, sin embargo, es más común representarlos con indicadores sociales o económicos ya que se relacionan de manera directa con la percepción humana de los mismos.

Se han elaborado diversos estudios con el objetivo de desarrollar conjuntos de indicadores para cuantificar SE con diferentes enfoques, la Tabla 3-1 presenta algunos ejemplos de estudios realizados al respecto. Es importante mencionar que la selección de indicadores adecuados se hace con base en factores como los intereses para los que se quiere la información, el público objetivo o la accesibilidad de los datos a exponer; así, se puede señalar un mismo servicio usando distintos indicadores. Por ejemplo, para indicar la provisión de hábitat para la biodiversidad del área arbolada de la que se hablaba antes hay opciones como: (1) el área en metros cuadrados, (2) la densidad de árboles en conjunto con un índice de diversidad, o (3) el número de especies endémicas o amenazadas existentes en la zona y para los cuales dicha área sirve como refugio. Cada uno de estos ejemplos explica un aspecto diferente de lo que se entiende por “hábitat para biodiversidad” y al mismo tiempo, cada uno de ellos da una idea de la importancia que tiene el funcionamiento de esta área.

Tabla 3-1. Ejemplos de SE y métodos de medición. Basado en Vihervaara y col. (2017).

Servicio ecosistémico	Medición directa	Medición indirecta
Cultivo de alimentos	Rendimiento de cosechas (en toneladas por hectárea por año)	Estadísticas de rendimiento (obtenidas de reportes de gobierno)
Extracción de agua para consumo humano	Uso de agua de un acuífero (en metros cúbicos por año)	Teledetección de cuerpos de agua y humedad en el suelo
Prevención de inundaciones	Área de llanuras de inundación a las afueras de una población (en hectáreas)	Modelo de transporte de agua en ríos, elevación y cobertura vegetal.
Regulación local/global del clima a través de la reducción de GEIs	Medición <i>in situ</i> de stocks y flujos de carbono	Modelo matemático del ciclo de carbono
Experiencias culturales y espirituales	Conteo de visitantes, encuestas de percepción y apreciación	Monitoreo de estacionamientos y mapeo de senderos en áreas naturales

El uso de indicadores da una idea de qué medir, sin embargo, es importante considerar la necesidad de saber ¿cómo medir? Para la obtención de información que cubra los indicadores biofísicos se puede hablar en general de tres fuentes: observación directa, observación indirecta y modelación ambiental. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas, las cuales se detallarán a continuación.

La observación directa es resultado de una medición real *in situ* de ciertos parámetros ambientales y de la cual se abstrae una cantidad expresada en unidades físicas que relacionen la experiencia de una función del ecosistema con la presencia de un SE. La observación directa ocurre a través de procesos de medición, llenado de encuestas y cuestionarios, o monitoreo en puntos representativos del área de estudio; ejemplos de esto sería monitorear la profundidad de mantos acuíferos, entrevistar a gente en áreas rurales para conocer la cantidad de madera que usan como leña, o medir el área potencial de captación de agua al delinear el perímetro de un área verde con ayuda de un GPS. La observación directa es una manera adecuada de obtener información, sin embargo, a menudo es costosa y tardada, por lo que la segunda mejor opción, la observación indirecta, puede ser también conveniente.

La observación indirecta a menudo resulta en cantidades con unidades que son diferentes a las seleccionadas para un indicador determinado, pero que al ser procesadas o interpretadas otorgan una idea aproximada sobre el proceso o función que pretenden indicar. Este tipo de mediciones requiere de suposiciones y ajustes, que se aceptan en pro de lograr un entendimiento más o menos completo sin tener que utilizar tantos recursos o tiempo para la obtención de la información. Ejemplos de este tipo de mediciones son el NDVI (índice normalizado de vegetación) para procesos de fotosíntesis, las toneladas de maíz para la provisión de alimento en un área, o el número de estufas de leña en una comunidad para el uso de madera como combustible. Una ventaja adicional del uso de fuentes indirectas es que mucha de esta información es generada de manera cíclica por agencias de estadísticas gubernamentales, aunque en caso de que la fuente no sea confiable esto también podría ser visto como una desventaja.

La modelación de parámetros biofísicos es una opción viable cuando no se cuenta con información suficiente o esta no es accesible para llevar a cabo una cuantificación directa o indirecta. Un modelo sirve además para extrapolar valores faltantes entre mediciones o valorar escenarios de provisión de SE. Los SE de regulación son difíciles de medir, por lo que muchas veces la modelación es la única forma en que se puede estimar la ocurrencia de estos; por ejemplo, para el estudio del servicio de prevención de erosión es posible cuantificar los daños por erosión de manera directa *in situ*, sin embargo, para estimar cuánta erosión puede prevenirse si existe una cobertura vegetal determinada, la única opción es el uso de un modelo matemático.

3.3 CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE SE

El propósito de la cuantificación económica es el mismo que el que persigue la cuantificación biofísica: entender y comunicar el beneficio que reciben las poblaciones humanas del uso de las funciones y

estructuras del ecosistema; la diferencia es que la cuantificación económica mide dicho beneficio en términos de dinero. El dinero, como unidad de medida, presenta la ventaja de que es fácil de entender y traducir a distintos países, culturas y servicios.

De acuerdo con la teoría económica, en un mercado desregulado el valor de un bien o servicio se encuentra en el cruce entre las curvas de oferta y demanda; la oferta depende del costo de producción, mientras que la demanda depende de la utilidad o beneficio obtenido a partir de dicho servicio. Si el beneficiario recibe un servicio a un precio menor que aquel que estaría dispuesto a pagar, está recibiendo un superávit o excedente, y así en una curva de oferta/demanda de SE el área bajo la curva de oferta, pero por encima del precio de mantener dicho servicio, se considera un beneficio neto para el usuario (Figura 3-1). Es importante notar que los SE no dependen de la cantidad de oferta que exista en el mercado, sino de la provisión de los mismos de parte de cada ecosistema, lo que varía de acuerdo con factores como el uso de suelo, la conectividad de los ecosistemas o las decisiones de gestión ambiental tomadas en el sitio (Correa Restrepo, 2002; Costanza y col., 1997).

Las curvas de oferta y demanda para la provisión de un servicio ecosistémico, entonces, siguen la forma de una curva con pendiente negativa para la demanda, ya que entre más se pueda disfrutar de un servicio, la disponibilidad a pagar por el mismo va disminuyendo; por otro lado, la curva de oferta es una línea vertical, lo que representa, de acuerdo con Costanza y col. (1997), la inelasticidad de la oferta puesto que la producción de los SE no varía con el tiempo en un ecosistema estable.

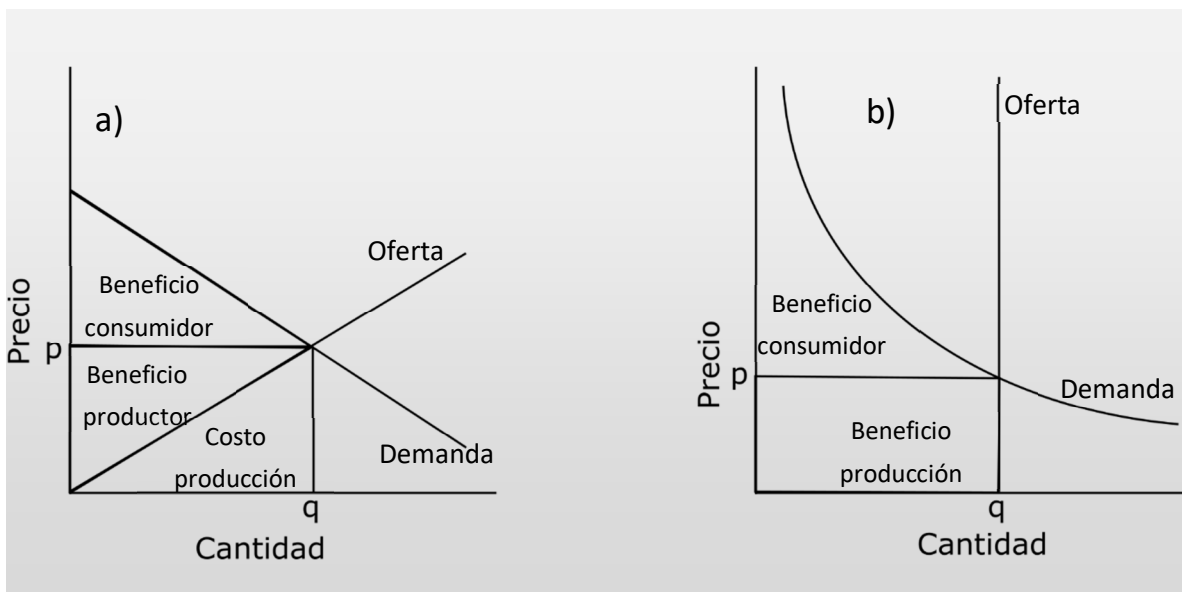


Figura3-1. Curvas de oferta y demanda para a) un bien o servicio y b) un servicio ecosistémico. Basado en Costanza y col. (1997)

Para cuantificar un SE de manera económica se considera el Valor Económico Total (VET) del mismo; el VET representa la integración de distintas fuentes de valor utilitario para un bien o servicio, considera dentro de sí la valoración de uso y no uso para un servicio. El valor de uso puede ser entendido como aquel

que se deriva de la extracción o utilización de un recurso, de beneficios derivados de la extracción de recursos, o el valor que tiene el almacenamiento de un bien para su uso posterior. El valor de no uso representa la importancia de saber que un recurso no será utilizado en el presente ni en el futuro, y que dicha conservación será bien valorada ya sea por otros hoy, en el futuro, o bien por seres no-humanos que puedan aprovechar el no-uso de parte del humano.

Al igual que en el caso de la cuantificación biofísica, la valoración económica puede deberse a fuentes directas o indirectas, siendo la investigación de valoraciones directas normalmente más cara y tardada, pero también más exacta y adecuada al caso en particular en que se esté aplicando. Por otra parte, la valoración indirecta depende de información que ya haya sido creada para estudios anteriores y que sea transferible, bajo una serie de supuestos, a un nuevo caso de estudio; la valoración indirecta es por lo mismo más rápida y fácil de llevar a cabo, sin embargo, conlleva un nivel mayor de incertidumbre que debe ser justificado y subsanado con supuestos de aplicabilidad y traslación adecuados. En la Tabla 3-2 se presentan algunos ejemplos de métodos de valoración económica junto con sus características.

Tabla 3-2. Ejemplos de métodos de valoración económica y sus aplicaciones. Basada en Brander y Crossman (2017).

Método	Aplicación
Valoración directa	
Precio hedónico	Estimar la influencia que tiene la presencia de factores ambientales (principalmente estéticos) en la valoración económica de un bien o servicio en el mercado.
Costo del daño evitado	Determinar los ahorros que se tienen al contar con un servicio ecosistémico que permita evitar una afectación a la población humana.
Valoración contingente	Fijar el valor económico de un SE a través del uso de encuestas en las que se pregunte a la gente el precio máximo que estarían dispuestos a pagar por dicho servicio.
Valoración indirecta	
Transferencia del valor unitario	Seleccionar valores provenientes de un estudio de valoración directa que puedan ser aplicables al caso de estudio en cuestión, tropicalizar ⁴ dichos valores y ajustar para las condiciones geográficas/económicas del nuevo caso de estudio.

⁴ El verbo tropicalizar refiere a la necesaria adaptación de productos o servicios para cubrir las necesidades culturales de los usuarios de diferentes regiones. En este caso se aplica la adaptación no para cubrir necesidades culturales sino para representar las variaciones presentes en diferentes ecosistemas, lo que resultará en valores diferentes para los valores de provisión de SE.

Transferencia de la función de valor	Aplicar una función de valor de SE que haya sido determinada en un estudio anterior de manera directa, ajustar los valores o coeficientes correspondientes y determinar el valor de SE en el nuevo sitio de estudio.
--------------------------------------	--

3.4 LA INTEGRACIÓN GEOGRÁFICA EN LA VALORACIÓN DE SE

La presencia de SE está fuertemente ligada al lugar en que se evalúa, por ello no debe extrañar que una de las herramientas más usadas para la cuantificación de SE sea el uso de mapas, imágenes satelitales y croquis, además de modelos explícitamente espaciales en los cuales se retrata la distribución, fuentes, sumideros y flujos de SE determinados. La elaboración de mapas, del mismo modo que los indicadores mencionados con anterioridad, dependerá de la finalidad y público objetivo para el que se están elaborando: un mapa diseñado para incidir en la conformación de una política pública tiene que ser claro y conciso, sin abundar en detalles, para ser entendido por los tomadores de decisiones correspondientes, mientras que un mapa elaborado a lo largo de un proyecto de investigación requerirá de mucho más detalle aún si esto implica sacrificar la claridad del mismo en favor de la compilación de información.

Una de las principales ventajas de trabajar con mapas es la facilidad en la obtención de la información, siempre con reserva de los objetivos con los que se está trabajando. Hoy en día, los gobiernos de muchos países ofrecen libre acceso a información geográfica abarcando sus fronteras y con diferentes finalidades. En México, por ejemplo, el INEGI está encargado de recopilar, editar y publicar diferentes compendios de información y con varios niveles de complejidad, desde el Mapa Digital de México (INEGI, 2018) hasta las colecciones cartográficas a escala 1:250,000.

El Mapa Digital de México es una aplicación web de fácil acceso que presenta la oportunidad de revisar información social, económica y ambiental a escala país esto es, con poco detalle, pero la utilidad suficiente como para explicar el contexto geográfico de nuestro país. Por otra parte, las colecciones de cartas topográficas abarcan con bastante más detalle el territorio nacional indicando localidades, carreteras, cuerpos de agua y hasta la ubicación de panteones, en un trabajo que toma varios años y que es continuamente actualizado.

Los mapas oficiales son una herramienta valiosa en el estudio de SE ya que facilitan el trabajo de los investigadores al proveerles información directa de parte de una institución imparcial, como lo es INEGI, que puede ser utilizada a sabiendas de que se cuenta con un respaldo de confiabilidad, precisión y actualidad.

Las agencias espaciales de países como Estados Unidos, Japón, o la Unión Europea, han desarrollado y lanzado satélites con el propósito de monitorear el estado de la Tierra desde el espacio, esto se hace principalmente al “hacer fotos” de la superficie terrestre por medio de sensores fotométricos que registran

la luz solar al ser reflejada por la Tierra en diferentes longitudes de onda, debido a los distintos colores, texturas y componentes de la misma. La información proporcionada por algunos de estos satélites es compartida al público en general, aunque con un enfoque más bien científico, con el objetivo de promover el desarrollo de conocimiento al dotar a universidades e investigadores de material de consulta amplio, actualizado, imparcial y accesible (USGS, 2018).

Existen diversas herramientas de teledetección que se han adaptado para realizar evaluaciones sobre el estado de los ecosistemas y sus SE. Una de las primeras fue el desarrollo del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) que utiliza la intensidad de la luz reflejada en determinadas bandas del espectro electromagnético para determinar la presencia de vegetación saludable en tierra, lo cual se presenta como proxy para estimar el potencial de provisión de SE relacionados con la presencia de plantas como son la provisión de alimentos o la absorción de CO₂, así como el cambio en la cobertura de suelo, generalmente disminuyendo la cantidad de áreas proveedoras de SE (Costanza y col., 1997; Paruelo y col., 2016). También se han usado sensores Lidar que utilizan la luz de un haz de láser para medir la distancia entre el sensor y su objetivo, información que puede emplearse para mostrar la distribución y crecimiento de un área cubierta por vegetación con gran detalle.

En años recientes se ha visto un incremento en la cantidad de estudios que incluyen una dimensión geográfica basada en la participación comunitaria para la descripción del área de interés, se le conoce comúnmente como Participación Pública en SIG (PPGIS en inglés) o SIG Participativo (PGIS en inglés) y utiliza métodos espacialmente explícitos para capturar la percepción o conocimiento de una población acerca del área en que vive, de modo que a través de encuestas, cuestionarios o talleres se realiza una valoración socio-cultural de la presencia de SE y su influencia sobre la población que los disfruta. Una de las principales ventajas de los mapas participativos de SE es su capacidad para capturar y reflejar el valor intrínseco o abstracto que el ecosistema tiene para la gente y que puede ser difícil de presentar con otros tipos de mapeo, es por ello que el mapeo participativo se ha vuelto una herramienta común en la valoración de SE culturales (Brown & Fagerholm, 2015; Fagerholm & Palomo, 2017).

3.5 CONCLUSIÓN AL CAPÍTULO SOBRE EPISTEMOLOGÍA Y SU ADENDA.

Conjuntando las ideas del capítulo principal junto con esta adenda se aprecia la participación del concepto de servicios ecosistémicos dentro de una ecología de saberes (Santos, 2010, pp. 50–56), dentro de la cual coexisten un cuerpo de literatura académica que respalda la cuantificación económica, biofísica o geográfica, junto con un paradigma emergente para el que la consideración de la relación humano-naturaleza debe ser central en la discusión.

Si bien, tal como lo propone el esquema de la cascada de Haines-Young y Potschin (2010) (ver Capítulo 1, esta tesis), esta relación humano-naturaleza es fundamental para el desarrollo del concepto de servicios ecosistémicos, la ciencia moderna tiende a enfocar sus esfuerzos hacia el desarrollo de nuevo

conocimiento de manera disciplinaria, y con ello olvidar las interacciones y relaciones. Por ello es importante el remarcar y señalar la necesidad de la multi o interdisciplina, en lo que Santos llama el conocimiento posabismal (Santos, 2010, pp. 48–50), cambiar el enfoque disciplinario que dicta objetos y sujetos, hacia un enfoque plural que involucre al sujeto con el objeto que está conociendo, esto es, al humano con el ambiente que está aprovechando y del que depende para satisfacer sus necesidades de bienes y servicios.

BIBLIOGRAFÍA

- Brander, L. M., & Crossman, N. D. (2017). Economic quantification. En B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services* (1a ed., pp. 115–125). Sofia: Pensoft Publishers. Recuperado a partir de <http://books.pensoft.net/book/13161/mapping-ecosystem-services>
- Brown, G., & Fagerholm, N. (2015). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services*, *13*, 119–133. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007>
- Correa Restrepo, F. J. (2002). Valoración económica de servicios ambientales en el Valle de Aburra. *Semestre económico*, *5*(9). Recuperado a partir de <https://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2163/servlet/articulo?codigo=5248664>
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, *387*(6630), 253–260. <http://doi.org/10.1038/387253a0>
- Fagerholm, N., & Palomo, I. (2017). Participatory GIS approaches for mapping ecosystem services. En B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services* (1a ed., pp. 218–222). Sofia: Pensoft Publishers. Recuperado a partir de <http://books.pensoft.net/book/13161/mapping-ecosystem-services>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology*, 110–139. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>
- INEGI. (2018, mayo 31). Mapa Digital de México [Aplicación web]. Recuperado el 31 de mayo de 2018, a partir de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- Paruelo, J. M., Teixeira, M., Staiano, L., Mastrángelo, M., Amdan, L., & Gallego, F. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. *Ecological Indicators*, *71*, 145–154. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.054>
- Santos, B. de S. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder* (1a ed.). Montevideo, Uruguay: Ediciones Trilce; Extensión universitaria. Universidad de la República. <http://doi.org/10.1111/dech.12026>
- USGS. (2018, mayo 8). About us. Recuperado el 31 de mayo de 2018, a partir de <https://remotesensing.usgs.gov/about.php>
- Vihervaara, P., Mononen, L., Santos, F., Adamescu, M., Cazacu, C., Luque, S., ... Maes, J. (2017). Biophysical quantification. En B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services* (1a ed., pp. 95–103). Sofia: Pensoft Publishers. Recuperado a partir de <http://books.pensoft.net/book/13161/mapping-ecosystem-services>

4. Implicaciones del cambio de uso de suelo a la provisión de servicios ecosistémicos en San José Chiapa, México.

4.1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas son sistemas complejos, una colección de elementos relacionados a través de interacciones dinámicas (Enger & Smith, 2010, p. 94) que incluyen factores bióticos y abióticos, los cuales se influyen mutuamente, desarrollando los procesos que dan forma y sustento a los servicios ecosistémicos (SE): los beneficios que obtiene el humano de las estructuras y funciones del ecosistema (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Explorando esta idea más a fondo, el humano necesita del ambiente para aprovechar los SE que este le brinda, y entonces se aprecia una relación de definición: un SE no puede ser considerado tal si no existe un humano que lo aproveche. El concepto de SE es, por lo tanto, netamente humano en términos epistemológicos, y como tal debe ser estudiado con un enfoque de manejo y conservación humano (Sanchez-Porras, Silva-Gómez, & Pérez Avilés, 2015).

Un ecosistema en condiciones naturales desarrolla las interacciones necesarias para el adecuado flujo de SE. Una de las principales causas de variación en dichas condiciones de provisión es el cambio de uso de suelo, a través del cual, el humano altera las estructuras naturales de un lugar para adecuarlas a tipos de aprovechamiento específicos, que cubran sus necesidades reales o deseadas (Alvarado Cardona, Reynoso Pérez, & Martínez Rodríguez, 2011). Así, el componente humano refleja la relación “fuente / sumidero” de las funciones y estructuras del ecosistema, como una relación “oferta / demanda” al hablar de SE (Burkhard, Kroll, Müller, & Windhorst, 2009; Egoh y col., 2008; Nedkov & Burkhard, 2012; Troy & Wilson, 2006; Villa, Bagstad, Johnson, & Voigt, 2011). El régimen de SE engloba la comparación entre la oferta y la demanda de los mismos, y depende de la geografía física y humana en cada región particular (Burkhard, Kroll, Nedkov, & Müller, 2012, p. 22).

Este texto presenta parte de una investigación hecha en los alrededores de San José Chiapa, una pequeña comunidad rural, que en 2013 fue seleccionada por una empresa automotriz alemana como la sede para su nueva planta de ensamblaje, un proyecto que a largo plazo dará empleo a más de veinte mil personas (Comunicación Audi México, 2015). Se ha establecido, además un desarrollo urbano completamente nuevo, llamado Ciudad Modelo, cuya población planeada superará en al menos un orden de magnitud a las comunidades vecinas y establecidas hoy en día. Las consecuencias de un incremento poblacional a tal escala, en la vecindad de San José Chiapa, que cuenta con cerca de ocho mil habitantes (INEGI, 2010a)⁵,

⁵ INEGI es el acrónimo para Instituto Nacional de Estadística y Geografía, un organismo autónomo encargado de captar y difundir información estadística y geográfica en México.

no tienen precedente en esta zona. Por ello, presentamos una caracterización regional en términos del crecimiento poblacional, así como la prospectiva de variación en la provisión de SE debidos a la transformación en el uso y cobertura de suelo (UCS).

Dos preguntas de investigación guían esta investigación:

¿Qué relevancia tienen los cambios demográficos para la provisión de SE?, y

¿Cómo se presenta el régimen de SE en la región durante y después de la industrialización?

Este artículo de investigación tiene la siguiente estructura: primero, desde un enfoque de cuenca se describe el pueblo de San José Chiapa, así como la región circundante en la cual se espera que la planta armadora tenga repercusiones económicas, sociales y ambientales, enfatizando la descripción del ecosistema en la región. A continuación, se presenta un estudio demográfico, en el que se aborda el cambio en UCS, así como los efectos sociales y económicos de este proyecto. En la tercera sección se aborda la determinación del régimen de SE en la región de estudio. Por último, se discuten los resultados en términos de escenarios posibles para la región de estudio y se proponen líneas de acción que operen bajo estos resultados.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de San José Chiapa se localiza en el estado de Puebla, al centro de la República Mexicana, dentro de la subcuenca RH18Ah Laguna de Totolcingo en la cuenca del Río Atoyac (INEGI, 2010b), en una amplia planicie ubicada entre los volcanes Malintzin y Citlaltepétl, como puede apreciarse en la Figura 4-1. El centro de la localidad tiene como coordenadas 19°14'32.25" Norte y 97°46'10.19" Oeste, a una altitud aproximada de 2350 msnm. Al sur de dicha ubicación se encuentra "el llano", una extensión de casi ocho kilómetros cuadrados de pastizal halófilo. De acuerdo con la información de INEGI (2014), esta área no puede ser utilizada para agricultura o ganadería debido a la salinidad característica del suelo, que no permite el correcto desarrollo de dichas actividades. Este terreno se encuentra en la parte más baja de la subcuenca, factor de importancia ambiental pues es el punto de drenaje de las aguas de escorrentía en la región. La Figura 4-2 presenta los UCS de la región de acuerdo a información de INEGI (2014).

Para este estudio se considera un área de estudio extendida, siguiendo los límites de división política se seleccionaron catorce municipios dentro del valle formado por los volcanes antes mencionados, así como por los cerros de San Gabriel y Tlaxoxolo al norte, y una serie de elevaciones que forman parte de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico (INEGI, 2007a, 2007b). Esta área se encuentra dentro de una cuenca endorreica conocida como los Llanos de San Juan, Cuenca Cerrada de Oriental, o Región del Seco, en donde el flujo del agua ocurre principalmente debido a variaciones en el nivel del manto freático (Saldaña Munive, 2011, pp. 34–35).

La propuesta de considerar los límites políticos, dentro de la delimitación de la cuenca, se hace para recalcar la importancia de las relaciones humano-ambiente en la región. Así, los municipios considerados son: Aljojuca, Mazapiltepec de Juárez, Nopalucan, Oriental, Rafael Lara Grajales, San José Chiapa, San Nicolás Buenos Aires, San Salvador el Seco, y Soltepec en el estado de Puebla, además de Atltzayanca, Cuapiaxtla, El Carmen Tequexquitla, Ixtenco, y Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos en el estado de Tlaxcala. El área que abarcan en total es 168,438 hectáreas, de las cuales 123,456ha son parte de Puebla y las 44,982ha restantes pertenecen a Tlaxcala.

Localización del área de estudio

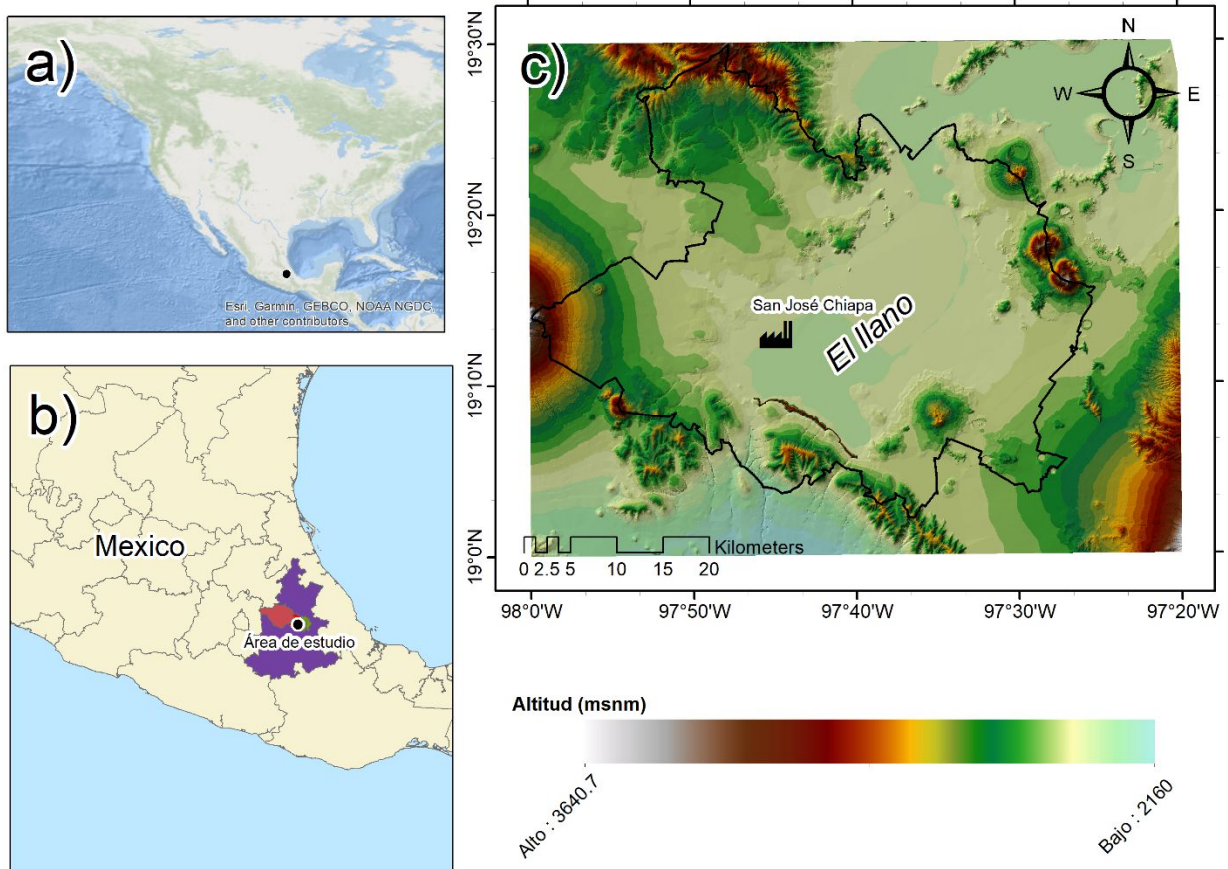


Figura 4-1. Localización del área de estudio en relación a: a) Norteamérica, b) la región centro de México, y c) la parte más baja de la cuenca, el llano en San José Chiapa. Con información de INEGI (2014) y Esri (2018).

El clima en la región es predominantemente Templado Subhúmedo con precipitaciones en verano, excepto por la parte noreste que presenta clima Cálido Semiseco o Muy Cálido (INEGI, 2016b, 2016c; Saldaña Munive, 2011). Es posible, sin embargo, encontrar también una pequeña área con clima Frío de Alta Montaña, correspondiente a elevaciones de mayor altitud en el municipio de Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos y que es parte del volcán Malintzin. En cuanto a la edafología, si bien el llano presenta

Phaeozems, el tipo de suelo predominante es el Regosol. Ambas clases son usadas extensivamente para desarrollar actividades de agricultura de temporal y ganadería cuando hay pastizales disponibles.

Información demográfica y geográfica

La cantidad de gente que habita un área determinada es relevante para entender la demanda de SE ya que típicamente el crecimiento poblacional demandará de espacio para formar asentamientos, así como de la provisión de alimentos, aire limpio, y áreas de esparcimiento, lo que conlleva a un necesario cambio de UCS. Para analizar los cambios poblacionales por los que ha pasado la región de estudio, se consultaron los Censos Generales de Población (INEGI, 2016a), información disponible para el público en general que es desarrollada cada diez años por el INEGI desde el año 1930. Los censos contemplados para este estudio abarcan de 1960 a 2010, considerando así cincuenta años de información detallada a nivel municipal. Esta información fue procesada con el software Microsoft Excel 2013 para determinar las tendencias de crecimiento poblacional en las comunidades dentro del área de estudio.

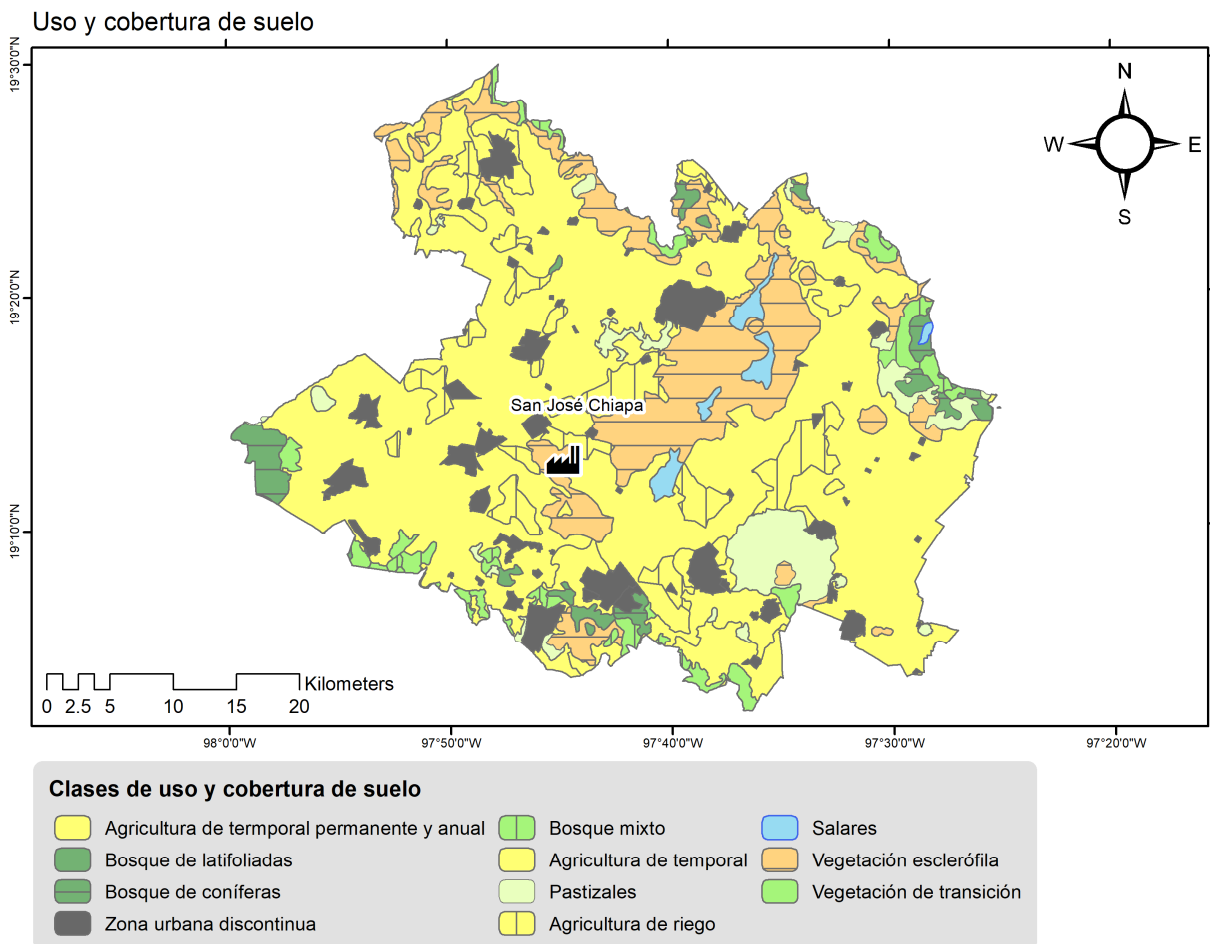


Figura 4-2. Mapa de uso y cobertura de suelo en los municipios alrededor de San José Chiapa. Elaboración propia con información de INEGI (2013).

La información geográfica proviene de las bases de datos de INEGI, principalmente de las cartas topográficas (INEGI, 2014) y la de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2013), con el objetivo de determinar las diferencias en altitud, así como la diversidad de UCS presentes en la región. La información fue procesada con el software ArcGIS 10.3, con lo que se designó una subcuenca de estudio alrededor del municipio de San José Chiapa. Se revisó la información hidrográfica disponible en las cartas de INEGI, pero no se encontraron corrientes de agua superficial permanentes y relevantes en la zona de estudio; adicional a esto, no se encontró información referente a agua subterránea para los estados de Puebla o Tlaxcala, por lo que la hidrología en la región no se considera dentro de esta investigación.

Determinación de la presencia de SE

Como un primer acercamiento al área de estudio y la provisión de SE, se realizó una serie de salidas de campo mensualmente durante un año, para identificar funciones y flujos de las estructuras del ecosistema local. Previo a la primera salida se establecieron diez puntos de observación distribuidos a lo largo de las principales carreteras en la región para usarse como puntos de evaluación de las transformaciones físicas que fueran visibles desde el camino. Adicionalmente se hicieron fotografías desde cuatro de estos puntos para comparar el desarrollo del complejo industrial y la comunidad de San José Chiapa.

Para identificar la provisión potencial de SE de acuerdo al UCS se usó la matriz de evaluación desarrollada por Burkhard y col. (2014). La idea base para esta herramienta es un consenso de expertos⁶ sobre el tema de SE, a quienes se pidió examinaran una lista de UCS a los que había que asignar un valor de cero a cinco para representar el nivel de provisión potencial para cada SE de los listados en la documentación del Millennium Ecosystem Assessment (2005). Una de las principales ventajas de usar este método es que permite la posibilidad de dar una referencia geográfica a la provisión y demanda de SE. Una posible desventaja es que la matriz de evaluación fue creada con un enfoque en ecosistemas europeos, y dado que la provisión de algunos SE depende de condiciones determinadas en parte por factores como latitud o altitud, la matriz se encontraría limitada a dicho marco de referencia. Sin embargo, la matriz de evaluación ha sido usada en países fuera de Europa, como Nepal o Argentina (Tamang, 2011; Weyland, Barral, & Laterra, 2017) mostrando buenos resultados.

Otra limitante que tiene este método es el carácter estático de las matrices en términos de dinámicas espacio-temporales (Burkhard y col., 2014; Hou, Burkhard, & Müller, 2013; Villa, Ceroni, Bagstad, Johnson, & Krivov, 2009). Para mitigar esta desventaja ante un proyecto de cambio de UCS, se desarrolló un nuevo conjunto de matrices, que comparan la provisión y demanda de los UCS actuales con aquellos en los que se pueden transformar, para presentar numéricamente el estado final potencial tanto para oferta como demanda de SE. Después de desarrollar estas matrices, se expandió el ejercicio al restar ambas con el fin

⁶ Un experto, explican Campagne y Roche (2018), es una persona con un extenso conocimiento sobre un área de estudio determinada, debido a experiencias como la investigación, trabajo de campo, o ser un stakeholder al respecto, y que puede proporcionar una conjetura fundamentada acerca del tema sobre el que se le está preguntando.

de calcular una matriz de balance final que indica como mejora o se deteriora cada SE, a partir de diferentes transformaciones de UCS.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento poblacional y urbano

INEGI establece que la diferencia entre una comunidad rural y una comunidad urbana está en el límite de los 2,500 habitantes, y como tal, la región de estudio se presenta como un área eminentemente urbana con localidades que sobrepasan de esta cifra en al menos once de los catorce municipios considerados. La región tiende hacia la urbanización debido al constante crecimiento de la población. Aún en los municipios Oriental y Zitlatltepec de Trinidad Sánchez Santos, con localidades designadas como rurales, el crecimiento poblacional se encamina a la urbanización a través del establecimiento de asentamientos periféricos que rodean las cabeceras municipales.

La densidad de población es en general baja, si se compara con las grandes urbes que existen en México. La densidad promedio ha aumentado de sesenta y ocho habitantes por kilómetro cuadrado en 1960, hasta llegar a los ciento sesenta y cuatro habitantes por kilómetro cuadrado en 2010. Es importante hacer dos aclaraciones (1) estos promedios se calcularon considerando las áreas totales de cada municipio ya que no se cuenta con información detallada a nivel de localidad, y (2) el promedio considera la población de Rafael Lara Grajales, que es uno de los municipios con más gente y, por mucho, el menos espacioso, con una densidad poblacional de novecientos diecisiete habitantes por kilómetro cuadrado lo cual sesga los resultados de este promedio. El aumento constante de la densidad poblacional confirma la idea de que una gran parte de las localidades consideradas como rurales en el censo de población, son asentamientos periféricos que tienden a la urbanización en el corto plazo.

Si bien es importante considerar los cambios en cuanto al tamaño de población, para este estudio también es importante tomar en cuenta la transformación que habrá en las características socioeconómicas de esta población. Como se aprecia en la Figura 4-3, la población económicamente activa se concentra en el sector primario, teniendo este grupo un comportamiento más bien estable en términos de cantidades absolutas; sin embargo, a medida que pasa el tiempo, se ve un incremento en la proporción que ocupa la participación del sector terciario, una tendencia que no parece que vaya a detenerse después de la industrialización en la región, y que se revisará más adelante.

Este cambio en la estructura de la población modifica también la manera en que la gente percibe y usa los servicios ecosistémicos. Las sociedades rurales / semi-urbanas van transitando hacia características de poblaciones urbanas / industriales, las cuales usan más recursos de los disponibles en el área que ocupan, al tiempo que deponen más desechos de los que se pueden procesar de manera natural en dicho espacio (Rees, 1997). Como resultado de este proceso de urbanización, los sistemas de conocimiento de la población cambian, olvidando la presencia de espacios y ciclos naturales. Se requiere entonces de una

mayor cantidad de servicios ecosistémicos, pero se ofrece una menor contribución a las funciones y estructuras de la naturaleza, ya sea en forma de espacios abiertos o áreas con algún nivel de integridad ecológica. A final de cuentas, lo urbano está marcado por una fuerte dependencia de la importación de recursos y servicios naturales desde regiones adyacentes que, a medida que la urbanización se expande, quedarán cada vez más alejadas (Burkhard y col., 2014; Mayer, Kauppi, Angelstam, Zhang, & Tikka, 2005; Rees, 1997).

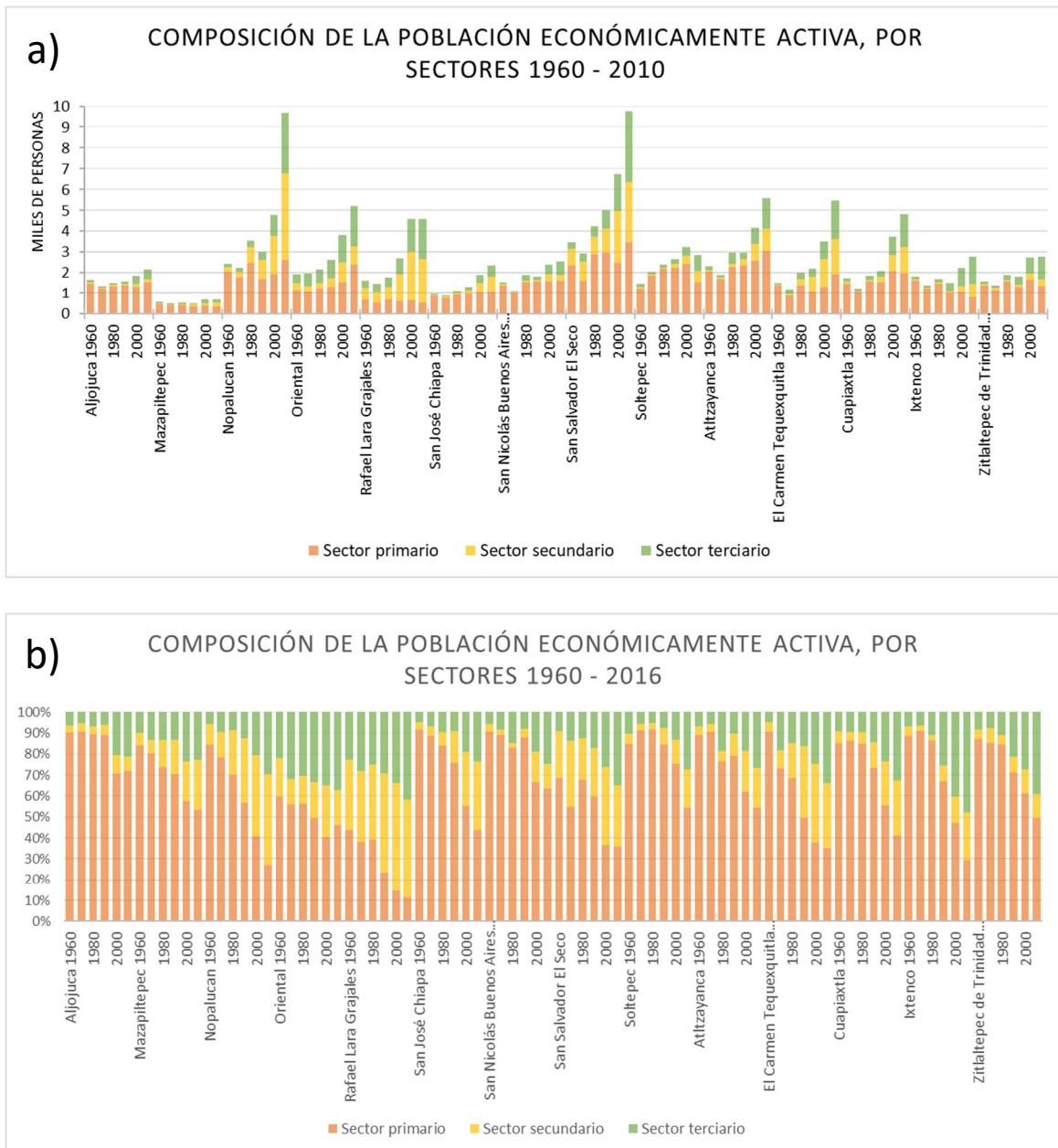


Figura 4-3. Composición de la población económicamente activa por sectores económicos (a) en valor absoluto, y (b) porcentual. Con información de INEGI (2016).

En la región aledaña a San José Chiapa hay una serie de cambios sucediendo de pronto y que, si bien hoy no se puede asegurar si el efecto neto de los mismos será positivo o negativo para la gente originaria de la región, lo cierto es que no puede ser ignorado. Las interacciones de la población con el proyecto de industrialización son necesarias y variadas a diferentes escalas, abarcando desde la oportunidad de negocio, al instalar un puesto de comida corrida o rentar un cuarto, hasta los casos de apropiación de tierras de gente viviendo en el extranjero (G. Hernández, 2016).

La primera consecuencia notable en la región fue el incremento en el valor de la tierra, desde el día del anuncio de los planes de instalación de la empresa automotriz, los precios del terreno por metro cuadrado se elevaron sin control (J. Castillo, 2014; Medina Ciriaco, Flores Lucero, & Milián Ávila, 2017, p. 52; Vega, 2014). La mayor parte del territorio en San José Chiapa se identificaba bajo el esquema ejidal, suponiendo una copropiedad de la tierra compartida por un grupo de campesinos organizados. Aprovechando la modificación al régimen de ejidos decretada en 1992, que los convierte copropiedad privada (Bojórquez & Villa, 2014, pp. 185–187), se dio en San José Chiapa un proceso de especulación en el cual los ejidatarios empezaron a vender sus partes correspondientes, desde antes de saber a quién o con que propósito se estaba vendiendo (Medina Ciriaco y col., 2017; Rueda Sánchez de la Vega, 2014).

Otra consecuencia inmediata al anuncio y que no pasó desapercibida para los lugareños fue el incremento en la población foránea que buscaba residir en San José Chiapa y las comunidades cercanas. En un principio se recibió con expectativa debido a la promesa de desarrollo económico que la industrialización traería a la región; los foráneos siguieron llegando en busca de oportunidades de trabajo desde cada rincón de México e incluso de otros países, diluyendo así la posibilidad de participar en los beneficios económicos entre una cantidad cada vez mayor de gente. Tiempo después, el grueso de la población y los recién llegados verían con desencanto como los empleos que estaban obteniendo no durarían más allá de la fase de construcción, ya que, para trabajar en las empresas que se están instalando en la región hacen falta habilidades y conocimientos especializados y que difieren de aquellos comúnmente encontrados en la vida rural (Aranzazu Ayala Martínez, 2015; J. Castillo, 2014; K. Castillo, 2015; Góchez, 2016; Vega, 2017).

Junto con los cambios ya mencionados, se aprecia también una reducción en la seguridad de la gente: no pasaron dos meses a partir de la instalación del primer cajero automático en San José Chiapa, cuando fue asaltado por primera vez, y no ha sido el único intento. Durante las fiestas patronales y ferias los municipios vecinos se “prestan” a sus agentes para prevenir disturbios en el orden público. Los asaltos y robos con violencia, prácticamente inexistentes en la región antes, se ven ahora con frecuencia (Aranzazu Ayala Martínez & Aroche, 2015; Camacho, 2013; J. Castillo, 2014; Jiménez, 2015; Puebla Noticias, 2016; Redacción, 2014). La sociedad entera, lugareños y foráneos, tendrá que encontrar la forma de adaptarse en el tiempo que dure la transición del entorno rural que acostumbraba a ser hacia el lugar pujante en que se espera transformar.

La industria en la región

Hasta antes del anuncio del proyecto de industrialización en San José Chiapa, la región no destacaba por su participación en el sector industrial. Durante años han existido empresas empacadoras de alimentos que dan trabajo a una gran parte de la población en Rafael Lara Grajales, con un legado que se ha ido expandiendo en municipios vecinos. Nopalucan, por ejemplo, ha estado siempre conectado con Rafael Lara Grajales y recientemente, con la construcción de una nueva carretera en 2015, ambos municipios reafirmaron su interdependencia. Existen también granjas bovinas y porcinas de escala industrial en la región, las cuales utilizan mucha agua para sus procesos, pero han sido parte de la economía local durante más de veinte años.

Hoy en día se espera que junto con el desarrollo de la industria en la región, se vaya dando un proceso de urbanización y que, terrenos actualmente dedicados a actividades de sector primario se reduzcan en tamaño, del mismo modo que la cantidad de gente trabajando en dicho sector va siendo cada vez menos (López, Bocco, Mendoza, Velázquez, & Aguirre-Rivera, 2006; Tobias, 2013; Velázquez y col., 2001). La participación en actividades de sector secundario se incrementará proporcionalmente con el aumento poblacional de foráneos que lleguen a trabajar para las nuevas compañías que se están instalando en la región (Almanza, 2016; Aranzazu Ayala Martínez, 2015; Fernández, 2016; Miranda, 2007); la población local tendrá dificultades para participar en el sector secundario debido a las condiciones rurales de la región que los limitan de la especialización que requiere este proyecto de industrialización (Torres, 2016). Una posibilidad más cercana a los nativos de esta zona está en el sector terciario, pudiendo evidenciarse actualmente con el aumento del número de restaurantes, tiendas de conveniencia y bares que se han abierto desde el anuncio oficial y mucho antes de que la planta industrial empezara a operar oficialmente (Aranzazu Ayala Martínez, 2015; K. Castillo, 2015; Góchez, 2016; Vega, 2017).

Si bien existe un trasfondo de uso de SE para cubrir necesidades de tipo industrial en la región, con el advenimiento del nuevo plan de industrialización, aumentará la demanda de estos. Dado el crecimiento poblacional que se espera para la región, es de vital importancia que se proyecte un plan de gestión y manejo adecuado para los recursos naturales que fomente un uso responsable y equitativo de los mismos hoy y en el futuro.

La presencia de servicios ecosistémicos

Para dotar a este estudio de una dimensión espacial se usó la matriz de evaluación desarrollada por Burkhard y col. (2014). Las Figuras 4-4, 4-5 y 4-6 ejemplifican el uso de esta herramienta al presentar mapas de oferta, demanda y régimen para un SE de regulación (recarga de acuíferos), uno de aprovisionamiento (cosecha) y uno cultural (estética del paisaje).

En las figuras 4-4 a 4-6 se aprecian las áreas que concentran un mayor potencial de oferta o demanda de SE, al tiempo que permite la comparación entre áreas con una demanda neta y aquellas que pueden potencialmente satisfacer estas necesidades por su excedente de provisión. Por ejemplo, en el mapa de

“recarga de acuíferos” se revela una demanda concentrada en áreas urbanas y de agricultura de riego, mientras que la oferta se distribuye, a un nivel de provisión menor, en las áreas de agricultura de temporal; así el régimen en la región está virtualmente balanceado en términos de áreas verdes y rojas. Por otra parte, el mapa de “estética del paisaje” presenta una concentración de demanda en las áreas urbanas, que al mismo tiempo ofertan dicho servicio, aunque a un nivel menor, haciendo que el mapa de régimen muestre un valor rojo (demanda), aunque en un grado inferior al que se muestra en el mapa de demanda.

En la categoría de SE de regulación, el servicio prevalente, de acuerdo con la matriz, es la regulación del clima local. En el estudio de Jenerette y col. (2007), realizado en condiciones similares a las que existen en San José Chiapa, se describe cómo grandes extensiones de terreno no urbanizadas permiten la ocurrencia de ciclos naturales sin, o casi sin, interrupciones, mientras que la urbanización acelerada afecta a los microclimas debido a la pérdida de vegetación, estos resultados coinciden con los valores de 2 a 5 de las columnas que representan la contribución de UCS “sin desarrollar” a la provisión de SE de regulación.

En el estudio de Nedkov y col. (2012) se explica cómo la provisión y demanda de algunos servicios como “regulación de flujos de agua” o “regulación de la erosión” dependen de características particulares de cada región, como el tipo de escurrimiento o la cantidad de precipitación anual. En el caso de la región de San José Chiapa el escurrimiento superficial es prácticamente inexistente y la precipitación no es abundante durante el año, así que estos SE se vuelven menos relevantes, por lo que los valores asignados en la matriz de evaluación deberían ser recalculados para reflejar este hecho.

Por otro lado, el servicio de “recarga de acuíferos” es de vital importancia para estas comunidades ya que la mayoría del agua usada por la gente de la zona viene de pozos públicos construidos y administrados por los gobiernos locales. Hay también concesiones que se hacen para que grupos de particulares, bien ejidatarios o empresas privadas, excaven sus propios pozos y satisfagan necesidades de volúmenes mayores de agua. En la matriz de evaluación, y en el mapa correspondiente, la provisión de este servicio está marcada como poco relevante a relevante (esto es, 1 a 2). Actualmente no existen acuerdos o compromisos de balance entre los usos público y privado para el agua, por lo que los casos de escasez de agua en la región se atribuyen al abuso en la extracción por parte de las industrias (Rappo Miguez, 2016; Serrano, 2017) aunque, de acuerdo con los registros del REPDA (CONAGUA, 2016) la mayor parte del volumen de agua concesionado en esta región está destinado a la agricultura.

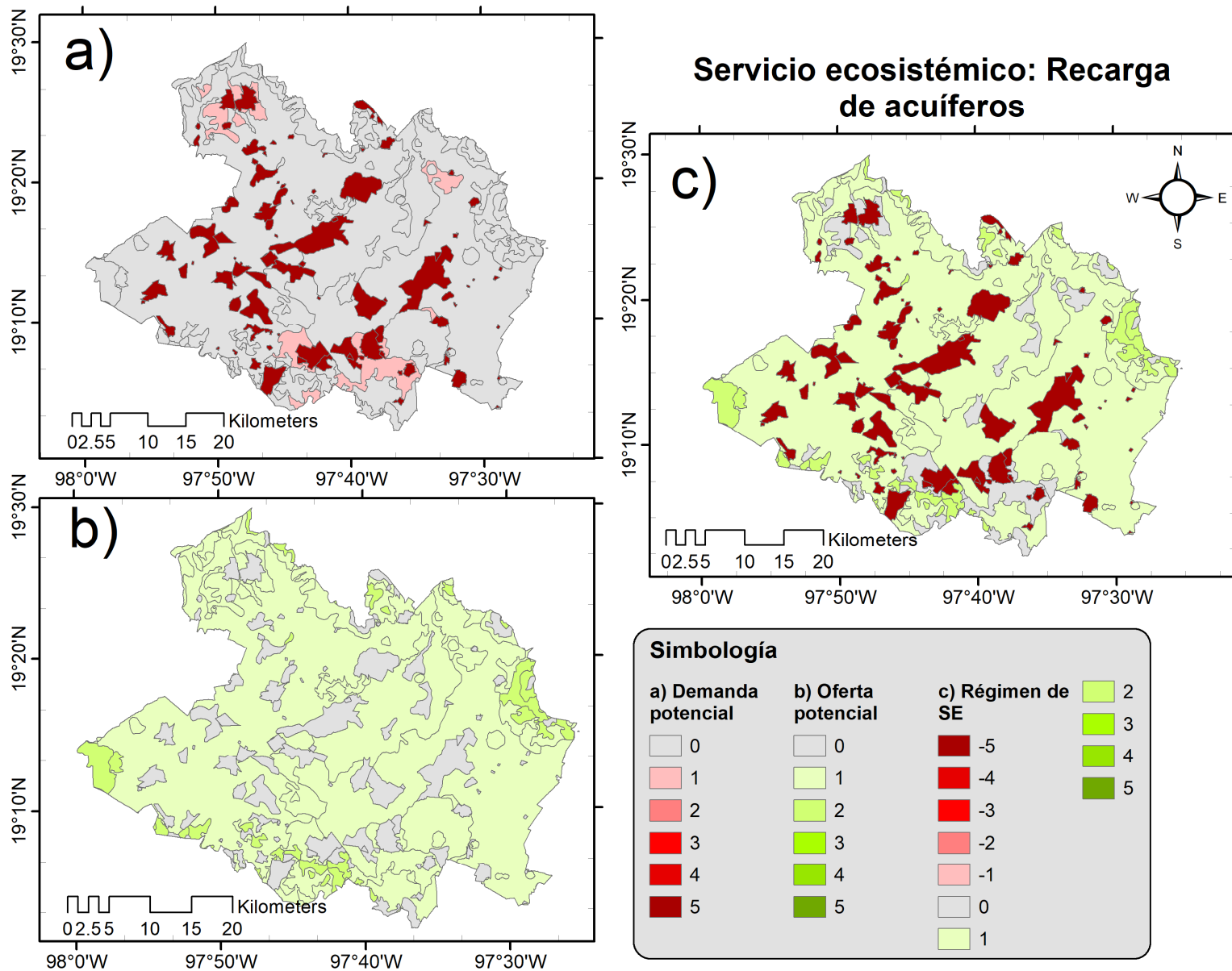


Figura 4-4. Mapas de evaluación de oferta, demanda y régimen de SE "recarga de acuíferos", según la metodología de la matriz de evaluación de SE (Burkhard y col. 2014).

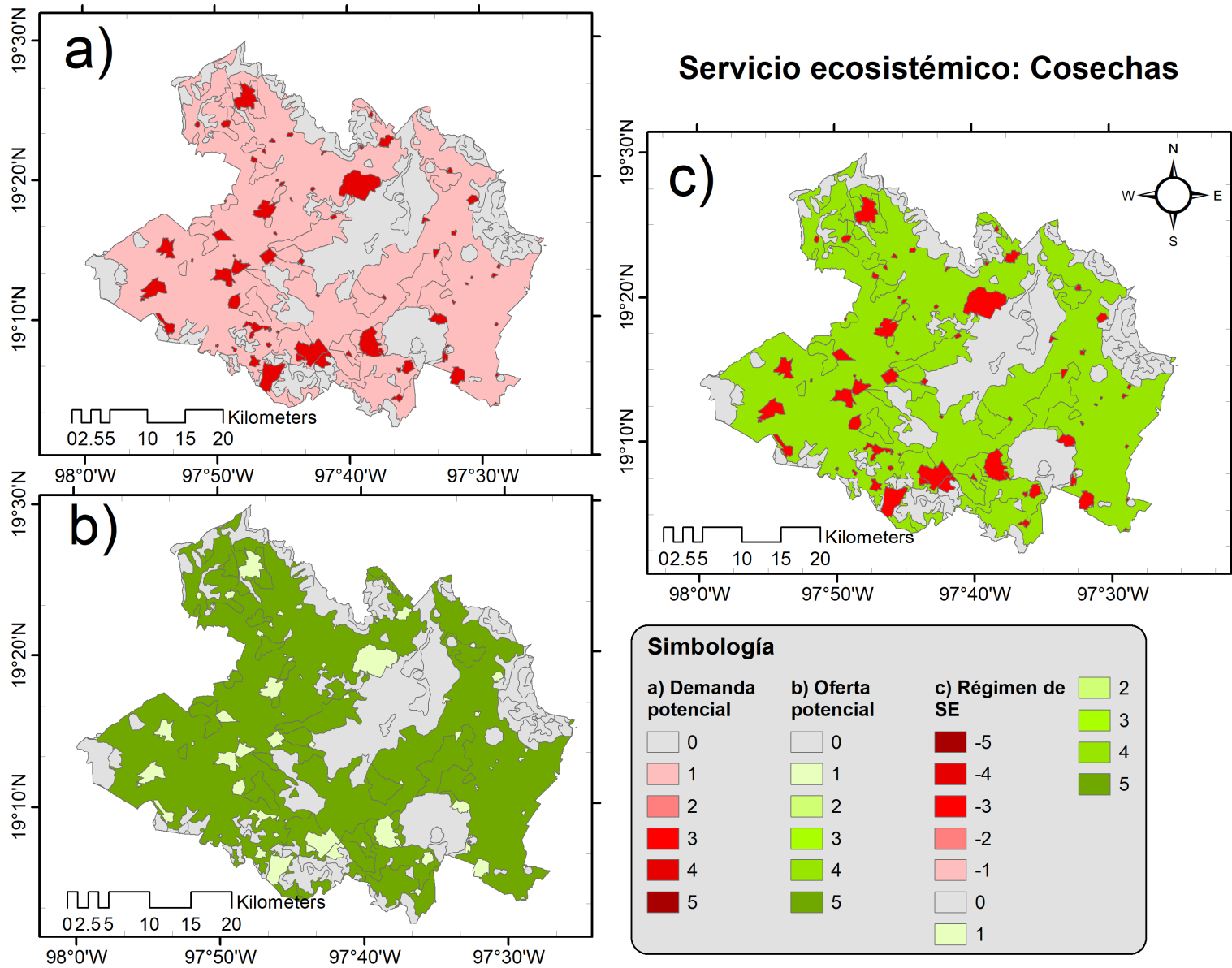


Figura 4-5. Mapas de evaluación de oferta, demanda y régimen de SE "cosechas", según la metodología de la matriz de evaluación de SE (Burkhard y col. 2014).

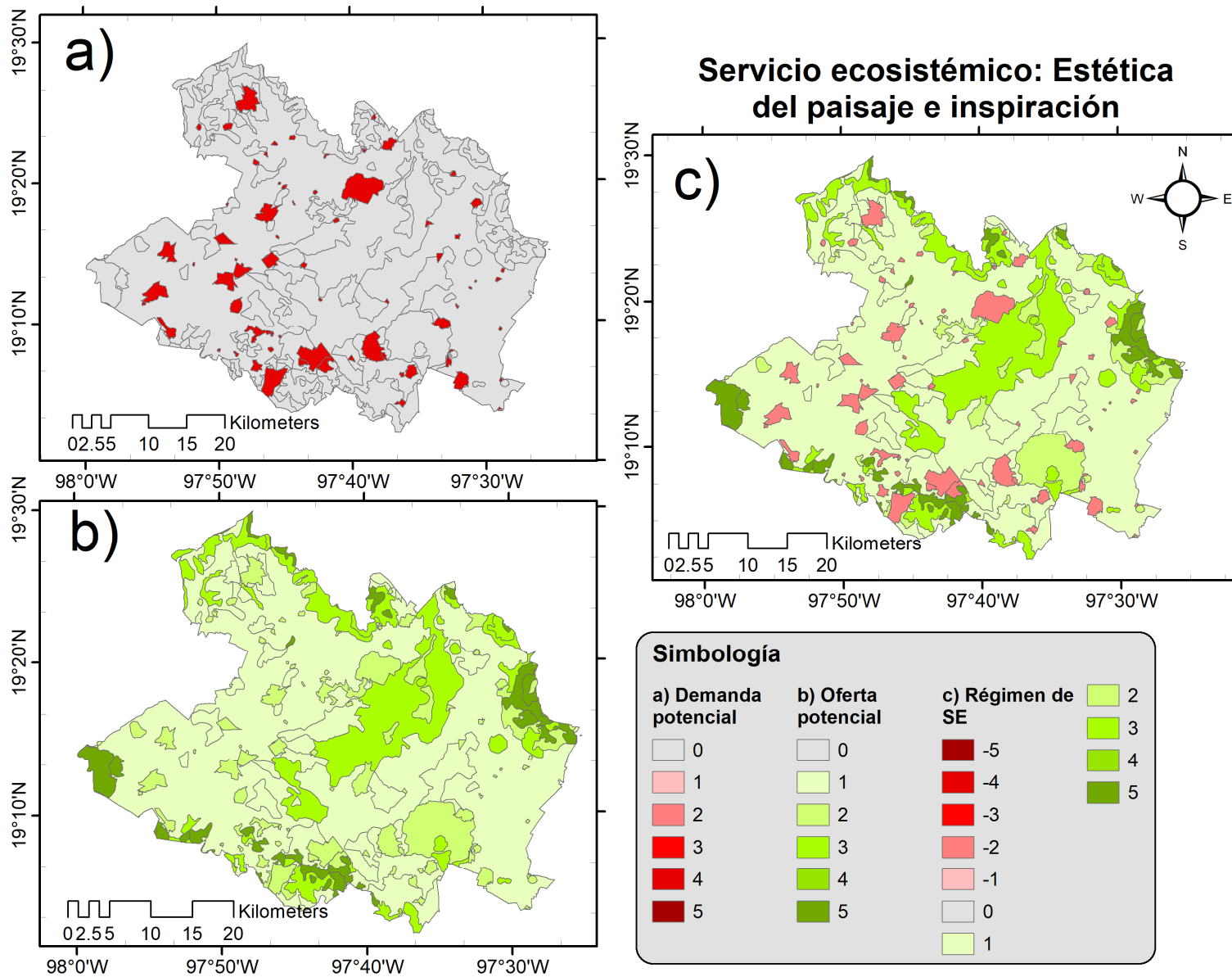


Figura 4-6. Mapas de evaluación de oferta, demanda y régimen de SE "estética del paisaje e inspiración", según la metodología de la matriz de evaluación de SE (Burkhard y col. 2014).

Los servicios de provisión son determinantes para la región de estudio ya que los UCS predominante, hasta ahora, son diferentes tipos de tierras de cultivo (esto es, potencial alto a muy alto para el SE cosechas), mezclados con terrenos de pastizal usados para el pastoreo de animales (esto es, potencial muy alto para el SE ganado), que se usan ya sea para autoconsumo o comercialización. El entorno rural también permite la extracción de madera para ser usada como combustible en casa, aunque es una práctica que se ve cada vez menos. En términos de agua como SE de aprovisionamiento, esto es agua para consumo humano, se percibe una disminución en la disponibilidad de lo que debería ser un recurso vital y accesible a todos, percepción explicada por el hecho de que esta no se distribuye de manera equitativa entre usos residenciales, agrícola, o industrial, lo que interfiere con una provisión adecuada de dicho SE para la población en general (Alcocer D., Escolero F., & Marín S., 2005; CONAGUA, 2016; Meléndez, 2017).

En la matriz de evaluación la presencia de SE culturales está fuertemente relacionada con paisajes naturales como bosques o cuerpos de agua, que conforman los UCS menos abundantes en la región de estudio. Durante las salidas de campo se detectó que hay muy pocos lugares que pueden ser considerados estéticos o atractivos con fines recreativos (N. Sánchez, 2015 Comunicación personal) (Sánchez Hernández, Teutli León, Hurtado Mireles, Saloma Cano, & Mendoza, 2016). En cuanto a diversidad natural, existen tres especies de ajolote reportadas como endémicas para la región de estudio (*Ambystoma taylori*, *A. velasci* y *A. leorae*), sin embargo, Alcocer y col. (2005), así como Yanes y col. (2011), reportan que dichas especies están en riesgo debido al grave impacto que les suponen la introducción de especies invasoras y el uso como parte de recetas culinarias o remedios de medicina tradicional.

Después de interpretar las matrices de oferta, demanda y régimen y trasladarlas a sus respectivos mapas, se desarrolló un nuevo conjunto de matrices en las que se compara la oferta y demanda potencial de un UCS con los mismos factores pero para un UCS diferente, consiguiendo así una matriz que muestra la dinámica de cambios de uso de suelo y que puede ser aprovechada para la región de estudio, en la que estos están a la orden del día. Las tendencias que marcan estas nuevas matrices no son sorprendentes: las áreas naturales que son transformadas en áreas manejadas pierden en provisión de SE, al tiempo que la demanda se incrementa. En el caso contrario, áreas tocadas por el humano que pudieran volver a un estado natural (p. e. por abandono o reforestación) incrementan su potencial de provisión de SE, mientras la demanda de los mismos disminuye. Las Tablas 4-1 a 4-3 ejemplifican la formación de las matrices de balance, se presentan las matrices para SE recarga de acuíferos, SE cosechas y SE estética del paisaje e inspiración.

La mayor parte del área de estudio está conformada por paisajes manejados (esto es, agricultura de temporal anual), los cuales se irán transformando poco a poco, debido al incremento poblacional, en áreas urbanas. Los cambios en estas áreas serán de disminución en la oferta de SE de aprovisionamiento, especialmente aquellos relacionados con un uso de suelo agrícola; del mismo modo, disminuirá la provisión de SE de regulación, ya que están fuertemente relacionados con los efectos de tener una cobertura vegetal continua sobre el suelo. En los párrafos siguientes se detallan estas afirmaciones.

Tabla 4-1. Matriz de cambio en provisión, demanda y balance para SE recarga de acuíferos.

Clave CORINE	Recarga de acuíferos / Provisión	Provisión											Demanda	Demanda											Balance	Balance												
		Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares		Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares		Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares		
1.1.2	Zona urbana discontinua	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	2	1.1.2	0	-5	0	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	1.1.2	0	6	0	5	6	6	7	7	7	7	5	7	
2.1.1	Agricultura de temporal	-1	0	-1	0	0	0	1	1	1	-1	1	2.1.1	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1.1	-6	0	-6	-1	0	0	1	1	1	1	-1	1
2.1.2	Agricultura de riego	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	2	2.1.2	0	-5	0	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	2.1.2	0	6	0	5	6	6	7	7	7	7	5	7
2.4.1	Agricultura de temporal permanente y annual	-1	0	-1	0	0	0	1	1	1	-1	1	2.4.1	4	-1	4	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2.4.1	-5	1	-5	0	1	1	2	2	2	2	0	2
2.3.1	Pastizales	-1	0	-1	0	0	0	1	1	1	-1	1	2.3.1	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3.1	-6	0	-6	-1	0	0	1	1	1	1	-1	1
3.2.3	Vegetación esclerófila	-1	0	-1	0	0	0	1	1	1	-1	1	3.2.3	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.3	-6	0	-6	-1	0	0	1	1	1	1	-1	1
3.1.1	Bosque de latifoliadas	-2	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	3.1.1	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.1	-7	-1	-7	-2	-1	-1	0	0	0	0	-2	0
3.1.2	Bosque de coníferas	-2	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	3.1.2	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.2	-7	-1	-7	-2	-1	-1	0	0	0	0	-2	0
3.1.3	Bosque mixto	-2	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	3.1.3	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.3	-7	-1	-7	-2	-1	-1	0	0	0	0	-2	0
3.2.4	Vegetación de transición	0	1	0	1	1	1	2	2	2	0	2	3.2.4	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.4	-5	1	-5	0	1	1	2	2	2	2	0	2
5.1.2	Salares	-2	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-2	0	5.1.2	5	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1.2	-7	-1	-7	-2	-1	-1	0	0	0	0	-2	0

Tabla 4-2. Matrices de cambio para la provisión, demanda y balance de SE cosechas.

Clave CORINE	Cosechas / Provisión	Provisión											Demanda											Balance												
		Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares	Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares	Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares		
1.1.2	Zona urbana discontinua	0	4	4	3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1.1.2	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	1.1.2	0	8	8	7	3	3	3	3	3	3	3
2.1.1	Agricultura de temporal	-4	0	0	-1	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	2.1.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1.1	-8	0	0	-1	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
2.1.2	Agricultura de riego	-4	0	0	-1	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	2.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1.2	-8	0	0	-1	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
2.4.1	Agricultura de temporal permanente y annual	-3	1	1	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	2.4.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4.1	-7	1	1	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
2.3.1	Pastizales	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	2.3.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3.1	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
3.2.3	Vegetación esclerófila	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3.2.3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.3	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
3.1.1	Bosque de latifoliadas	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3.1.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.1	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
3.1.2	Bosque de coníferas	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.2	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
3.1.3	Bosque mixto	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3.1.3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.3	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
3.2.4	Vegetación de transición	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3.2.4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.4	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0
5.1.2	Salares	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	5.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1.2	-3	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4-3. Matriz de cambio en la provisión, demanda y balance de SE estética del paisaje e inspiración.

Clave CORINE	Estética del paisaje e inspiración / Provisión	Provisión										Demanda	Balance																								
		Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición		Salares	Zona urbana discontinua	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales	Vegetación esclerófila	Bosque de latifoliadas	Bosque de coníferas	Bosque mixto	Vegetación de transición	Salares													
1.1.2	Zona urbana discontinua	0	-1	-1	-1	0	1	3	3	3	1	2	1.1.2	0	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	1.1.2	0	3	3	3	4	5	7	7	7	5	6	
2.1.1	Agricultura de temporal	1	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3	2.1.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1.1	-3	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3
2.1.2	Agricultura de riego	1	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3	2.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1.2	-3	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3
2.4.1	Agricultura de temporal permanente y annual	1	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3	2.4.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4.1	-3	0	0	0	1	2	4	4	4	2	3
2.3.1	Pastizales	0	-1	-1	-1	0	1	3	3	3	1	2	2.3.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3.1	-4	-1	-1	-1	0	1	3	3	3	1	2
3.2.3	Vegetación esclerófila	-1	-2	-2	-2	-1	0	2	2	2	0	1	3.2.3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.3	-5	-2	-2	-2	-1	0	2	2	2	0	1
3.1.1	Bosque de latifoliadas	-3	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1	3.1.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.1	-7	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1
3.1.2	Bosque de coníferas	-3	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1	3.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.2	-7	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1
3.1.3	Bosque mixto	-3	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1	3.1.3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1.3	-7	-4	-4	-4	-3	-2	0	0	0	-2	-1
3.2.4	Vegetación de transición	-1	-2	-2	-2	-1	0	2	2	2	0	1	3.2.4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2.4	-5	-2	-2	-2	-1	0	2	2	2	0	1
5.1.2	Salares	-2	-3	-3	-3	-2	-1	1	1	1	-1	0	5.1.2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1.2	-6	-3	-3	-3	-2	-1	1	1	1	-1	0

Por una parte, una amplia porción de “el llano” fue cubierta con las instalaciones de la planta de manufactura así como de la Ciudad Modelo; por otra, hay terrenos que anteriormente se caracterizaban por tener un uso agrícola y están siendo comprados por individuos y compañías privadas con fines residenciales o industriales (Campos, 2016; Sánchez, 2016; Tirzo Santos, 2017); la ausencia de planeación a largo plazo puede eliminar el potencial de provisión de SE de estos terrenos al tiempo que incrementa la demanda por los mismos, en una situación similar a la descrita por Mayer y col. (2005): el querer contar con los beneficios de áreas naturales y desarrolladas al mismo tiempo, en el mismo lugar sólo ejerce una presión adicional a un área diferente posiblemente lejana, por lo que es necesario encontrar una solución intermedia que permita disfrutar de los SE que proveen cada una de ellas.

El desarrollo y urbanización de nuevas áreas residenciales e industriales que remplazarán terrenos de agricultura y pastizales causará una disminución en la tasa de recarga de agua subterránea, a la vez que ocasionará un aumento en el escurrimiento superficial, como se describe en el estudio de Tang y col. (2005). Del mismo modo, Bhaduri y col. (2000) proponen un modelo que estima un incremento considerable en el escurrimiento superficial y una disminución en la carga de nutrientes que este lleva debido a la pérdida de terrenos agrícolas. Estos resultados coinciden con los valores que se muestran en las matrices de cambio y con la evidencia empírica reportada tanto en estudios académicos como en las noticias (Alcocer D. y col., 2005; Can-Chulim y col., 2011; Meléndez, 2017; Rappo Miguez, 2016; Serrano, 2017).

La cobertura vegetal es parte importante de las condiciones naturales que permiten la provisión de SE de regulación, incluyendo la generación de microclimas, captura de carbono y retención de agua, como se describe en el trabajo de Petter y col. (2013). Mientras que los estándares ambientales de la construcción de la planta de ensamblaje sugerirían una renovación responsable de la vegetación removida, aún está pendiente comprobar los resultados de sus trabajos de mitigación ante los impactos ambientales en que se incurrió en la región. Adicionalmente, la urbanización y sub-urbanización en la zona permitirán fácilmente la aparición del efecto-lujo, descrito por Hope y col. (2003): la llegada de nuevas especies de plantas y animales que ocuparán o crearán nichos ecológicos, amenazando la biodiversidad nativa e interfiriendo con la dinámica natural del ecosistema local.

4.4 CONCLUSIONES

La provisión de servicios ecosistémicos en la región de San José Chiapa está en riesgo de verse limitada debido al cambio en el uso del suelo, situación a la que los habitantes, tanto nativos como foráneos atraídos por el desarrollo industrial, tendrán que buscar la manera de adaptarse; al mismo tiempo, el incremento en el tamaño de la población resultará en un aumento a la demanda de servicios ecosistémicos, ante el cual se urge a tomadores de decisiones empezar a plantear estrategias y soluciones que ayuden a prevenir dificultades mayores en el futuro. El tamaño de la población y las condiciones naturales de la región pueden, en un futuro, dificultar el acceso a recursos y servicios naturales, al punto en que sea necesaria la importación de servicios para satisfacer las necesidades de la población, lo que a su vez aumentará la demanda de los mismos en regiones más alejadas. Este ciclo

de necesitar/usar/adquirir/expandir lleva la influencia de la industrialización, así como la urbanización consecuente, a una escala mayor de lo que refleja solamente el cambio de uso de suelo. Es recomendable coordinar esfuerzos entre los municipios vecinos para planear y adaptar el desarrollo regional hacia un objetivo común que beneficie a la gente viviendo y trabajando en esta región.

Es necesario promover el desarrollo de herramientas que ayuden a proponer una descripción precisa y adecuada del régimen de servicios ecosistémicos; por ejemplo, el diseño y aplicación de diseños matemáticos que presenten las condiciones en las que funciona el ecosistema y las comparen con escenarios o previsiones de cómo funcionará una vez que se haya desarrollado por completo un proyecto de industrialización en la zona de estudio. Estas herramientas pueden proveer de información puntual, relevante y útil para que los tomadores de decisiones encaucen el desarrollo de una región a favor de la mayoría.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcocer D., J., Escolero F., Ó. A., & Marín S., L. E. (2005). Problemática del agua de la cuenca oriental, estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala. En B. Jiménez & L. Marín (Eds.), *El agua en México vista desde la academia* (1a ed., pp. 57–77). Mexico D.F.: Academia Mexicana de Ciencias. Recuperado a partir de https://www.academia.edu/4584820/Problemática_del_agua_de_la_Cuenca_Oriental_estados_de_Puebla_Veracruz_y_Tlaxcala
- Almanza, E. (2016, septiembre 28). Planta de Audi detonaría infraestructura en San José Chiapa, prevén autoridades. *El financiero*. Recuperado a partir de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/planta-de-audi-detonaria-infraestructura-en-san-jose-chiapa-preven-autoridades.html>
- Alvarado Cardona, M., Reynoso Pérez, R., & Martínez Rodríguez, M. (2011). El cambio de uso de suelo y los impactos ambientales territoriales “Municipio de Tlaxco, Tlaxcala”. En M. del Roble Pensado Leglise (Ed.), *territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (1a ed., pp. 301–314). Mexico D.F.: Siglo XXI Editores.
- Ayala Martínez, A. (2015, agosto 16). Hasta ahora, la llegada de Audi a Chiapa es “la gloria y el infierno”. Recuperado el 18 de noviembre de 2016, a partir de <http://ladobe.com.mx/2015/08/hasta-ahora-la-llegada-de-audi-a-chiapa-es-la-gloria-y-el-infierno/>
- Ayala Martínez, A., & Aroche, E. (2015, noviembre 8). Crecen los delitos , pero no la presencia policial en San José Chiapa. *Lado B*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://ladobe.com.mx/2015/11/crecen-los-delitos-pero-no-la-presencia-policial-en-san-jose-chiapa/>
- Bhaduri, B., Harbor, J., Engel, B., & Grove, M. (2000). Assessing watershed-scale, long-term hydrologic impacts of land-use change using a GIS-NPS model. *Environmental Management*, 26(6), 643–658. <http://doi.org/10.1007/s002670010122>
- Bojórquez, J., & Villa, M. (2014). Expansión turística y acumulación por desposesión: el caso de Cabo San Lucas, Baja California Sur (México). *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 23(0121–215X), 179–202. <http://doi.org/https://doi.org/10.15446/rcdg.v23n2.43452>
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., & Müller, F. (2014). Ecosystem Service Potentials , Flows and Demands Quantification - Concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape Online*, 34, 1–32. <http://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes’ Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. *Landscape Online*, (15), 1–22. <http://doi.org/10.3097/LO.200915>

- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17–29. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Camacho, M. (2013, junio 10). Un trabajador muerto y tres asaltos deja ola de inseguridad en San José Chiapa. *La Jornada de Oriente*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de http://www.lajornadadeoriente.com.mx/noticia/puebla/un-trabajador-muerto-y-tres-asaltos-deja-ola-de-inseguridad-en-san-jose-chiapa_id_25473.html
- Campagne, C. S., & Roche, P. K. (2018). May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. *One Ecosystem*, 3, 24. <http://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24134>
- Campos, S. (2016, diciembre 13). Excavaciones de constructora provocan daños ecológicos en Ixtiyucan. *El Sol de Puebla*. Nopalucan, Puebla. Recuperado a partir de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/estado/excavaciones-de-constructora-provocan-danos-ecologicos-en-ixtiyucan-subalterno>
- Can-Chulim, Á., Ortega-Escobar, H. M., García-Calderón, N. E., Reyes-Ortigoza, A. L., González-Hernández, V. A., & Flores-Román, D. (2011). Origen y calidad del agua subterránea en la cuenca Oriental de México. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 189–200. Recuperado a partir de www.chapingo.mx/terra/download.php?file=completo&id=MjkyMTg5
- Castillo, J. (2014, abril 11). Audi se devora a San José Chiapa. *Intolerancia Diario*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de http://intoleranciadiario.com/detalle_noticia/118910/especiales/audi-se-devora-a-san-jose-chiapa
- Castillo, K. (2015, agosto 26). Truenan pobladores de San José Chiapa ante falta de empleo en obras de Audi. *Centro Online*. Recuperado a partir de www.centronline.mx/contenido//2015/08/26/25531/truena-san-jose-chiapa-ante-falta-de-empleo-en-obras-de-audi
- Comunicación Audi México. (2015, agosto 19). Audi México comprometido con sus proveedores para el inicio de producción. *Audi Media Info*, pp. 1–2. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de http://www.audi.com.mx/mx/brand/es2/audi-en-mexico/media-center/noticias/150819_audi-mexico-comprometido-con-sus-proveedores.html
- CONAGUA. (2016). Consulta a la base de datos del REPDA. Recuperado el 15 de abril de 2017, a partir de <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>
- Egoh, B., Reyers, B., Rouget, M., Richardson, D. M., Le Maitre, D. C., & van Jaarsveld, A. S. (2008). Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127(1–2), 135–140. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2008.03.013>
- Enger, E. D., & Smith, B. F. (2010). *Environmental science: A study of interrelationships* (12a ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Esri, GEBCO, NOAA, Garmin, HERE, & other contributors. (2018, marzo 28). World Ocean Base. Recuperado el 20 de junio de 2018, a partir de https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Ocean/World_Ocean_Base/MapServer
- Fernández, K. (2016, abril 29). Se instalarán ocho empresas en el parque industrial AUDI. *Diario Cambio*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://www.diariocambio.com.mx/2016/zoon?politikon/item/11082?se?instalaran?ocho?empresas?en?el?parque?industrial?audi>
- Góchez, G. (2016, septiembre 25). Brilla Ciudad Modelo de Audi pero pobreza aún cobija a San José Chiapa. *MunicipiosPuebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://municipiospuebla.mx/nota/2016-09-25/san-jos-chiapa/brilla-ciudad-modelo-de-audi-pero-pobreza-a-n-cobija-san-jos-chiapa>

- Hernández, G. (2016, mayo 11). Protegen autoridades a empresario poblano que acaparó terrenos en zona de Audi - Proceso. *Proceso.com.mx*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://www.proceso.com.mx/440333/protegen-autoridades-a-empresario-poblano-acaparo-terrenos-en-zona-audi>
- Hope, D., Gries, C., Zhu, W., Fagan, W. F., Redman, C. L., Grimm, N. B., ... Kinzig, A. (2003). Socioeconomics drive urban plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(15), 8788–8792. http://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_21
- Hou, Y., Burkhard, B., & Müller, F. (2013). Uncertainties in landscape analysis and ecosystem service assessment. *Journal of environmental management*, 127 Suppl, S117-31. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.002>
- INEGI. (2007a). Mapa de elevaciones principales Puebla. Recuperado el 20 de enero de 2016, a partir de <http://web.archive.org/web/20070714211846/http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/pue/eleva.cfm>
- INEGI. (2007b). Mapa de elevaciones principales Tlaxcala. Recuperado el 20 de enero de 2016, a partir de <http://web.archive.org/web/20070714213942/http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/tlax/eleva.cfm>
- INEGI. (2010a). Población total. Recuperado el 8 de febrero de 2016, a partir de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=21128>
- INEGI. (2010b). Red Hidrográfica 1:50,000 edición 2.0. Cartas topográficas. Recuperado a partir de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/regiones_hidrograficas.aspx
- INEGI. (2013). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie V (Capa Unión). *Recursos naturales*. Land use / land cover map, INEGI. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccnat/usosuelo/>
- INEGI. (2014). Conjuntos topográficos 1:50,000. Cartas topográficas. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>
- INEGI. (2016a). Censos y conteos de población y vivienda. Recuperado el 12 de marzo de 2016, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/>
- INEGI. (2016b). Clima Puebla. Recuperado el 20 de enero de 2016, a partir de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21>
- INEGI. (2016c). Clima Tlaxcala. Recuperado el 20 de enero de 2016, a partir de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/clima.aspx?tema=me&e=29>
- Jenerette, G. D., Harlan, S. L., Brazel, A., Jones, N., Larsen, L., & Stefanov, W. L. (2007). Regional relationships between surface temperature, vegetation, and human settlement in a rapidly urbanizing ecosystem. *Landscape Ecology*, 22(3), 353–365. <http://doi.org/10.1007/s10980-006-9032-z>
- Jiménez, D. (2015, noviembre 22). Comando golpea a policías e intenta robarse cajero en Chiapa. Recuperado el 9 de septiembre de 2016, a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2015-11-22/seguridad/fracasa-comando-al-intentar-robar-cajero-automatico-en-san-jose-chiapa>
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A., & Aguirre-Rivera, J. R. (2006). Peasant emigration and land-use change at the watershed level : A GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems*, 90, 62–78. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.11.001>
- Mayer, A. L., Kauppi, P. E., Angelstam, P. K., Zhang, Y., & Tikka, P. M. (2005). Importing timber, exporting ecological impact. *Science*, 308(5720), 359–360. <http://doi.org/10.1126/science.1109476>

- Medina Ciriaco, S., Flores Lucero, M. de L., & Milián Ávila, G. M. (2017). Acumulación por desposesión, el caso de la empresa Audi en San José Chiapa, México. *Revista de Urbanismo*, 36, 44–62. <http://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.44778> 1
- Meléndez, D. (2017, junio 20). Audi acabó con el suministro de agua de cinco municipios, acusan pobladores. *Diario Cambio*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://www.diariocambio.com.mx/2017/secciones/metropolis/item/13589-audi-acabo-con-el-suministro-de-agua-de-cinco-municipios-acusan-pobladores>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. (J. Sarukhán, A. Whyte, & MA Board of Review Editors, Eds.). Washington, D.C.: Island Press. <http://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México. *Contaduría y Administración*, (221), 211–248.
- Nedkov, S., & Burkhard, B. (2012). Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators*, 21, 67–79. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.022>
- Petter, M., Mooney, S., Maynard, S. M., Davidson, A., Cox, M., & Horosak, I. (2013). A Methodology to Map Ecosystem Functions to Support Ecosystem. *Ecology and Society*, 18(1), 31. <http://doi.org/10.5751/ES-05260-180131>
- Puebla Noticias. (2016, junio 17). En San José Chiapa , la Policía Estatal Preventiva aseguró a 2 sujetos por posesión ilegal de un arma. Recuperado el 14 de julio de 2016, a partir de <http://pueblanoticias.com.mx/noticia/en-san-jose-chiapa-la-policia-estatal-preventiva-aseguro-a-2-sujetos-por-posesion-ilegal-de-un-arma-87341/>
- Rappo Miguez, S. (2016, abril 1). La Cuenca de Libres-Oriental y las disputas por el agua. *La Jornada de Oriente*. Recuperado a partir de <http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2016/04/01/la-cuenca-de-libres-oriental-y-las-disputas-por-el-agua/>
- Redacción. (2014, junio 24). Asegura SSP a probable responsable del homicidio de un Policía Municipal de Lara Grajales. Recuperado el 28 de septiembre de 2016, a partir de <http://www.oronoticias.com.mx/nota/124830/Asegura-SSP-a-probable-responsable-del-homicidio-de-un-Policia-Municipal-de-Lara-Grajales>
- Rees, W. E. (1997). Urban ecosystems : the human dimension. *Urban Ecosystems*, 1, 63–75. <http://doi.org/10.1023/A:1014380105620>
- Rueda Sánchez de la Vega, J. A. (2014). *La batalla por Audi: una planta automotriz premium a cambio de 8 mil millones de pesos*. Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. Recuperado a partir de <http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/458/128227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saldaña Munive, J. A. (2011). Medio físico. En *La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado* (1a ed., pp. 27–45). Puebla, Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Sánchez, G. (2016, diciembre 8). Construcción de Audi ocasiona daños en tierras de Chiapa y Nopalucan. *MunicipiosPuebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://municipiospuebla.mx/nota/2016-12-08/san-jos-chiapa/construcci-n-de-audi-ocasiona-da-os-en-tierras-de-chiapa-y-nopalucan>
- Sánchez Hernández, A. A., Teutli León, M., Hurtado Mireles, M., Saloma Cano, M. de los Á., & Mendoza, P. E. (2016). Status of the issue of the region of San José Chiapa, Puebla, Mexico, before the arrival of AUDI. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 641–650. <http://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.056>
- Sanchez-Porras, A., Silva-Gómez, S. E., & Pérez Avilés, R. (2015). Los servicios ambientales ante un cambio de paradigma. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 6(14), 35–45.

<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Serrano, M. (2017, mayo 3). Denuncian desabasto de agua en San José Chiapa. *MunicipiosPuebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://municipiospuebla.mx/nota/2017-05-03/san-jos-chiapa/denuncian-desabasto-de-agua-en-san-jos-chiapa>
- Tamang, B. (2011). *An assessment of ecosystem services of the Everest Region, Nepal*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Recuperado a partir de <https://d-nb.info/1012668231/34>
- Tang, Z., Engel, B. A., Pijanowski, B. C., & Lim, K. J. (2005). Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. *Journal of Environmental Management*, 76(1), 35–45. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.01.006>
- Tirzo Santos, I. (2017, julio 16). Del socavón Express, al socavón ambiental. *Milenio*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de http://www.milenio.com/firmas/ivan_tirzo_santos/socavon-paso_express-aldesa_construcciones-sct_18_994280618.html
- Tobias, S. (2013). Preserving ecosystem services in urban regions: Challenges for planning and best practice examples from Switzerland. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 9(2), 243–251. <http://doi.org/10.1002/ieam.1392>
- Torres, M. (2016). Pobladores de San José Chiapa advierten sobre el riesgo de violencia de no ser contratados por AUDI. *Puebla 3.0*, 2015–2017. Recuperado a partir de <http://pueblatrespuntocero.com/archivos/6310>
- Troy, A., & Wilson, M. a. (2006). Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics*, 60(2), 435–449. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.04.007>
- Vega, C. (2014, noviembre 25). Comprar predios podría quebrar a especuladores en Chiapa. *e-consulta.com*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://e-consulta.com/medios-externos/2014-11-25/comprar-predios-podria-quebrar-especuladores-en-chiapa>
- Vega, C. (2017, junio 12). Audi no llevó el progreso a San José Chiapa: pobladores. *El Sol de Puebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/audi-no-llevo-el-progreso-a-san-jose-chiapa-pobladores>
- Velázquez, A., Mas, J. F., Díaz-Gallegos, J. R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., ... Palacio, J. L. (2001). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, (62), 21–37.
- Villa, F., Bagstad, K., Johnson, G., & Voigt, B. (2011). Scientific instruments for climate change adaptation : estimating and optimizing the efficiency of ecosystem service provision. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 11(1), 83–98. Recuperado a partir de <http://recyt.fecyt.es/index.php/ECAGRN/article/view/14536/9111>
- Villa, F., Ceroni, M., Bagstad, K., Johnson, G., & Krivov, S. (2009). ARIES (Artificial Intelligence for Ecosystem Services): a new tool for ecosystem services assessment , planning , and valuation . En *11Th annual BIOECON conference on economic instruments to enhance the conservation and sustainable use of biodiversity, conference proceedings*. (Vol. 11, pp. 1–10). Venice, Italy. Recuperado a partir de [https://learning.conservation.org/SouthAmericaEcosystemServices/Documents/ES Articles and Documents/2009 Villa y col. ARIES - BioEcon 2009.pdf](https://learning.conservation.org/SouthAmericaEcosystemServices/Documents/ES%20Articles%20and%20Documents/2009%20Villa%20y%20col.%20ARIES%20-%20BioEcon%202009.pdf)
- Weyland, F., Barral, M. P., & Larterra, P. (2017). Assessing the relationship between ecosystem functions and services: Importance of local ecological conditions. *Ecological Indicators*, 81(July 2016), 201–213. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.062>
- Yanes Gómez, G., Castañeda Hernández, C., Gutiérrez Mayén, G., & Villar Salaza, C. (2011). Amenazas a la biodiversidad. En *La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado* (1a ed., pp. 285–310). Puebla, Mexico: Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla,

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

5. La vida en historias

5.1 INTRODUCCIÓN

En el año 2013 de parte de la empresa automotriz Audi y el gobierno de la República Mexicana se hizo, de manera conjunta, el anuncio de los planes de instalar una planta de manufactura en la cabecera municipal de San José Chiapa, una localidad que en 2010 tenía 4,821 habitantes. El municipio ocupa 144 kilómetros cuadrados y, en 2010, contaba con 8,087 habitantes, por lo que se tiene una densidad baja, de 45.68 habitantes por kilómetro cuadrado.

Climáticamente, San José Chiapa está dividido en dos partes, INEGI (2016a) reporta al suroeste del municipio una caracterización semihúmeda a templada, mientras que en la mitad noreste se presentan particularidades de un clima seco a semiseco. Correspondiente con esta división climática se aprecia una diferente ocupación del territorio, por un lado, abundando la agricultura de riego, con algunos relictos de agricultura de temporal, mientras que en el resto del territorio lo que prima son los pastizales usados para la alimentación de ganado bovino, principalmente. Es importante mencionar como los pastizales se usan poco debido a la salinidad del suelo, lo que provoca que la vegetación, esclerófila, no sea la ideal para los animales.

El municipio de San José Chiapa se ubica en una planicie al sur de las lagunas de Totolcingo y Alchichica que conforman la parte más baja de la subcuenca endorreica Libres-Oriental. La subcuenca está conformada por material poroso permeable, por lo que prácticamente no existen corrientes de agua superficial; el agua naturalmente se infiltra y drena hacia esta parte baja, en donde se concentran cantidades cada vez mayores de sales y minerales, tornando al suelo en salado y poco apto para actividades ganaderas. Estando en la planicie debido a la poca diferencia en altitud y a la escasez de vegetación en la región se presentan fuertes vientos que forman torbellinos y tolvaneras que mueven polvo y material particulado.

Si bien San José Chiapa no destacaba por ser un polo de desarrollo industrial, su vecino directo al oeste, Rafael Lara Grajales, cuenta con algunas plantas ya establecidas, como Empacadora San Marcos y La Morena, ambas empresas de envasado de alimentos, además de ser un punto de desarrollo económico al que recurre gente de los municipios vecinos para hacer intercambios comerciales no solo durante los días de tianguis, sino en todo el año y que es herencia directa del origen del pueblo como estación de paso para el ferrocarril en la línea que conecta el puerto de Veracruz con la Ciudad de México. La ciudad de Rafael Lara Grajales es un punto estratégico para el desarrollo económico y social en la región, ya por su desarrollo industrial, así como por la vocación comercial de los habitantes.

Después del anuncio de Audi, la vida en ambos municipios cambió, primero de manera muy brusca, cuando llegó gente desde distintos puntos del país buscando una oportunidad laboral en la Audi, oportunidad que muchos consiguieron en la fase de construcción de las naves industriales. A partir de

ese momento la gente de las localidades vecinas se acostumbraron poco a poco a los cambios que ocurrían y que a la fecha caracterizan la vida acelerada que se ve en la región.

Ante los cambios ocurridos desde la fecha del anuncio de Audi y hasta finales de 2017, en esta investigación se responde a la pregunta ¿Qué repercusiones sociales y económicas tiene la introducción de un proyecto de desarrollo industrial automotriz en una región agrícola, como lo es San José Chiapa y sus vecindades?

5.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información directa

La Historia de Vida es un método de investigación cualitativo, como tal los datos generados a partir de esta son principalmente descripciones: palabras habladas o escritas, conductas y contextos, todo explicado desde la perspectiva propia del protagonista (Ramírez, 2011). Al ser método cualitativo se le da relevancia a la información subjetiva que provee el interlocutor, sin embargo, esto no exime que dicha información sea analizada por el investigador de manera objetiva siguiendo una metodología para la revisión y publicación. Como explica Sandoval Casilimas (1996) el principal instrumento del que se vale la Historia de Vida es la entrevista individual en profundidad.

Con el fin de poder establecer un parámetro de cambio entre la región de estudio antes y después de la instalación de Audi se hizo necesario plantear una metodología que permitiera describir las condiciones de la región al comenzar este proyecto de investigación. Así, para conocer la región de estudio y el contexto de la gente que la habita de manera directa, se planeó realizar una Historia de Vida con sus correspondientes visitas.

La elaboración de la Historia de Vida requiere de la realización de varias sesiones de diálogo con la misma persona (o personas), comenzando con una entrevista muy abierta y que no sesgue el primer relato. A partir de este acercamiento se continuó con entrevistas enfocadas a temáticas específicas y que cubrieron los objetivos de la investigación (S.E. Silva Gómez, comunicación personal, diciembre de 2014); se plantearon una serie de temas relacionados con la historia e identidad de la región y a partir de los que se formó un contexto para ser comparado con el resultado de la transformación a punto de suceder. En la Tabla 5-1 se presentan los temas que se cubrieron en las distintas visitas, agrupados en dimensiones de modo que se aprecie el enfoque de sustentabilidad del proyecto.

Tabla 5-1. Temáticas abordadas durante la realización de las Historias de Vida.

Dimensión ambiental	Dimensión económica / institucional	Dimensión social / cultural
Aspectos geográficos	Estructuras sociales	Demografía
Medio ambiente	Política	Tradiciones
Aprovechamiento de recursos naturales	Vías de comunicación	Haciendas
	Economía	Relaciones a nivel país

Catani (1990) hace la precisión de que el sujeto a entrevistar, el sujeto de estudio, no puede ser visto como un informante sino como un interlocutor ante el cual se presenta el reto de mantener la objetividad de la investigación y no dejarse llevar por factores humanos de simpatía o empatía hacia el mismo. También menciona la diferencia subyacente entre la aplicación del método en dos vías distintas: entrevistarse con varias personas durante tiempos fijos y establecidos, o bien entrevistarse con pocas personas (o solo una incluso) pero sin límite de tiempo.

El llevar a cabo una serie de entrevistas con varias personas y siguiendo una guía de entrevista previamente establecido por una parte protege al investigador de las interacciones directas con el informante, y además se presenta como un acercamiento al rigor estadístico que exige el método científico. Por contraste, la entrevista a profundidad con pocos interlocutores deja al investigador desarmado “sin la protección personal y científica, que puede ofrecer la subordinación de las relaciones interindividuales a la abstracción de un interrogatorio formal”, sin embargo, lleva también a un mayor entendimiento y compenetración con el interlocutor, lo cual resulta en un despliegue mayor de información que, de todas maneras, debe ser objetivado mediante la contrastación con el marco conceptual que guía la investigación, esto es, con los objetivos del proyecto.

Taylor y Bogdan (1992) proponen la existencia de una guía de la entrevista para asegurar que se cubren los temas generales con cada entrevistado, así como para mantener una secuencia en trabajos de investigación extensos, como el que aquí se trata. Si bien esta guía existe para enfocar las visitas, no está exenta de modificaciones que vayan adecuando la experiencia que se tiene con los interlocutores, además de que es posible profundizar en temas que muestren relevancia para el informante.

Siguiendo la recomendación de varios autores (Ramírez, 2011; Sandoval Casilimas, 1996; Taylor & Bogdan, 1992) las entrevistas hechas durante la elaboración de la Historia de Vida fueron registradas con la ayuda de una grabadora de voz; a continuación, siguiendo a Taylor y Bogdan, se hicieron anotaciones con respecto a la “sustancia de la entrevista con lo captado de primera mano por el investigador”, para después completar la información con aquella que se recogió de la grabación. La transcripción se hizo lo más pronto posible después de cada entrevista, de modo que los detalles e impresiones estuvieran frescos (Sandoval Casilimas, 1996).

Para este estudio en particular la Historia de Vida como tal se ejecutó cubriendo entrevistas individuales en profundidad comenzando el acercamiento con una entrevista de carácter muy abierto a partir de una presentación y una primera pregunta amplia que sirvió como base para que en la investigación posterior se profundizara en detalles (Sandoval Casilimas, 1996). Se planeó una serie de doce visitas a interlocutores de San José Chiapa y alguna comunidad vecina con el fin de realizar un control cruzado de la información. Las características deseadas para los interlocutores es que fuera una persona de edad avanzada (esto es, mayor de 60 años), oriunda del lugar en donde se le entrevista, que pudiera escuchar y platicar sin dificultad, además de que tuviera tiempo para recibir visitas una vez al mes.

En un principio se consideró buscar entrevistar a tres personas, sin embargo, después de la primera visita, dadas las características particulares de los primeros dos entrevistados y el tiempo que toma la visita a estos, se decidió limitar el estudio a dos entrevistados. Spradley (1979; citado en Taylor & Bogdan, 1992) dice que el entrevistado debe poseer una inculturación completa, esto es, que no pueda ya pensar en la cultura en que está inmerso, sino que reaccione desde la cotidianidad del día a día.

Se buscó un primer contacto preguntando en las presidencias municipales si habría personas que cumplieran con las características deseadas para ser parte del estudio, con lo que se consiguieron dos nombres: Don N. S. en San José Chiapa, y Don T. C. en Rafael Lara Grajales. Como apuntan Taylor y Bogdan (1992) la selección de los interlocutores puede desarrollar un efecto de “bola de nieve” a partir del cual contactar con más gente a medida que se van realizando las entrevistas. Este es el caso del interlocutor en la comunidad de Rafael Lara Grajales ya que, si bien Don T. C. se nota cansado y duerme hasta bien entrado el día, el acercamiento que se tuvo con él llevó a realizar entrevistas a profundidad con algunos de sus hijos, en particular dos de ellas que normalmente están en casa cuidando al papá y pasaron a ser las principales interlocutoras en las sesiones realizadas en Lara Grajales.

Fuentes de información indirecta

La obtención de información a partir de fuentes directas con la Historia de Vida se complementa con información de fuentes indirectas la cual proviene principalmente de noticias de periódicos, así como bibliografía que se recopiló porque hace referencia a la región de estudio.

Para el seguimiento de las noticias se estableció una alerta en Google, función que permite estar al tanto de las notas de actualidad que reportan los periódicos en línea. En la página de Alertas Google se establecen criterios de búsqueda que se comparan con los contenidos de sitios de noticias, blogs, libros, foros, etc., y cuando coinciden, se recibe un correo electrónico con la liga que lleva al sitio web en el que se haya hecho la mención. La configuración necesaria para usar esta herramienta es sencilla y permite dar un seguimiento diario a cualquier evento en particular; es importante mencionar que los criterios de búsqueda pueden ser mejorados al usar operadores booleanos AND, OR, NOT, y comillas para buscar una frase exacta.

Para este trabajo de investigación se comenzó con dos alertas: (1) audi + México, y (2) “plan subregional de desarrollo San José Chiapa”. Tiempo después se incluyó una tercera (3) “Ciudad Modelo”, debido a la relevancia que tomó la misma dentro del contexto del proyecto de industrialización de AUDI en San José Chiapa. Estas alertas empezaron a recopilar información el 24 de abril del año 2014, y para finales del año 2016 se habían reportado alrededor de 350 alertas diferentes, de entre las cuales se seleccionaron sólo aquellas que tuvieran relación con el proyecto de industrialización en San José Chiapa, la influencia que tuvo el Gobierno del Estado en el desarrollo de esta y cuestiones referentes al ámbito económico en torno a la empresa automotriz. Se generó una base de datos en la cual se registraron los títulos y algunos pormenores de estas noticias, con lo que se clasificaron de acuerdo con su contenido, la fecha de reportaje, así como el tipo de medio en que se publicó.

Se consideró la información de medios locales, nacionales e internacionales, para contar con un panorama amplio de la información generada alrededor del desarrollo de la planta de ensamblaje; al mismo tiempo, la posibilidad de contar con un conjunto de información amplio y plural ayuda a captar sesgos en la difusión de la información, inherentes a la labor periodística debido a los enfoques particulares de cada diario o reportero.

Adicionalmente, se realizó una búsqueda sistemática de información científica publicada en artículos científicos con los términos de búsqueda “San José Chiapa”, “Audi + México” e “industria automotriz Puebla” para ampliar la perspectiva al incluir el desarrollo de conocimiento académico referente a la región de estudio.

5.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inversión en San José Chiapa

Según diversas fuentes, obtenidas del registro hemerográfico (J. Castillo, 2016; Góchez, 2016; Medina Ciriaco, Flores Lucero, & Milián Ávila, 2017; Méndez, 2014, 2016; Rueda Sánchez de la Vega, 2014), hasta mediados del año 2016, antes del arranque de la planta de Audi, el Gobierno del Estado de Puebla había destinado más de 17 mil millones de pesos al desarrollo de la región de San José Chiapa; sin embargo, como las mismas fuentes apuntan, esta inversión se enfocó en brindar facilidades a la compañía automotriz y sus proveedoras, al comprar terrenos, construir conexiones carreteras y ferroviarias o facilitar la exención de impuestos, entre otras. Por el contrario, la localidad mantiene sus condiciones de comunidad rural, con una parte de la población viviendo en condiciones de pobreza, e incluso un marcado aislamiento para con el desarrollo industrial y urbano puesto que se instalaron cercas de seguridad que alejan la planta y la Ciudad Modelo de la cabecera municipal de San José Chiapa.

Entre los años 2014 y 2016 se elaboró y entregó un Programa Subregional de Desarrollo Urbano Sustentable (PSDUS), por una empresa española para el Gobierno del Estado de Puebla, con el propósito de encontrar y designar el área urbanizable con mayor aptitud para albergar a la población entrante como resultado del proyecto de industrialización de Audi. Para la elaboración de dicho Programa se llevó a cabo un estudio técnico que abarca aspectos sociales, ambientales y económicos en lo que el estudio llama la “subregión de estudio”, abarcando cinco municipios del estado de Puebla: San José Chiapa, Rafael Lara Grajales, Nopalucan, Soltepec y Mazapiltepec de Juárez. Como resultado de dicho estudio se detectaron varias carencias en cuanto al equipamiento con el que cuenta la región, y que condicionarían la migración de los futuros empleados dado que actualmente no se cuenta con suficientes unidades de servicio médico, parques comunales, áreas deportivas o incluso escuelas para atender ni a la población actual, ni a la población esperada.

Para subsanar dichas carencias, el PSDUS propone motivar el crecimiento urbano en localidades centrales, las cuales concentran la mayor cantidad de gente e industrias, al tiempo que se limita en aquellas de menor tamaño (Idom, 2014). Se propone además el establecimiento de la Ciudad Modelo, un nuevo desarrollo urbano e industrial localizado entre San José Chiapa y la conurbación de Rafael

Lara Grajales con Nopalucan, con miras a formar un nuevo polo de desarrollo que albergue a más de 100 mil personas para el año 2030, junto con un corredor industrial en donde las empresas proveedoras tengan facilidades para su instalación, como acceso a vías de comunicación y servicios (Idom, 2014).

En la propuesta del PSDUS se estima un requerimiento de 869 hectáreas para satisfacer las demandas de uso urbano habitacional, así como de uso industrial. En sus últimos capítulos se enlistan los requerimientos de infraestructura que existen en la región, además de un estimado de los costos que podrían tener. El estimado de gasto para dotar a la subregión de infraestructura de servicios, transporte y comunicación, así como equipamiento regional asciende a más de 4,700 millones de pesos (Idom, 2014), una cifra que si bien es menor a lo que se gastó en atraer la inversión de Audi a la región, no considera aún gastos de alcantarillado y drenaje para los cuales es necesario desarrollar estudios adicionales de prefactibilidad.

La Figura 5-1 resume la propuesta de expansión urbana en la región. En azul se remarcan los terrenos dispuestos para el asentamiento de la Ciudad Modelo, con amarillo se señalan áreas de expansión industrial existentes o en proceso de construcción, incluyendo la plataforma industrial de Audi. Por otra parte, en morado se enmarcan las áreas que requieren de inversión para atraer un rápido desarrollo, mientras que en rojo se señalan comunidades cuyo crecimiento no debería ser fomentado, de acuerdo con el PSDUS, para no distraer los focos de inversión.

Plan de expansión urbana en la región de San José Chiapa

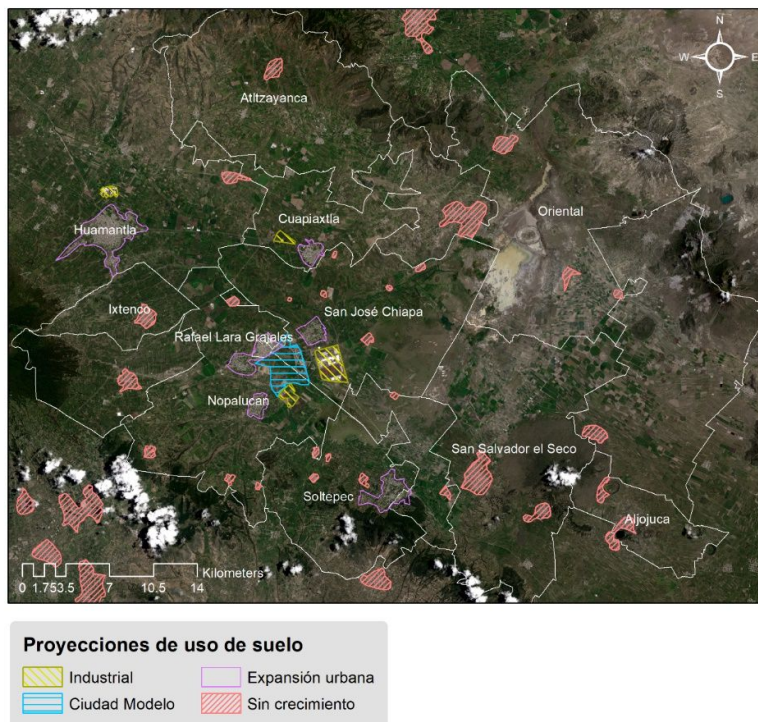


Figura 5-1. Expansión urbana proyectada para la región alrededor de San José Chiapa. Elaboración propia con información de Idom (2014). Imagen Landsat-8 cortesía del U.S. Geological Survey.

El desarrollo de infraestructura como un paquete de beneficios sociales

En sus últimos dos Informes de Gobierno (esto es, 2015 y 2016), el entonces gobernador del Estado de Puebla destacó como uno de los principales logros alcanzados durante su gestión la planeación y puesta en marcha del proyecto Ciudad Modelo, con el fin de satisfacer la necesidad de vivienda y desarrollo social que supone el impulso económico de Audi a la región de San José Chiapa. En el informe de 2015 se da cuenta de la magnitud del proyecto y se justifica, a través del Artículo 115 fracción III de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la creación de un esquema de privatización para la prestación de servicios en la región “Organismo Público Descentralizado denominado Ciudad Modelo” (Gobierno del Estado de Puebla, 2016), con el cual los ayuntamientos de los cinco municipios considerados en la Subregión Ciudad Modelo, se comprometieron a delegar las tareas de prestación de servicios públicos (por ejemplo agua potable, tratamiento y disposición de aguas residuales, mercados y centrales de abasto, etc.) al Gobierno del Estado de Puebla, quien se presume después cederá dichas tareas a organismos particulares que se encargarán de dichas tareas y cobrarán de acuerdo con las leyes del mercado y no al interés de la población para la cual trabajan (Gobierno del Estado de Puebla, 2017a).

Entre el quinto y sexto informes de gobierno se señala el trabajo realizado en 29 obras y más de 1,300 millones de pesos, al tiempo que se destacan obras de construcción de vialidades dentro del perímetro de la Ciudad Modelo y alrededor de la planta de Audi, canales de drenaje, una planta de tratamiento de aguas residuales, construcción del parque urbano y sistema de alcantarillado para Ciudad Modelo, un centro de convenciones y el equipamiento de líneas de alta y media tensión para ayudar al suministro de energía eléctrica para el desarrollo industrial y urbano en la región (Gobierno del Estado de Puebla, 2016, 2017b).

En diversas entrevistas realizadas al presidente municipal de San José Chiapa, como las presentadas por Ayala (2015), Jaramillo (2015), Almanza (2016), Góchez (2016) y Medina y col. (2017), durante el periodo de construcción de la planta, se recalcó cómo el gobierno del Estado de Puebla enfocó sus recursos a la atracción de inversiones extranjeras, sin permitir que los beneficios se asentaran en las localidades ya establecidas. La compra de terrenos a precios impuestos para beneficio del Estado y no de los propietarios (Medina Ciriaco y col., 2017; Rueda Sánchez de la Vega, 2014), la disminución en funciones y recaudación municipal para pasarlas a manos del Gobierno Estatal (Aranzazú Ayala Martínez, 2015), el incremento en impuestos para la población al tiempo que se exige de pago de impuestos a la empresa automotriz (Martínez, 2017; Pineda, 2016; Rocha, 2017), negligencia ante el alza en inseguridad (Aranzazú Ayala Martínez & Aroche, 2015; Camacho, 2013; Méndez, 2018), la acumulación por desposesión a la que refieren Medina y col. (2017), e incluso la edición de fotos para que no apareciera el presidente municipal en la misma (Medina Ciriaco y col., 2017, p. 46) son todas muestras del desdén con que se trata a la población.

Se anunció que con la llegada de la automotriz al municipio se vería un desarrollo social y económico sin precedentes, sin embargo, conforme pasa el tiempo el Gobierno del Estado manifiesta maneras con las que el desarrollo se concentre en los terrenos de Audi y la Ciudad Modelo. Para finales de 2017

se notaba el interés del gobierno por declarar esta área como Zona Económica Especial (Camacho, 2017; M. Hernández, 2017; Juárez, 2017) con el afán de atraer inversión extranjera, aunque ello no implique romper la brecha social de inequidad, tal como se apunta en los reportes mencionados anteriormente.

El costo de oportunidad para el trabajador nativo de la región

El desarrollo debido a la instalación de la planta de Audi no tiene precedentes en la región, por la modalidad y expansión de este, hoy en día se ven fondas y puestos ambulantes de comida en los alrededores de la planta, la proliferación de expendios de materiales de construcción se aprecia a simple vista, la cantidad de carreteras que visitan la localidad de San José Chiapa se ha triplicado en menos de dos años, aparentemente el progreso llegó y se nota hasta en las localidades cercanas.

La tierra es algo cercano para la gente que vivía en los municipios cercanos a San José Chiapa desde antes: el uso de suelo predominante es la agricultura de temporal, de la que los ejidatarios y otros campesinos obtienen principalmente maíz, pero también alfalfa, amaranto y zanahoria. Adicionalmente, se participa de la ganadería en la región mediante la cría de vacas y borregos, cuyos derivados son usados principalmente para el autoconsumo y en menor medida para la venta. En regiones alejadas, como son las faldas de la Malinche, en Zitlatltepec de Trinidad Sánchez Santos se sigue subiendo a la montaña para recolectar hongos con la autorización de los ejidatarios, siempre y cuando se respeten ciertas cuotas de colecta. Para atraer la inversión de Audi el Gobierno del Estado promovió la compra de terrenos de San José Chiapa a un precio de MXN\$8.50 por metro cuadrado (Medina Ciriaco y col., 2017; Rueda Sánchez de la Vega, 2014), sin dar información a los ejidatarios y dueños de cuál sería la nueva vocación de sus tierras; vendieron con la esperanza de que el progreso y oportunidades de trabajo llegaran en el corto plazo. Por una parte, el progreso se ha diluido en la región, el PSDUS realizado para el Gobierno del Estado abarca cinco municipios de Puebla, sin considerar que hay también municipios en Tlaxcala que se beneficiaron con el proyecto de industrialización (Domínguez Sánchez, 2016; Góchez, 2016; M. Hernández, 2016; Redacción, 2016)

Existen, lugares como Rafael Lara Grajales, en donde las condiciones estratégicas de ubicación y desarrollo han llevado a la conformación de un importante polo de atracción a donde acude gente de los municipios vecinos para comerciar con aquello que traen de sus tierras y llevarse lo que allá les falta. A partir de su fundación, como una parada obligada del paso del tren México-Veracruz, el pueblo de Lara Grajales se ha caracterizado por su gente entregada al trabajo e interesada por el desarrollo económico y social; así lo demuestran las obras construidas a partir del trabajo de la misma gente, como la iglesia, los panteones, y las grandes empresas empacadoras de alimento que conviven en el municipio. Las empacadoras, y los ranchos lecheros que durante años han existido alrededor del pueblo contribuyen al efecto magnético del pueblo, que motiva a gente de distintos orígenes y ocupaciones a acercarse a Lara Grajales ya sea de manera temporal o permanente.

La llegada de Audi como un nuevo polo de desarrollo tiene repercusiones más allá de las fronteras de San José Chiapa, y siendo Rafael Lara Grajales su vecino más inmediato y estratégicamente relevante, no se escapa a la atención de la gente que va llegando a la región: a la hora de la comida las calles de

Lara Grajales ven desfilar camionetas llenas de obreros buscando una fonda o restaurante para almorzar y en las casas se ven letreros ofreciendo cuartos en renta con leyendas en inglés o alemán; claro que no todo lo que ocurre se debe a factores externos, es interés de los lugareños poner sus casas y cuartos en renta, establecer puestos de comida, y permitir que la comunidad cambie. Es una interacción en dos sentidos, y cada uno busca aprovechar este intercambio, sin embargo, no siempre es posible; por ejemplo, al buscar trabajo en el proyecto industrial de Audi el oriundo de estos municipios tiene una dificultad inherente a la gente en la región, ya que en la mayoría de los casos no cuentan con educación de nivel superior (INEGI, 2010a), por lo que no cumplen con el nivel de exigencia que la empresa alemana busca en sus recursos humanos.

Al preguntar a una de las informantes de Rafael Lara Grajales sobre cómo se ha visto beneficiada la gente de la región por la oferta laboral debida a las nuevas empresas, esta responde con un dejo de apatía que no es el caso, porque la mayoría de los trabajos que se dieron a la gente de la región fueron plazas temporales como albañiles o gestores de obras; una de las sobrinas de la informante estuvo empleada como asistente de contabilidad para una de las empresas que trabajaron en la construcción de las naves, empleo que después perdió cuando se entregó la obra terminada; del mismo modo, hay gente a la que se le avisó que una vez terminada la obra habría que buscar trabajo nuevamente, puesto que solo se contrataron para la construcción (S.C., comunicación personal, julio 2015).

También relata sobre el cambio en la percepción que tienen de su seguridad, y cómo se siente incómoda al caminar junto con su hija por calles que en las que abundan los obreros varones que van al pueblo a pasear después de su jornada de trabajo. Del mismo modo comenta cómo cambió la dinámica en las fiestas del pueblo, por un lado, sucedió algo nunca antes visto: se vendieron boletos para entrar a los bailes con artistas de moda; por el otro, en estos eventos se ve a cada vez más foráneos buscando pareja para incorporarse a las festividades, y que, sin hacer mucha estadística, se infiere que la mayoría serán nativos de la región (S.C., comunicación personal, diciembre 2015).

La opinión de la gente en cuanto a los beneficios que obtiene

Durante el mes de marzo se llevan a cabo los festejos de San José, santo patrono del pueblo en que se asienta la construcción de la compañía automotriz; ya en 2014 el ayuntamiento se propuso darle realce a la fecha y aprovechar para remarcar la identidad del pueblo, pero en los años siguientes además ha participado la empresa con rifas a favor de sus trabajadores, así como el patrocinio para eventos de interés general, como desfiles y bailes. Del mismo modo, se organizó el “Audi Girl’s Day” durante el cual se invita a niñas cursando la secundaria, para que conozcan y se interesen por el tipo de profesiones técnicas que se requieren para trabajar en la planta. Además, en la temporada decembrina la empresa alemana y las autoridades municipales en conjunto se dan a la tarea de organizar eventos de integración gremial y familiar como posadas⁷ y rifas.

⁷ *Las posadas en México son fiestas populares de origen religioso que se celebran tradicionalmente en los nueve días antes de la Navidad. Hoy en día, sin embargo, es común participar en posadas más bien laicas con el fin de reunir a familiares y amigos antes de fin de año.*

Por otra parte, están las ventajas como el progreso en infraestructura; no se había visto en estos pueblos el desarrollo de tantas carreteras, conectando San José Chiapa con ciudades que antes se antojaban más bien lejanas, como Puebla y Veracruz. Una informante de Rafael Lara Grajales comentaba al respecto: “mi hermano se fue a caminar todo alrededor y dice que hicieron como cinco horas caminando”; del mismo modo señala que se amplió la red ferroviaria para conectar el polígono industrial con la estación de San Marcos (refiriéndose a la estación en Rafael Lara Grajales) y de ahí hasta Veracruz (S.C., comunicación personal, junio 2015).

Algunas de las primeras obras entregadas por el Gobierno del Estado de Puebla para preparar el camino a la empresa automotriz incluyeron la ampliación de las estaciones de policía y bomberos, así como la construcción del Hospital Integral San José Chiapa. Los informantes en Rafael Lara Grajales comentaban los planes de algunos particulares para construir centros escolares que incluyan kínder, primaria y secundaria, e incluso se corrieron rumores de que se podría ver la primera universidad privada en la región (S.C. y T.C., comunicación personal, febrero 2015); una vez inaugurado el Centro Escolar de Ciudad Modelo, una informante de Rafael Lara Grajales expresó su preocupación al ver que sólo se aceptó a un número reducido de estudiantes de la región y que incluso se tienen convenios para ir a recoger a los niños en autobuses particulares, dejando a gran parte de la población estudiantil fuera (S.C., comunicación personal, diciembre 2015). Por otra parte, para San José Chiapa hay planes de abrir campus para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Tecnológica de Puebla (UTPue) y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).

5.4 CONCLUSIONES

La llegada de un proyecto de tal envergadura al municipio de San José Chiapa, rural y más bien desconocido hasta antes de ese momento, tuvo y tiene una serie de repercusiones importantes en la vida diaria del pueblo y de la zona circundante. Los primeros cambios que se pueden apreciar son en cuanto a la conformación de los sectores económicos dado que por una parte, el espacio dedicado a agricultura y ganadería pasó a ser urbanizado para uso industrial o residencial, mientras que por otra, se ha virado la migración de empleados de la construcción que normalmente salían hacia ciudades más grandes para conseguir trabajo, pero con el desarrollo de la planta automotriz tuvieron oportunidad de emplearse en su región de origen, además de tener que competir con foráneos que migraron a la región para conseguir un trabajo en la misma rama.

Hasta esta fecha está pendiente la inmigración masiva de técnicos especialistas por dos razones principales. La planeación de la Ciudad Modelo está hecha con miras a mediano plazo, por lo que la construcción y venta de departamentos, así como la instalación y puesta a punto de servicios urbanos han tenido un ritmo más bien lento, que no fomenta la ocupación de los lotes en la misma. Por otra parte, la cercanía de ciudades como Puebla, Huamantla y Tlaxcala, con una mayor oferta de servicios, entretenimiento e infraestructura puede ofrecer opciones más viables para los trabajadores especializados, que están acostumbrados a las comodidades que tiene una ciudad desarrollada.

BIBLIOGRAFÍA

- Almanza, E. (2016, septiembre 28). Planta de Audi detonaría infraestructura en San José Chiapa, prevén autoridades. *El financiero*. Recuperado a partir de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/planta-de-audi-detonaria-infraestructura-en-san-jose-chiapa-preven-autoridades.html>
- Ayala Martínez, A. (2015, agosto 16). Hasta ahora, la llegada de Audi a Chiapa es “la gloria y el infierno”. Recuperado el 18 de noviembre de 2016, a partir de <http://ladobe.com.mx/2015/08/hasta-ahora-la-llegada-de-audi-a-chiapa-es-la-gloria-y-el-infierno/>
- Ayala Martínez, A. (2015, agosto 31). Chiapa, un municipio sin autonomía. *Lado B*. Puebla. Recuperado a partir de <http://ladobe.com.mx/2015/08/chiapa-un-municipio-sin-autonomia/>
- Ayala Martínez, A., & Aroche, E. (2015, noviembre 8). Crecen los delitos , pero no la presencia policial en San José Chiapa. *Lado B*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://ladobe.com.mx/2015/11/crecen-los-delitos-pero-no-la-presencia-policial-en-san-jose-chiapa/>
- Camacho, M. (2013, junio 10). Un trabajador muerto y tres asaltos deja ola de inseguridad en San José Chiapa. *La Jornada de Oriente*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de http://www.lajornadadeoriente.com.mx/noticia/puebla/un-trabajador-muerto-y-tres-asaltos-deja-ola-de-inseguridad-en-san-jose-chiapa_id_25473.html
- Camacho, M. (2017, diciembre 22). Autorizarán la Zona Económica Especial de Audi en la tercera fase nacional de la estrategia. *La Jornada de Oriente*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2017/12/22/autorizaran-la-zona-economica-especial-audi-la-tercera-fase-nacional-la-estrategia/>
- Castillo, J. (2016, octubre 6). Cuestiona José Juan Espinosa inversión morenovallista para Audi. *Intolerancia Diario*. San Pedro Cholula. Recuperado a partir de http://intoleranciadiario.com/detalle_noticia/148472/politica/cuestiona-jose-juan-espinosa-inversion-morenovallista-para-audi
- Catani, M. (1990). Algunas precisiones sobre el enfoque biográfico oral. *Historia y fuente oral*, 3, 151–164. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/27753275>
- Domínguez Sánchez, J. C. (2016, abril 26). Tlaxcala saca mayor ventaja que Puebla por llegada de Audi. *Poblanerías.com*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <http://www.poblanerias.com/2016/04/tlaxcala-saca-mayor-ventaja-que-puebla-por-llegada-de-audi>
- Gobierno del Estado de Puebla. (2016). *Quinto informe de gobierno - Eje 1*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de http://transparencia.puebla.gob.mx/docs/adjuntos/601_1487615310_ac43f16c381b187cf4bb36f5e3c04f44.pdf
- Gobierno del Estado de Puebla. Decreto del Congreso, que crea el Organismo Público Descentralizado denominado “Ciudad Modelo”, Orden Jurídico Poblano 21 (2017). Puebla, Mexico: Secretaría General de Gobierno. Recuperado a partir de <http://ojp.puebla.gob.mx/index.php/decretos/legislativos/item/decreto-del-congreso-que-crea-el-organismo-publico-descentralizado-denominado-ciudad-modelo>
- Gobierno del Estado de Puebla. (2017b). *Sexto informe de gobierno - Eje 1*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de http://transparencia.puebla.gob.mx/docs/adjuntos/601_1487615810_d3beebce7bddf88d44f13ae083a88858.pdf
- Góchez, G. (2016, septiembre 25). Brilla Ciudad Modelo de Audi pero pobreza aún cobija a San José Chiapa. *MunicipiosPuebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://municipiospuebla.mx/nota/2016-09-25/san-jos-chiapa/brilla-ciudad-modelo-de-audi-pero>

pobreza-a-n-cobija-san-jos-chiapa

- Hernández, M. (2016, marzo 6). Tlaxcala capta 16 autoparteras por inversión de Audi. *El economista*. Puebla, Mexico. Recuperado a partir de <https://www.economista.com.mx/estados/Tlaxcala-capta-16-autoparteras-por-inversion-de-Audi-20160306-0012.html>
- Hernández, M. (2017, diciembre 20). Preven que polígono de Audi sea declarado ZEE. *El economista*. Puebla. Recuperado a partir de <https://www.economista.com.mx/estados/Preven-que-poligono-de-Audi-sea-declarado-ZEE-20171220-0010.html>
- Idom. (2014). *Programa Subregional de Desarrollo Urbano Sustentable*. Mexico, Mexico. Recuperado a partir de <https://www.idom.com/es/proyecto/ciudad-modelo-para-un-crecimiento-planificado/>
- INEGI. (2010). Población total. Recuperado el 8 de febrero de 2016, a partir de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=21128>
- INEGI. (2016). Censos y conteos de población y vivienda. Recuperado el 12 de marzo de 2016, a partir de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/>
- Jaramillo, M. (2015, agosto 30). San José Chiapa y la ilusión por la llegada de Audi. *MunicipiosPuebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://municipiospuebla.mx/nota/2015-08-30/interiores/san-jos-chiapa-y-la-ilusi-n-por-la-llegada-de-audi>
- Juárez, V. H. (2017, noviembre 15). Diputados quitan cláusula de expropiación en Ciudad Modelo Audi. *El Sol de Puebla*. Puebla. Recuperado a partir de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/diputados-quitan-clausula-de-expropiacion-en-ciudad-modelo-audi>
- Martínez, A. M. (2017, enero 2). Ayuntamiento de San José Chiapa cobrará 30 nuevos impuestos. *El Sol de Puebla*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/ayuntamiento-de-san-jose-chiapa-cobrara-30-nuevos-impuestos>
- Medina Ciriaco, S., Flores Lucero, M. de L., & Milián Ávila, G. M. (2017). Acumulación por desposesión, el caso de la empresa Audi en San José Chiapa, México. *Revista de Urbanismo*, 36, 44–62. <http://doi.org/10.5354/0717-5051.2017.44778>
- Méndez, P. (2014, mayo 27). Amarran a Audi en Puebla con apoyos por 8 mil 300 mdp. *e-consulta.com*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2014-05-27/economia/amarran-audi-en-puebla-con-apoyos-por-8-mil-300-mdp>
- Méndez, P. (2016, junio 1). Inversión de Puebla en Chiapa ya igualó a la de Audi en su planta. *e-consulta.com*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2016-06-01/gobierno/inversion-de-puebla-en-chiapa-ya-igualo-la-de-audi-en-su-planta>
- Méndez, P. (2018, enero 23). Duplican sus delitos municipios de la Ciudad Modelo de Audi. *e-consulta.com*. Puebla. Recuperado a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2018-01-23/seguridad/duplican-sus-delitos-municipios-de-la-ciudad-modelo-de-audi>
- Pineda, M. (2016, julio 12). Libra Audi pagar impuestos , obras y eventos por más de 10 mmdp. *e-consulta.com*. Recuperado a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2016-07-12/gobierno/libra-audi-pagar-impuestos-obras-y-eventos-por-mas-de-10-mmdp>
- Ramírez, O. (2011). Construir una historia de vida. Desde la metodología cualitativa. Recuperado el 11 de mayo de 2015, a partir de <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/3463/1/>
- Redacción. (2016, abril 4). Iniciará operaciones el Parque Industrial de Oriente Tlaxcala. *e-consulta.com*. Recuperado a partir de <http://www.e-tlaxcala.mx/nota/2016-04-04/gobierno/iniciara-operaciones-el-parque-industrial-de-oriente-tlaxcala>
- Rocha, C. (2017, enero 4). En San José Chiapa se cobrarán 10 nuevos impuestos que ni el Secretario General

conoce. *La Jornada de Oriente*. San Jose Chiapa, Pue., Mexico. Recuperado a partir de <http://www.lajornadadeorientemexico.com.mx/2017/01/04/en-san-jose-chiapa-se-cobrarán-10-nuevos-impuestos-secretario-general-conoce/>

Rueda Sánchez de la Vega, J. A. (2014). *La batalla por Audi: una planta automotriz premium a cambio de 8 mil millones de pesos*. Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. Recuperado a partir de <http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/458/128227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sandoval Casilimas, C. A. (1996). La implementación y gestión de los procesos de investigación social cualitativos. En *Investigación cualitativa* (pp. 131–180). Bogotá Colombia: ICFES.

Spradley, J. P. (1979). *The ethnographic interview*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1992). La entrevista en profundidad. En *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados* (pp. 100–132). Barcelona: Paidós.

6. Evaluación del estado de los servicios ecosistémicos en San José Chiapa

Para entender el estado de los servicios ecosistémicos, nos referiremos a la Figura 6-1 que presenta la cascada de los SE (Haines-Young & Potschin, 2010) entendiendo que el estado o régimen depende por una parte de los componentes del lado izquierdo de la cascada: la integridad que mantiene el ecosistema en cuestión; al mismo tiempo, debe considerarse el lado derecho, el uso de suelo o aprovechamiento que se hace de dicho ecosistema y a partir del cual se puede estimar la existencia de un equilibrio entre los lados derecho e izquierdo de la cascada. El esquema incluye además un bucle de retroalimentación que hace explícito el efecto que tiene el uso de suelo sobre la integridad ecológica y con ello la producción de SE.

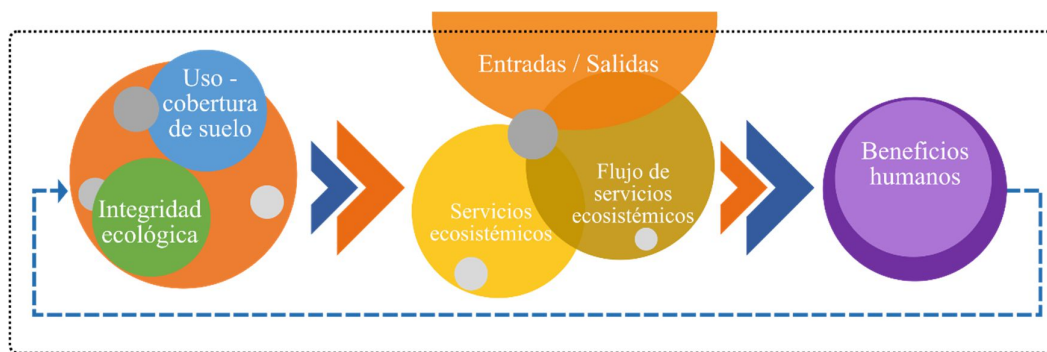


Figura 6-1. La cascada de servicios ecosistémicos, adaptada del modelo desarrollado por Haines-Young y Potschin (2010).

Cabe hacer la aclaración de que la existencia de dos extremos en el esquema de la cascada no necesariamente implica una separación física entre el lugar en el que se presenta la integridad ecológica (el lado izquierdo), con el área que aprovecha un SE determinado (el lado derecho). Se ha establecido anteriormente que de acuerdo con la epistemología, la existencia de SE depende enteramente de la presencia de una comunidad humana que se beneficie del funcionamiento de las estructuras de la naturaleza; los lugares con mayores concentraciones de humanos son las ciudades, y estos establecimientos tienden a demandar SE en una cantidad mayor que aquella que pueden proporcionar.

En el caso de la región de San José Chiapa, como se detalló en el capítulo 4, el enfoque rural agrícola que predomina en la región resulta en zonas que cuentan con un nivel elevado de provisión de SE, sobre todo en términos de producción de alimentos y aprovechamiento de agua subterránea. En este trabajo de investigación se ha hecho un acercamiento a la definición del régimen de SE al comparar el uso y cobertura de suelo con la provisión y demanda de SE, bajo el supuesto de que la población humana da una forma al terreno y las características de dicha forma determinan la presencia y necesidad de SE. Trabajos como Kroll y col. (2012) y Meacham y col. (2016) resaltan esta relación al

asegurar que el uso/cobertura de suelo es uno de los factores más relevantes para determinar la capacidad de provisión de SE y una de las bases de la herramienta de la matriz de SE de Burkhard.

6.1 DEFINICIÓN DE UN RÉGIMEN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SAN JOSÉ CHIAPA

De acuerdo con la definición usada en este trabajo de investigación, los SE contribuyen al bienestar humano al satisfacer determinadas necesidades a través de la provisión de bienes o servicios que dependen de las funciones o estructuras de la naturaleza. Las funciones de los ecosistemas están fuertemente relacionadas con el uso y cobertura del suelo, y la modificación de las condiciones naturales del mismo puede ocasionar una provisión exacerbada o reducida de dichas funciones; la referencia para decidir si la provisión de un SE es adecuada o no, la da la demanda del mismo. Para simplificar estos conceptos, se desarrolla un ejemplo a continuación.

Un manglar en perfecto estado de “salud ecológica” es un área provisor de varios SE, entre los que destacan: recursos maderables y no maderables; hábitat para una gran diversidad de especies animales entre aves, crustáceos, peces, mamíferos y reptiles; captura de bióxido de carbono; control de la erosión costera; regulación de inundaciones y barrera ante huracanes o tormentas; formación de suelo por acumulación de sedimentos; etc. El manglar desarrolla estas funciones por sí mismo, es la parte izquierda del diagrama de la cascada. Cuando existe un asentamiento humano en las vecindades de dicho manglar, se puede empezar a pensar en un aprovechamiento de estas funciones, y con ello traducirlas en SE; esto es, la demanda de SE define la presencia de los mismos, y la existencia del lado derecho de la cascada.

Expandiendo el ejemplo, la presencia de fauna en el manglar se favorece de la formación de un hábitat particular, este hábitat es una estructura del ecosistema. Por otra parte, al manglar puede entrar una cooperativa de lancheros que haga recorridos recreativos e informativos, señalando la fauna local como parte de la belleza del lugar, el hábitat-estructura del ecosistema, está proviendo de un servicio cultural de apreciación de la biodiversidad. Al mismo manglar puede entrar otro tipo de cooperativa y aprovechar las condiciones de este hábitat-estructura para desarrollar terrenos de acuicultura de camarón y jaiba; el manglar está proviendo entonces de comida a través de las estructuras que soportan la biodiversidad en el ecosistema. Por último, el crecimiento de los mangles, los árboles que conforman el hábitat-estructura, captura carbono por medio de la fotosíntesis que se almacena en los troncos mientras libera oxígeno gaseoso a la atmósfera, que los humanos pueden usar para respirar. Así, se distinguen tres servicios diferentes, de tres categorías diferentes, en el desarrollo de la misma estructura forestal en un manglar, satisfaciendo tres necesidades humanas diferentes.

Queda a consideración de la comunidad vecina dar el justo valor a estos SE, si se van a enfocar en turismo querrán cuidar las condiciones de hábitat para una mayor diversidad de especies animales; mientras que, si prefieren desarrollar la acuicultura, el valor del ecosistema se enfocará en sus especies acuáticas. Esta especialización de actividades humanas que dependen de los SE del manglar puede dar lugar a transformaciones físicas que normalmente entendemos como “uso de suelo”. Este

uso de suelo afecta el potencial que tiene un ecosistema de proveer SE, cerrando así el ciclo mostrado en el esquema de la cascada de SE, dando cuenta como los beneficios humanos pueden facilitar o afectar la ocurrencia de determinadas funciones/estructuras del ecosistema en favor de otras que les sean más convenientes.

A continuación, se hará un recuento del estado de los SE en la región de San José Chiapa, así como los cambios potenciales que se verán conforme se vaya transformando el entorno rural de la zona hacia uno urbano. Para facilitar la lectura de las secciones siguientes se irá analizando el área en términos de los diferentes usos y coberturas de suelo descritas por INEGI (2013) al tiempo que se cubre cada uno de los tipos de SE listados en el Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Provisión de SE en el área de estudio

La Tabla 6-1 presenta la matriz de evaluación de provisión potencial de SE para la región de estudio.

Las zonas urbanas en general proveen de pocos SE ya que su principal uso es el establecimiento de poblaciones humanas, con una tendencia a los aclareos o deforestación para pavimentar, empedrar calles o construir diferentes tipos de edificaciones; las excavaciones de pozos y drenajes causan interrupciones en el flujo de agua subterránea. Por razones como estas, en la matriz de evaluación la fila de provisión de SE de las zonas urbanas está dominada por valores de 0 a 2 (capacidad no relevante a relevante). Como se ha mencionado antes en este documento, las áreas urbanas regularmente son concentradoras de demanda de SE mientras que su provisión de los mismos es limitada.

Las áreas con enfoque agropecuario (esto es, agricultura de riego y temporal en sus diferentes variantes, así como los pastizales inducidos) presentan suelo expuesto, no hay pavimento, adoquines o empedrado, lo cual permite el flujo del agua y nutrientes a través de la interfase del suelo, a raíz de esto participan en la provisión de SE de regulación, como son regulación del clima local, control de la erosión y control de plagas y enfermedades. Sin embargo, el fuerte de estos terrenos está en los servicios de aprovisionamiento: los servicios de cosechas, forraje, ganadería, biomasa combustible y fibras textiles presentan en su mayoría valores de 4 a 5 (capacidad altamente relevante a muy altamente relevante). Por último, su participación en la provisión de servicios culturales es limitada, con valores entre 1 y 3 (capacidad poco relevante a medianamente relevante), siendo su principal aportación la transmisión de conocimientos necesarios para el uso y manejo de la tierra.

Los pastizales halófilos y matorrales desérticos son áreas características de las zonas cálida seca y semi-seca en la región de estudio, y tienen características particulares que los diferencian de los pastizales inducidos. Su capacidad de provisión para los SE de regulación es baja, mostrando valores entre 1 y 2, ya que la vegetación predominante en estas regiones cumple con funciones de purificación de agua o calidad del aire, pero no

Tabla 6-1. Matriz de evaluación de oferta de SE para la región de estudio. La escala va de 0 = capacidad no relevante; 1 = capacidad poco relevante; 2 = capacidad relevante; 3 = capacidad medianamente relevante; 4 = capacidad altamente relevante; y 5 = capacidad muy altamente relevante (máximo). Basada en Burkhard y col. (2012).

Código CORINE	Clasificación CORINE	Código INEGI	Clasificación INEGI	Regulación del clima										Cosechas										Fuentes abióticas de energía					Recreación y turismo											
				Regulación del clima global	Regulación del clima local	Regulación de calidad del aire	Recarga de acuíferos	Regulación de flujo de agua	Purificación de agua	Regulación de nutrientes	Regulación de erosión	Regulación de riesgos naturales	Pollinización	Control de plagas y enfermedades	Regulación de desechos	Cosechas	Biomasa para energía	Forraje	Ganado	Textiles	Madera	Leña	Pesquerías de captura	Acuicultura	Alimentos silvestres	Medicina	Agua potable	Recursos minerales	Fuentes abióticas de energía	Recreación y turismo	Estética del paisaje e inspiración	Sistemas de conocimiento	Experiencias religiosas y espirituales	Herencia cultural y diversidad cultural	Herencia natural y diversidad natural					
1.1.2	Discontinuous urban fabric	urban_ZU	ZONA URBANA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	2	2	0
2.1.1	Non-irrigated land	arable_TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	1	2	1	1	2	0	1	0	1	1	2	2	5	5	5	0	5	0	0	0	0	1	3	0	0	2	1	1	2	0	3	0					
2.1.2	Permanently irrigated land	RA/RAS/RS	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL / AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE / AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	1	3	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	5	1	2	0	4	0	0	0	0	1	3	0	0	1	1	1	2	0	3	0					
2.4.1	Annual and permanent crops	TAP	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	1	2	1	1	1	0	1	2	1	1	2	2	4	2	4	1	5	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1	2	0	3	0					
2.3.1	Pastures	PI	PASTIZAL INDUCIDO	2	1	0	1	1	0	1	1	1	0	2	4	0	1	5	5	0	0	0	0	2	0	0	0	5	2	2	2	0	3	1						
3.2.3	Sclerophyllous vegetation	PH / MDR	PASTIZAL HALÓFILO / MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	0	1	1	1	1	2	2	0	0	1	3	0	0	1	2	3	4	1	2	4					
3.1.1	Broad-leaved forest	BQ	BOSQUE DE ENCINO	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	4	4	0	1	1	0	1	5	5	0	0	5	3	0	0	0	5	5	5	3	4	5					
3.1.2	Coniferous forest	BP / BJ / BA	BOSQUE DE PINO / BOSQUE DE TÁSCATE / BOSQUE DE OYAMEL	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	4	4	0	1	1	0	1	5	5	0	0	5	3	0	0	0	5	5	5	3	4	4					
3.1.3	Mixed forest	BQP / BPQ	BOSQUE DE ENCINO-PINO / BOSQUE DE PINO-ENCINO	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	5	5	0	1	1	0	2	5	5	0	0	5	3	0	0	0	5	5	5	3	4	5					
3.2.4	Transitional woodland shrub	woodland_Vsa/BP / Vsa/BP / Vsa/BPQ / Vsa/BPQ / Vsa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	2	2	1	0	1	1	2	1	1	2	2	3	0	2	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	1	2	3	4	1	2	2				
4.2.1	Salt marshes	DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	1	1	0	0	1	1	2	1	4	1	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	3	0	2	2					
5.1.2	Water bodies	H2O	CUERPO DE AGUA	1	2	0	2	5	2	3	0	3	0	3	5	0	1	0	0	0	0	0	4	5	4	0	5	0	1	5	4	4	2	3	3					

al mismo nivel de como lo hace un área de bosque, por lo que sus valores son menores. La provisión potencial de SE de aprovisionamiento en este tipo de áreas presenta valores entre 0 y 2 (capacidad no relevante a relevante), puesto que la vegetación dominante se compone de arbustos leñosos de baja estatura, cactáceas y yerbas resistentes a la sequía, de entre las cuales se puede encontrar algunas plantas medicinales, por lo que dicho SE se cuenta con un valor de 3 (capacidad medianamente relevante). Los SE culturales son valorados entre 2 y 4 (capacidad relevante a altamente relevante), debido a (1) la transmisión de conocimientos necesarios para aprovechar las plantas medicinales mencionadas antes, y (2) la biodiversidad presente que cuenta con adaptaciones particulares para el clima de la región.

Los bosques son las áreas en que se concentra el mayor potencial de provisión de SE, debido a la consideración de que son espacios naturales con una integridad ecológica marcada y en las que no hay o hay muy poca gente. Para este estudio se consideran bosques de latifoliadas (encino), de coníferas (pino, oyamel y táscate), y mixtos (de pino-encino y de encino-pino).

Para los servicios de regulación la matriz de evaluación propone valores en su mayoría entre 4 y 5 (capacidad altamente relevante a muy altamente relevante), haciendo honor al sobrenombre de “pulmones del mundo” y a la importancia que tienen para funciones como control de la calidad del aire, regulación del clima local y global, regulación de nutrientes y erosión, etc. Para los servicios de aprovisionamiento se aprecia un menor potencial de provisión, en el que sólo resalta el aprovechamiento de recursos maderables con capacidad muy altamente relevante, y la presencia de plantas medicinales con capacidad medianamente relevante; otros servicios como cosechas o ganadería están supeditados a intervenciones humanas, por lo que su provisión en espacios forestales debe ser limitada. La matriz de evaluación señala que los bosques tienen capacidad de provisión muy altamente relevante para los SE culturales como recreación, turismo, estética del paisaje y diversidad natural.

Las áreas de vegetación de transición presentan vegetación en desarrollo sucesional secundario en diferentes etapas, que se indica por el estrato que predomina (esto es, arbustivo o arbóreo), se engloban dentro del grupo “arbustos de transición” de la clasificación CORINE. Su provisión potencial de SE es similar al mostrado por los matorrales, lo cual es comprensible debido a las condiciones de altura y densidad de la vegetación.

El mapa de uso y cobertura de suelo de INEGI contiene una gran área señalada como “sin vegetación aparente” y que corresponde con “el llano” del que se habló en la introducción del capítulo 4, la parte más baja de la Subcuenca Cerrada de Oriental en donde se presenta de manera intermitente la laguna de Totolcingo o bien terrenos de vegetación resistente a la salinidad del suelo. Debido a esta salinidad característica se emparejó esta clase con la de *salt marshes* [salinas] de la matriz de evaluación. Estos terrenos cuentan con vegetación escasa, por lo que su provisión de SE en general califica con valores de 0 a 2 (capacidad no relevante a relevante).

Los SE de regulación con mayor presencia en esta clase de uso de suelo son regulación de nutrientes, riesgos naturales, plagas enfermedades y desechos, esto debido a su ubicación en la parte más baja de la cuenca. Con respecto a SE de aprovisionamiento, estos terrenos pueden ser usados para obtención de forraje y ganadería, aunque solo se haga de manera limitada. Los SE culturales presentan un peso mayor (3, capacidad medianamente relevante), debido al aprovechamiento de estas áreas para recreación y turismo.

Demanda de SE en el área de estudio

En la Tabla 6-2 se puede visualizar la matriz de evaluación de demanda de SE para el área de estudio.

Como se ha mencionado antes, las zonas urbanas son focos de demanda de SE debido a la concentración de gente en ellas. En la matriz de evaluación de demanda se puede apreciar como estas áreas buscan satisfacer su necesidad por todos los SE, mostrando mayoritariamente valores entre 3 y 5 (relevante a muy altamente relevante). Se aprecian también un par de servicios cuya demanda está marcada en 1 (poco relevante): control de erosión y leña. Esto es comprensible debido a que (1) el sellado del suelo por la pavimentación de calles y espacios comunes hace innecesario el control de la erosión, puesto que no hay suelo para erosionar; y (2) la urbanización, por la consiguiente oferta de servicios entre los que se incluye gas LP o natural, orilla a la gente a dejar la práctica de cocinar con leña, y con ello la demanda de dicho SE.

Las áreas de agricultura, en sus distintas configuraciones, demandan principalmente de SE de regulación ya que, estos proporcionan las condiciones óptimas para desarrollar cultivos: regulación del clima local, recarga de acuíferos, purificación de agua, control de plagas y enfermedades, etc. Estos terrenos suministran los SE de aprovisionamiento referentes a cosechas, por lo que sería contradictorio decir que demandan de alguno de estos servicios; el único caso justificable está en los terrenos de agricultura de riego que requieren de agua para poder ser considerados “de riego”. Por último, los servicios culturales sólo son relevantes para los terrenos agrícolas en tanto que la cultura y conocimientos necesarios para su manejo son transmitidos de manera que las prácticas de uso de la tierra persistan de manera adecuada para la producción de estas cosechas.

Los pastizales inducidos se usan para pastoreo y ganadería, por lo que tiene una demanda de SE que difiere con respecto a las zonas de agricultura. Por una parte, los pastos requieren menos cuidado que las parcelas de agricultura, y así se demandan SE de regulación en menor medida. Por otra parte, si se requiere de completar el alimento para el ganado, el terreno de pastizal puede demandar forraje, siendo esta la mayor diferencia entre pastizales y terrenos agrícolas. En términos de SE culturales la demanda es similar a aquella que tienen las áreas de agricultura: los sistemas de conocimiento y herencia cultural que les permitan seguir desarrollando sus actividades.

Para el resto de usos y coberturas de suelo registrados por INEGI la matriz de evaluación de demanda registra valores de 0 (demanda no relevante), dado que se propone que en estos espacios naturales existirá menos o ninguna población humana, y consecuentemente menos actividades que demanden de SE. Como se ha definido reiteradamente en este trabajo, sin la presencia de humanos que

aprovechen las estructuras y funciones de los ecosistemas, estos no se transforman en servicios ecosistémicos en forma.

El régimen de SE en San José Chiapa

Para determinar la matriz de evaluación de régimen de SE se resta la matriz de demanda a la matriz de provisión, obteniendo de este modo un valor estimado que explica el excedente que representa una provisión potencial mayor a la demanda, o bien el déficit en que incurren las áreas con una demanda mayor a la provisión potencial. La matriz de régimen para el área de estudio se presenta en la Tabla 6-3, y se describe a continuación.

Las zonas urbanas están valuadas en números negativos, reforzando la idea de que son concentradoras de SE y que no tienen espacios con capacidad de provisión de estos. Los SE de regulación son los que se demandan en mayor grado, habiendo varios -5 y -4 (demanda que excede significativamente a la provisión potencial) ya que, la escasa cobertura vegetal y el sellado del suelo interfieren con las funciones naturales que regulan elementos como la calidad del aire, calidad de agua, el clima local, o la recarga de mantos acuíferos. En cuanto a servicios de aprovisionamiento se aprecian valores negativos, aunque a un nivel menor (en su mayoría -4, demanda que excede a la provisión potencial), la premisa sigue siendo que en las áreas urbanas no hay espacios para promover la ocurrencia de SE como cosechas, ganadería, agua potable o fibras textiles, sin embargo, el acceso a los mismos es parte de la calidad de vida en una ciudad. Los servicios culturales están más balanceados, mostrando valores entre -2 y -1 (demanda casi equiparable con la provisión potencial), que se explican por la oportunidad de recreación, disfrute y transmisión de conocimientos que proporcionan los espacios verdes urbanos, aunque estos abarquen un área menor a la recomendada como saludable en una ciudad.

El régimen de SE de regulación en áreas agropecuarias (agricultura de temporal, agricultura de riego, pastizal inducido) presenta celdas rojas, aunque en su mayoría tienden al equilibrio con valores de -2 a -1 (demanda casi equiparable con la provisión potencial), se entiende que, si bien existe una necesidad de SE, la presencia de una cobertura vegetal predominante en estas áreas permite la provisión que equilibre a la demanda. Los SE de aprovisionamiento muestran valores positivos (provisión mayor a la demanda) y varios 0 (provisión igual a la demanda), aunque hay que resaltar la presencia de espacios en blanco: SE que no son demandados ni provistos en esta región. El régimen de servicios culturales está valuado de 1 a 2 (provisión un poco mayor a la demanda) debido a que en la matriz de demanda el valor mayoritario es 0, por lo que al considerar el régimen lo que cuenta es la provisión.

Los matorrales, bosques, áreas de vegetación de transición, salinas y cuerpos de agua tienen todos valores positivos en el régimen de SE ya que, de nuevo, al ser espacios naturales se asume que la población es poca o se desarrollan muy pocas actividades que demanden de SE y así la provisión potencial es la que resalta en esta matriz de evaluación.

Tabla 6-2. Matriz de evaluación de demanda de SE para la región de estudio. La escala va de 0 = demanda no relevante; 1 = demanda poco relevante; 2 = demanda relevante; 3 = demanda medianamente relevante; 4 = demanda altamente relevante; y 5 = demanda muy altamente relevante (máximo). Basada en Burkhard y col. (2012).

Código CORINE	Clasificación CORINE	Código INEGI	Clasificación INEGI	Regulación del clima global												Cosechas										Fuentes abióticas de energía												
				Regulación del clima local	Regulación de calidad del aire	Recarga de acuíferos	Regulación de flujo de agua	Purificación de agua	Regulación de nutrientes	Regulación de erosión	Regulación de riesgos naturales	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Regulación de desechos	Biomasa para energía	Forraje	Ganado	Textiles	Madera	Leña	Pesquerías de captura	Acuicultura	Alimentos silvestres	Medicina	Agua potable	Recursos minerales	Recreación y turismo	Estética del paisaje e inspiración	Sistemas de conocimiento	Experiencias religiosas y espirituales	Herencia cultural y diversidad cultural	Herencia natural y diversidad natural						
1.1.2	Discontinuous fabric	urban_ZU	ZONA URBANA	3	5	5	5	5	4	2	1	4	2	4	2	4	4	2	4	4	2	4	3	3	1	4	4	4	5	5	3	3	4	4	3	3	2	3
2.1.1	Non-irrigated land	arable_TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	2	2	1	0	2	0	3	3	2	3	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2.1.2	Permanently irrigated land	irrigated_RA / RAS / RS	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL / AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE / AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	2	2	1	5	2	5	3	2	2	3	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	1	0	1	0	
2.4.1	Annual and permanent crops	TAP	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	1	1	1	1	1	2	5	1	3	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	
2.3.1	Pastures	PI	PASTIZAL INDUCIDO	3	1	1	0	1	2	3	1	2	1	4	4	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	
3.2.3	Sclerophyllous vegetation	PH / MDR	PASTIZAL HALÓFILO / MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.1.1	Broad-leaved forest	BQ	BOSQUE DE ENCINO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.1.2	Coniferous forest	BP / BJ / BA	BOSQUE DE PINO / BOSQUE DE TÁSCATE / BOSQUE DE OYAMEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.1.3	Mixed forest	BQP / BPQ	BOSQUE DE ENCINO-PINO / BOSQUE DE PINO-ENCINO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.2.4	Transitional shrub	woodland_Vsa/BP / Vsa/BP / Vsa/BPQ / Vsa/BPQ / Vsa/BQ / Vsa/BQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4.2.1	Salt marshes	DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5.1.2	Water bodies	H2O	CUERPO DE AGUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 6-3. Matriz de evaluación del régimen de SE para la región de estudio. La escala abarca de -5 = demanda que excede significativamente a la provisión potencial, déficit; pasando por 0 = demanda igual a la provisión, balance; y hasta +5 = provisión que excede significativamente a la demanda, excedente. Las celdas vacías indican un uso de suelo en que no hay provisión ni demanda relevantes. Basada en Burkhard y col. (2012).

Código CORINE	Clasificación CORINE	Código INEGI	Clasificación INEGI	Regulación del clima global												Cosechas										Fuentes abióticas de energía									
				Regulación del clima global	Regulación del clima local	Regulación de calidad del aire	Recarga de acuíferos	Regulación de flujo de agua	Purificación de agua	Regulación de nutrientes	Regulación de erosión	Regulación de riesgos naturales	Polinización	Control de plagas y enfermedades	Regulación de desechos	Cosechas	Biomasa para energía	Forraje	Ganado	Textiles	Madera	Leña	Pesquerías de captura	Acicultura	Alimentos silvestres	Medicina	Agua potable	Recursos minerales	Fuentes abióticas de energía	Recreación y turismo	Estética del paisaje e inspiración	Sistemas de conocimiento	Experiencias religiosas y espirituales	Herencia cultural y diversidad cultural	Herencia natural y diversidad natural
1.1.2	Discontinuous fabric	urban_ZU	ZONA URBANA	-3	-5	-5	-5	-5	-4	-2	0	-4	-1	-3	-2	-3	-4	-2	-4	-3	-3	-1	-4	-4	-4	-5	-5	-3	-2	-1	-2	-1	-1	0	-3
2.1.1	Non-irrigated land	arable_TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	-1	0	0	1	0		-2	-3	-1	-2	-2	-1	5	4	5		5					1	2			2	1	1	1		2	
2.1.2	Permanently irrigated land	RA/RAS/RS	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL / AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE / AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	-1	1	0	-5	-1	-5	-2	-2	-1	-2	-2	-1	5	0	2		4					1	2	-5		1	1	1	1		2	
2.4.1	Annual and permanent crops	TAP	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	0	1	0	0	0	-2	-4	1	-2	-1	-1	0	4	1	4	1	5					1	0	-1		2	1	1	1		2	
2.3.1	Pastures	PI	PASTIZAL INDUCIDO	-1	0	-1	1	0	-2	-2	0	-1	-1	-2	0	0	0	5		-1				2	-1	-2		5	2	2	1		2	1	
3.2.3	Sclerophyllous vegetation	PH / MDR	PASTIZAL HALÓFILO / MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1	2	2			1	3			1	2	3	4	1	2	4	
3.1.1	Broad-leaved forest	BQ	BOSQUE DE ENCINO	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	4	4	1	1		1	5	5			5	3			5	5	5	3	4	5		
3.1.2	Coniferous forest	BP / BJ / BA	BOSQUE DE PINO / BOSQUE DE TÁSCATE / BOSQUE DE OYAMEL	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	4	4	1	1		1	5	5			5	3			5	5	5	3	4	4		
3.1.3	Mixed forest	BQP / BPQ	BOSQUE DE ENCINO-PINO / BOSQUE DE PINO-ENCINO	5	5	5	2	3	5	5	5	4	4	5	5	1	1		2	5	5			5	3			5	5	5	3	4	5		
3.2.4	Transitional woodland shrub	Vsa/BP / Vsa/BP / Vsa/BPQ / Vsa/BPQ / Vsa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO / VEGETACIÓN / SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO / VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	2	2	1		1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	2				1	1			1	2	3	4	1	2	2
4.2.1	Salt marshes	DV	SIN VEGETACIÓN APARENTE	1	1			1	1	2	1	4	1	2	2			2	2						1				3	2	3		2	2	
5.1.2	Water bodies	H2O	CUERPO DE AGUA	1	2		2	5	2	3		3		3	5	1										5		1	5	4	4	2	3	3	

Los valores que presenta cada tipo de cobertura de suelo son, sin embargo, diferentes. Los matorrales presentan valores bajos en SE de regulación y aprovisionamiento ya que el tipo de vegetación dominante contribuye en menor medida a la provisión de estos, comparativamente con áreas de mayor provisión como son los bosques o terrenos agrícolas; las áreas de transición sucesional tienen valores similares por los mismos motivos. Los bosques presentan el mayor conglomerado de valores positivos y altos, debido a su importante participación en los ciclos naturales de regulación, así como a su valor estético, turístico y de recreación; se presentan también celdas vacías, puesto que se asume que no se provee ni demanda de cosechas o ganado en estas áreas. Las áreas de salinas, el llano, tiene una aportación positiva al régimen de SE, aunque su nivel de provisión sea más bien bajo (provisión un poco mayor a la demanda).

Resumiendo estas observaciones, la matriz de evaluación del régimen de SE presenta una clara tendencia de déficit de SE en espacios transformados para uso humano intensivo (esto es, áreas urbanas y agropecuarias), mientras que los terrenos que conservan un “estado natural” se caracterizan por una provisión potencial que excede a la demanda de SE, esto debido a un menor grado de intervención humana, que permite mantener las funciones y estructuras del ecosistema de manera funcional.

Cambios en el régimen de SE

Hasta ahora, se ha explicado la provisión potencial y demanda de SE en la región de estudio con base a una metodología ya establecida que permite, de manera fácil y aproximada, explorar el estado natural de una región y reconocer la posibilidad de que exista un déficit o excedente de provisión de SE. Sin embargo, este proyecto de investigación trata el cambio potencial que existirá durante y después de la instalación de un proyecto de industrialización a gran escala en una zona tradicionalmente rural, por lo que es necesario incorporar una dimensión temporal a la imagen que presenta el régimen de SE.

Se desarrolló una serie de matrices de cambio en el régimen de SE en las que se compara el uso de suelo actual (las filas) con los usos de suelo potenciales (las columnas); el valor de la celda en donde se cruza un uso de suelo con otro representa el cambio que ocurriría al darse dicha transformación en el terreno. La idea detrás de esta herramienta es una ecuación de cambio simple con la que se comparan la provisión actual y la proyectada en un valor de 0 a 5. A continuación, se muestra el procedimiento para obtener la matriz de cambio en la provisión de SE:

$$\Delta pSE = pSE_f - pSE_0$$

En donde: ΔpSE representa el valor de cambio en la provisión de SE, el valor en cada celda de la matriz;

pSE_f representa el valor futuro de provisión de SE dado un cambio en uso o cobertura de suelo; y

pSE_0 representa el valor de provisión de SE en el uso o cobertura de suelo actual.

La matriz de cambio en la demanda compara este parámetro para los usos de suelo actual y proyectado, en un valor de 0 a 5. Para calcularla, se utiliza un razonamiento similar al de la matriz de cambio de provisión:

$$\Delta dSE = dSE_f - dSE_0$$

En donde: ΔdSE representa el valor de cambio en la demanda de SE, el valor correspondiente a la celda de la matriz;

dSE_f representa el valor futuro de demanda de SE después de que ocurra un cambio en el uso o cobertura de suelo; y

dSE_0 representa el valor de demanda de SE dado el uso o cobertura de suelo actual.

Por último, la matriz de balance expone la variación total que existirá entre el uso de suelo actual y el proyectado. Esta es la herramienta más importante del conjunto de matrices de cambio ya que informa sobre la alteración potencial al régimen de SE desde antes de efectuar cualquier transformación al uso o cobertura de suelo existente. Conjuntar esta herramienta con la elaboración de mapas basados en escenarios puede ayudar a tomadores de decisiones a desarrollar planes de desarrollo informados, integrales y sustentables.

La matriz de balance tiene un rango de -10 a 10, en el que -10 representa un cambio de uso de suelo en el que se pierde provisión potencial y se aumenta la demanda, 0 explica una transformación en la que las variaciones en provisión y demanda se equilibran, y se usa 10 en el caso de que aumente la provisión y disminuya la demanda. Este valor se calcula como sigue:

$$\Delta bSE = \Delta pSE - \Delta dSE$$

En donde: ΔbSE representa el cambio total en la presencia de SE debido a una transformación en el uso o cobertura de suelo.

Para ejemplificar la utilidad potencial de esta herramienta se presenta en las Figuras 6-2 a 6-4 una serie de mapas en los que destaca las transformaciones de uso y cobertura de suelo entre los años 2013 y 2017, considerando además el crecimiento de áreas urbanas contemplados en el PSDUS (Idom, 2014)⁸, por lo que se proyectan cambios hasta el año 2020. A continuación, las Figuras 6-5 a 6-7 muestran la variación de los regímenes de SE para tres servicios tomados como ejemplo; estos mapas aplican las matrices de balance, para exponer de manera clara como varían la provisión y demanda de SE debido a los cambios en uso y cobertura de suelo. Las matrices de cambio en provisión y demanda, así como las matrices de balance pueden consultarse como Anexo en este trabajo de investigación.

Los cambios previsibles en el área de estudio, como consecuencia del desarrollo industrial motivado por Audi y de planes como el PSDUS, apuntan principalmente al establecimiento de Ciudad Modelo, la conurbación de Rafael Lara Grajales con Nopalucan, así como de Mazapiltepec de Juárez con

⁸ Ver capítulo 5

Soltepec, y el crecimiento urbano en localidades como San José Chiapa y Cuapixtla debido a su cercanía con desarrollos industriales. Huamantla es considerado un posible foco de desarrollo, debido a la presencia del parque industrial Xicohtencatl II, lo que facilitaría a nuevas empresas a establecerse en sus cercanías. Hay, sin embargo, otros cambios que se aprecian a simple vista: al sureste del mapa de 2013 hay un terreno de pastizal inducido que para 2017 es considerado como vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, así como un área de agricultura de temporal que pasa a ser agricultura de riego anual y semipermanente. Los cambios marcados sobre los terrenos de la laguna de Totolcingo, de salares en 2013 a agua en 2017, hay que considerarlos intermitentes debido a la temporalidad del agua en la zona. En la Tabla 6-4 se presenta un resumen de los cambios de cobertura de suelo a suelo urbano, el que mayor demanda de SE presenta.

Tabla 6-4. Área total de distintos usos y coberturas de suelo transformados con fines urbanos. Con información de INEGI (2013, 2017).

Uso y cobertura de suelo 2013	Área	Uso y cobertura de suelo 2013	Área
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	2.5 ha	Agricultura de temporal anual y permanente	986 ha
Bosque de pino	15 ha	Matorral desértico rosetófilo	30 ha
Agricultura de riego	607 ha	Pastizal halófilo	881 ha
Agricultura de temporal anual	3114 ha	Total	5635.5 ha

6.2 SUSTENTABILIDAD EN LA REGIÓN DE SAN JOSÉ CHIAPA

En trabajos anteriores (Martija Martínez, 2010; Sanchez-Porras, 2013) se ha expuesto la necesidad de considerar la sustentabilidad en áreas urbanas como la cualidad de permanencia y autosuficiencia de estas con base a dimensiones que representen aspectos sociales, económicos y medioambientales en lo que Martija entiende como el lugar, la forma y el acto de la ciudad. La preocupación explícita de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin afectar la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987) mantiene un enfoque de sustentabilidad social, el acto de la ciudad. La necesidad de mantener el ambiente funcionando dentro de los límites que permitan que este siga sosteniendo a las sociedades humanas, denota un enfoque de sustentabilidad del lugar o ambiental. Por último, este aprovechamiento de recursos para satisfacer las necesidades presentes y futuras está ligado al enfoque económico de la sustentabilidad, la sustentabilidad de la forma que toma.

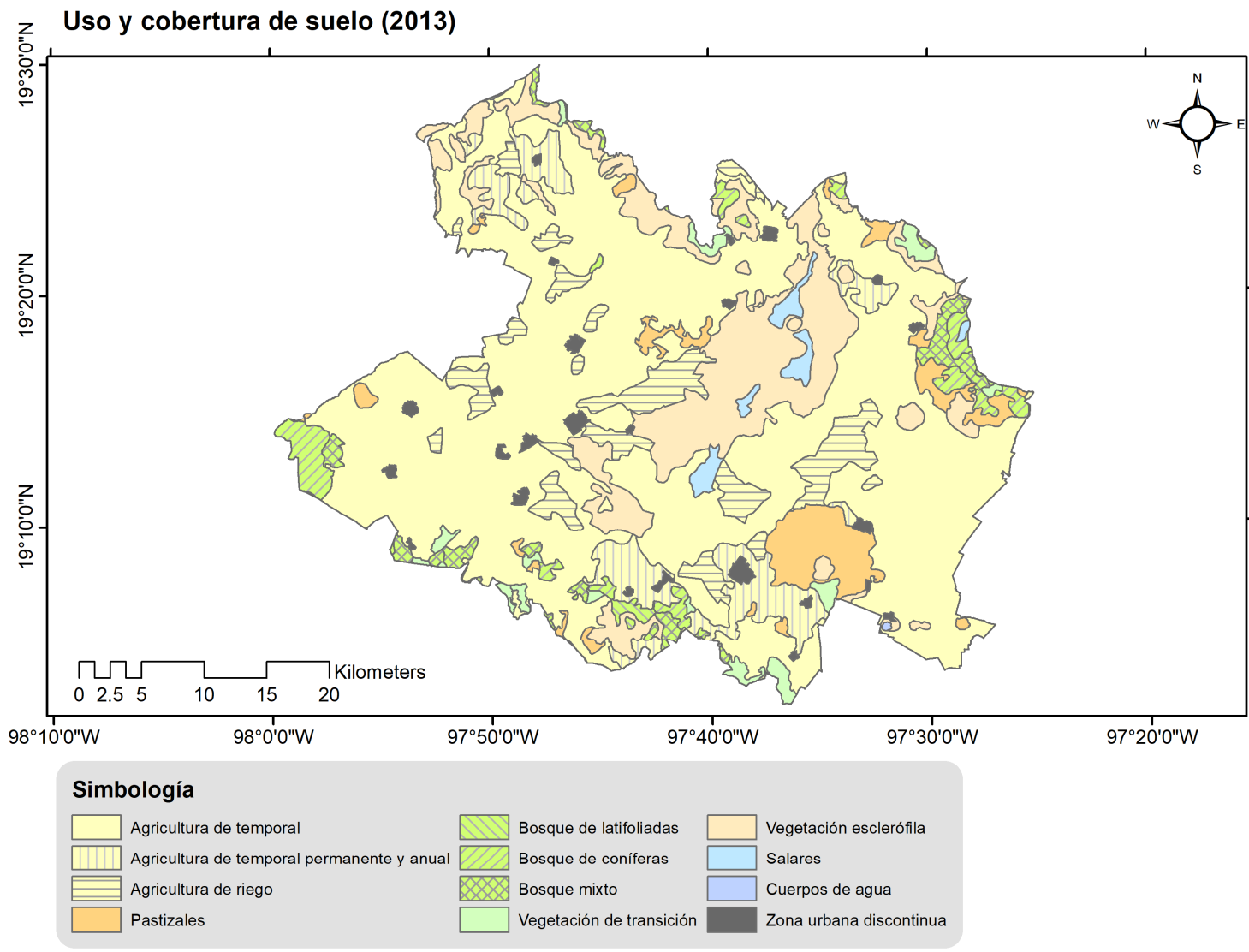


Figura 6-2. Mapa de uso y cobertura de suelo en la región de estudio en el año 2013, antes del anuncio del plan de industrialización de Audi en la región. Con información de INEGI (2013).

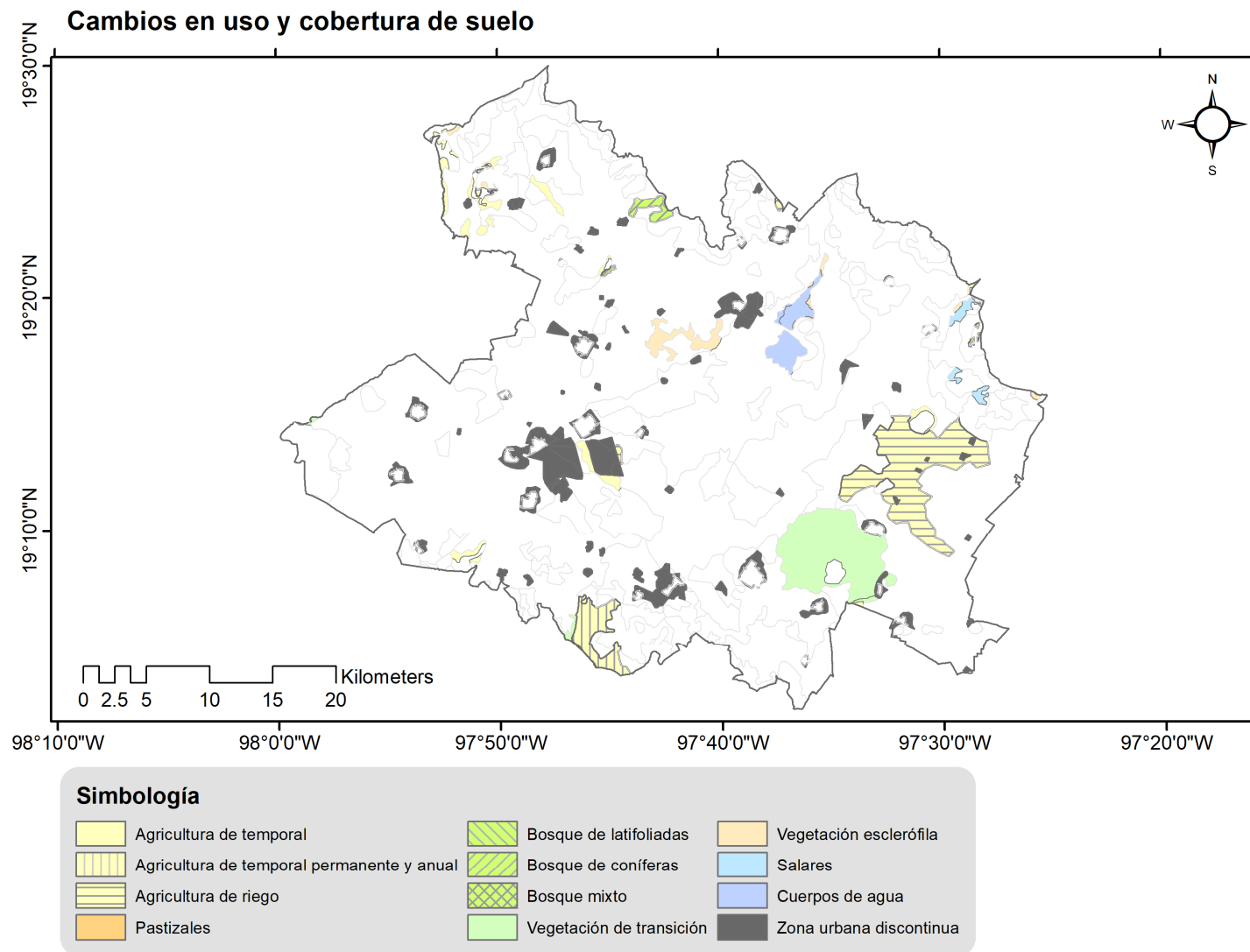


Figura 6-3. Mapa de cambio en el uso y cobertura de suelo en la región de estudio entre los años 2013 y 2020. Se presentan los cambios propuestos en el PSDUS, por lo que se proyectan cambios hasta 2020. La simbología marca el uso o cobertura de suelo en que se transforma un terreno. Con información de INEGI (2013, 2017) e IDOM (2014).

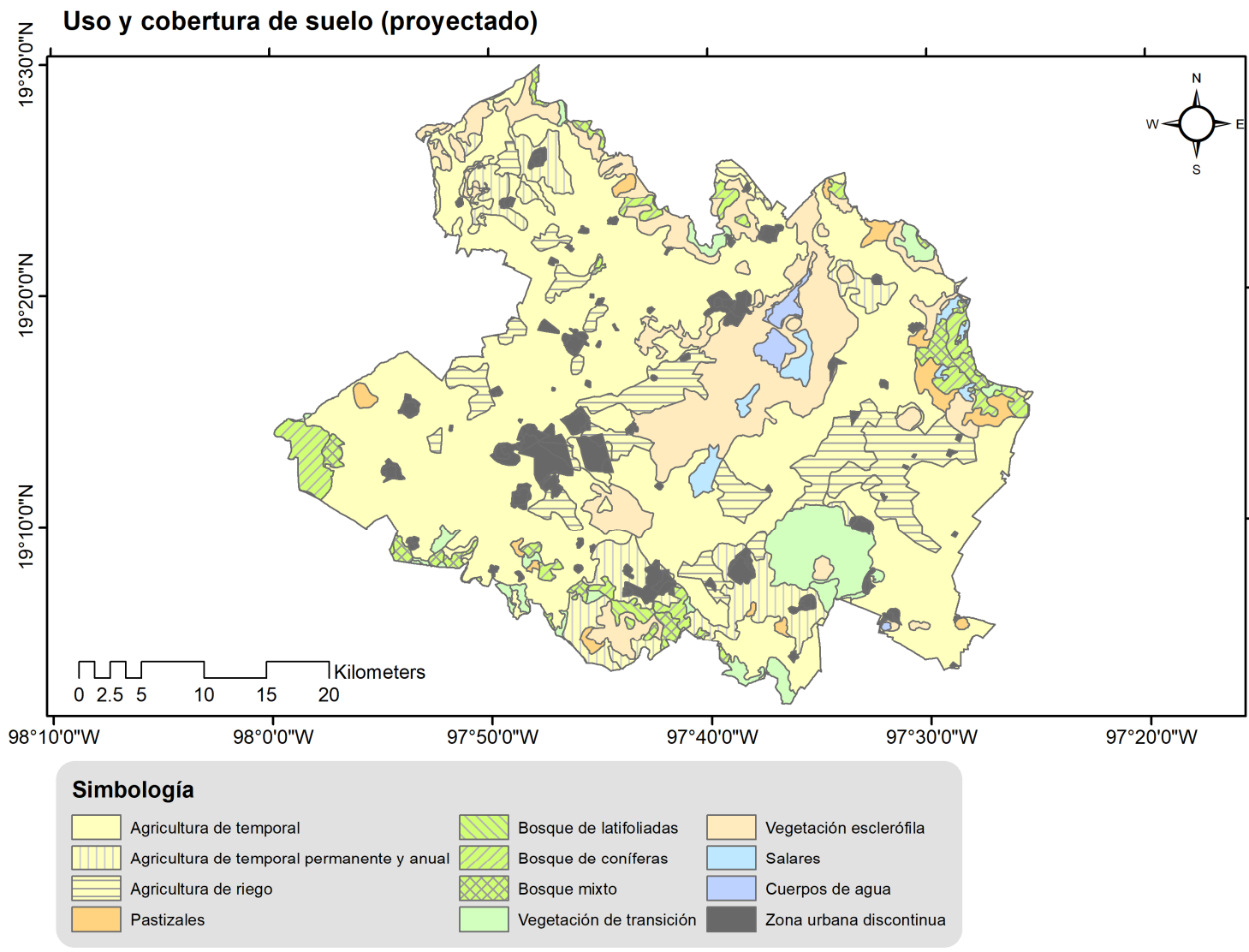


Figura 6-4. Mapa de uso y cobertura de suelo proyectado al año 2020 de acuerdo a la propuesta del PSDUS. Con información de INEGI (2017) e IDOM (2014).

Balance de SE: Recarga de acuíferos

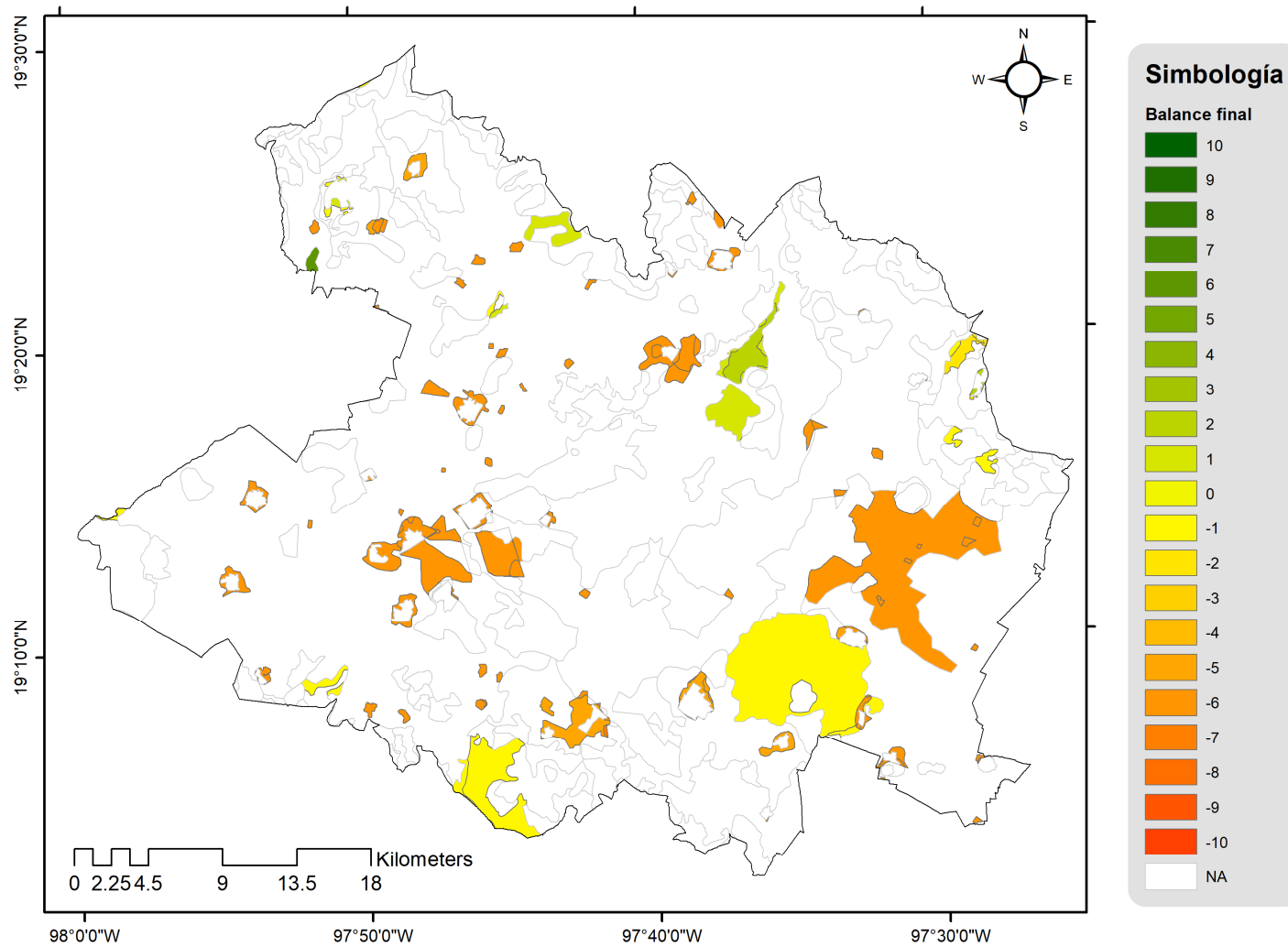


Figura 6-5. Mapa de balance de provisión y demanda del SE recarga de acuíferos. La escala abarca de -10 a 10, en donde -10 señala muy alto incremento en demanda y muy alta reducción de provisión, 0 indica balance entre los cambios de demanda/provisión, y 10 refleja muy alto incremento en provisión y muy alta reducción en demanda. Con información de INEGI (2013, 2017).

Balance de SE: Cosechas

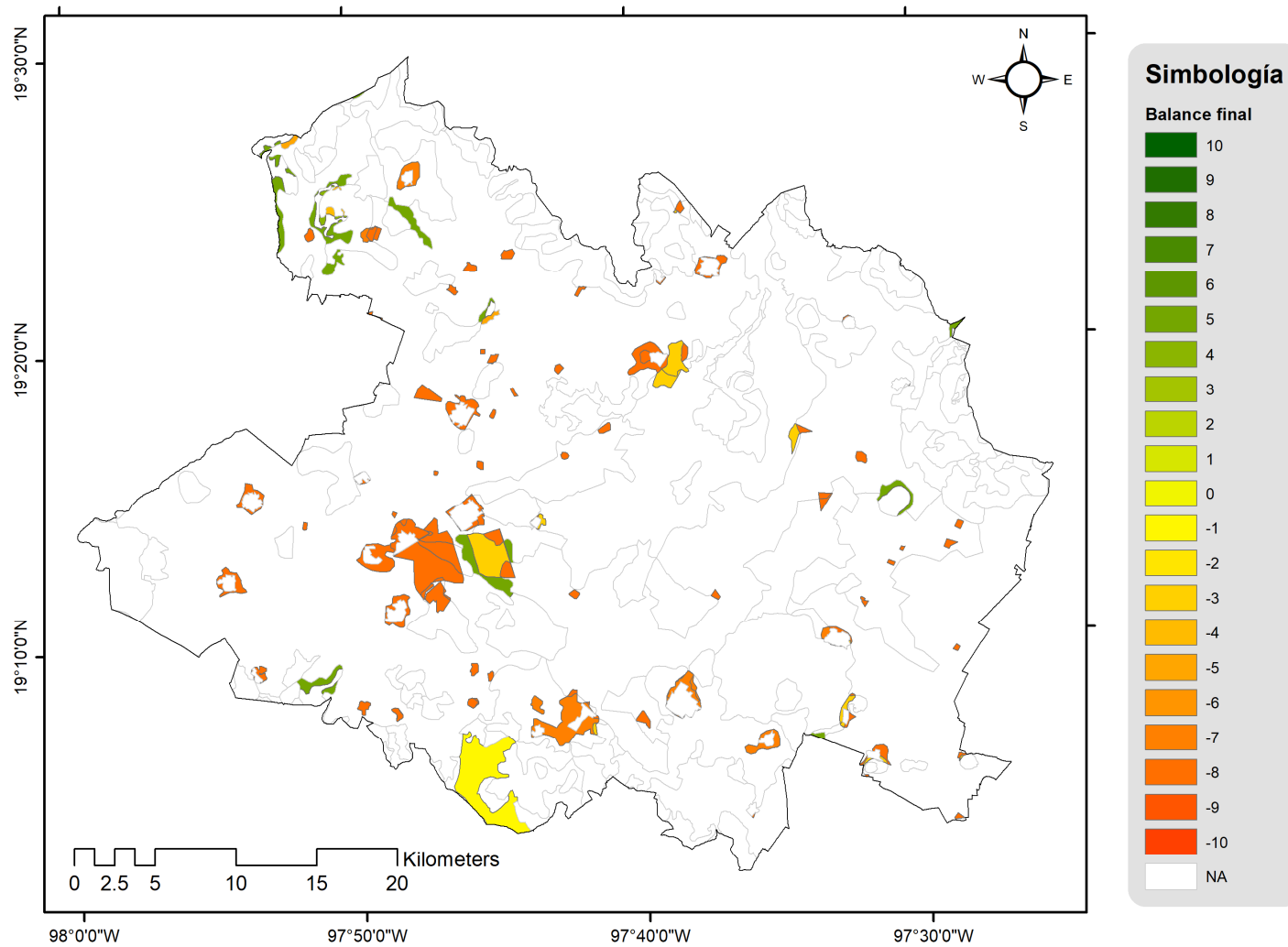


Figura 6-6. Mapa de balance de provisión y demanda del SE cosechas. La escala abarca de -10 a 10, en donde -10 señala muy alto incremento en demanda y muy alta reducción de provisión, 0 indica balance entre los cambios de demanda/provisión, y 10 refleja muy alto incremento en provisión y muy alta reducción en demanda. Con información de INEGI (2013, 2017).

Balance de SE: Estética del paisaje e inspiración

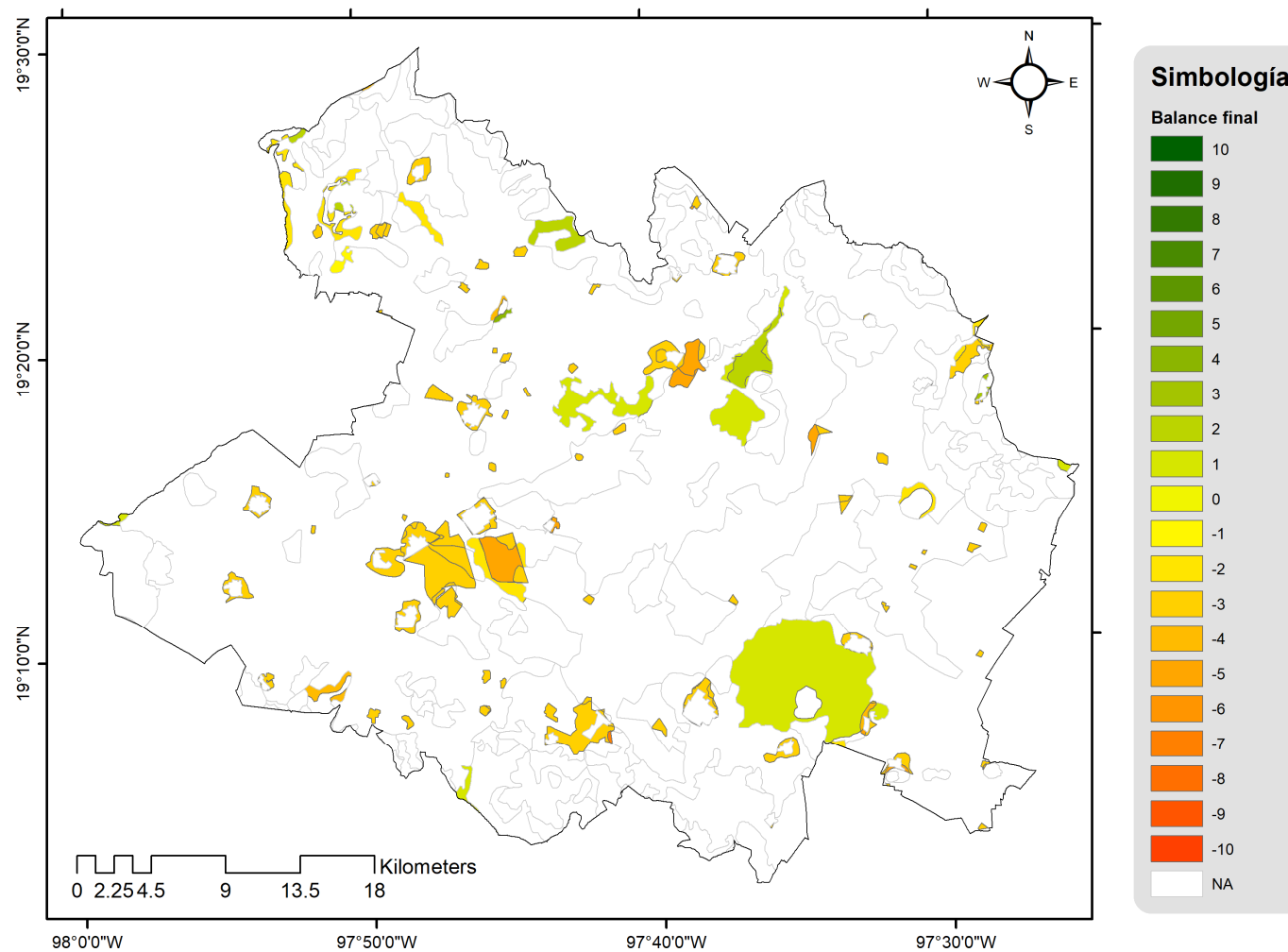


Figura 6-7. Mapa de balance de provisión y demanda del SE estética del paisaje e inspiración. La escala abarca de -10 a 10, en donde -10 señala muy alto incremento en demanda y muy alta reducción de provisión, 0 indica balance entre los cambios de demanda/provisión, y 10 refleja muy alto incremento en provisión y muy alta reducción en demanda. Con información de INEGI (2013, 2017).

Por otra parte, Luederitz y col. (2013) consideran que para lograr una sustentabilidad urbana es necesario establecer dicha cualidad en las partes que componen la urbe: las comunidades o barrios, debido a la interdependencia que existe entre ellos y la repercusión en el conjunto que puede tener el interés individual por desarrollarse de manera sustentable. Los autores establecen nueve principios integrados para el desarrollo sustentable a nivel de comunidad, que se enlistan en la Tabla 6-5. Es importante resaltar la posibilidad de integrar estos principios con las dimensiones de sustentabilidad de Martija (2010), puesto que apuntan a escalas diferentes de un mismo tema.

Tabla 6-5. Principios integrados para el desarrollo sustentable en comunidades y su comparación con las dimensiones de la sustentabilidad urbana. Con información de Luederitz y col. (2013) y Martija (2010).

Principios integrados para el desarrollo sustentable a nivel comunidad	Dimensiones de la sustentabilidad urbana
Desarrollar sistemas humano-ambiente armónicos	Acto
Metabolismo urbano sustentable	Forma
Construcción ambientalmente benigna, utilizando materiales locales y sustentables	Lugar
Abastecimiento para una comunidad habitable y vibrante	Forma
Desarrollo compacto y movilidad integrada	Lugar
Abastecimiento para comunidades resilientes	Forma
Gobernanza y empoderamiento de los residentes	Acto
Satisfacción de necesidades humanas	Acto
Consideración del impacto de la comunidad en el entorno	Lugar

Un proyecto de desarrollo a gran escala, para poder ser considerado como sustentable, debería acatar las tres dimensiones ya mencionadas. Sin embargo, como explica Martija, la evaluación de la sustentabilidad presenta rangos de cumplimiento que hacen que la clasificación de “sustentable” no sea un concepto fijo, con valores exactos, sino una construcción variable cuyo grado depende del contexto y situación particular de cada proyecto a evaluar. Este proyecto de investigación, al estar enfocado en el análisis de SE, aborda principalmente la dimensión ambiental, el lugar que sienta la base para el acto y la forma que tomarán las comunidades urbanas en la región.

Potencial de sustentabilidad

La interdependencia de los elementos que conforman una urbe dificulta el desarrollo sustentable y hace necesario conformar condiciones que no siempre son las ideales. Dentro de los objetivos del desarrollo sustentable (United Nations, 2015) se enlistan “promover el crecimiento económico

sostenido, inclusivo y sostenible...”, así como “*garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*” como objetivos 8 y 12; sin embargo, es necesario considerar hasta qué punto la sociedad estará dispuesta a sacrificar otros objetivos enfocados a cuestiones ambientales como son gestión sostenible del agua, medidas para combatir el cambio climático o el uso sostenible de ecosistemas terrestres (esto es, los objetivos 6, 13 y 15), a costa de enfocarse en objetivos de desarrollo económico.

Por ello, es importante desarrollar herramientas, como las matrices de balance, que provean de información precisa puntual, y fácil de entender, que ayude a los tomadores de decisiones a darse cuenta de las posibles consecuencias que tiene la omisión de alguna dimensión en los planes de desarrollo, y como al enfocarse en una o dos dimensiones pueden pasar por alto consecuencias involuntarias que lleguen incluso a comprometer la seguridad de las comunidades que están planeando.

Una vez entendidas las consecuencias potenciales, se procede a buscar casos de ciudades o países en donde los procesos de urbanización han desembocado en transformaciones no deseadas, así como las distintas formas en que han lidiado con ellas. La inclusión de ideas de mitigación durante la fase de planeación puede ahorrar a una nueva ciudad de la necesidad de parchar o implementar soluciones *ex post* que sean más caras o difíciles de implementar. A continuación, se presentan algunas de estas ideas con el objetivo de sentar un precedente a la planeación de la urbanización en la región de San José Chiapa.

6.3 RECOMENDACIONES A FUTURO

Como se estableció previamente, la relación entre el uso y cobertura de suelo con la provisión de SE se debe a la existencia de vegetación distribuida de manera más o menos continua que permita la ocurrencia de ciclos naturales esto es, la presencia de estructuras y funciones del ecosistema.

El desarrollo de cobertura vegetal en la ciudad tiene varios beneficios que van más allá del evidente embellecimiento (SE estética del paisaje) del lugar, Armson y col. (2013) desarrollaron un experimento en el que encontraron que parcelas cubiertas de pasto o con un árbol en medio podían capturar e infiltrar más agua de lluvia que una parcela pavimentada del mismo tamaño (SE control del flujo de agua, SE recarga de acuíferos). Berland y col. (2017) señalan que además de control del flujo de agua, la presencia de árboles en las calles presta “servicios auxiliares” como: incremento al valor de las propiedades (¿SE herencia cultural?) reducción de ruido y mitigación de contaminación en suelos y agua subterránea mediante fitorremediación (SE regulación de desechos). Vailshery y col. (2013) analizaron el efecto que tienen los árboles de la calle sobre la temperatura (SE regulación del clima local) y la contaminación atmosférica (SE control de calidad del aire), encontrando

diferencias de hasta 27.5°C en la temperatura de la superficie del asfalto en calles con y sin arbolado, así como hasta el doble de material particulado en calles deforestadas.

Al expandir la escala espacial con respecto a los estudios mencionados se encuentran estudios como el de Jauregui (1991), que analiza los beneficios que tiene el bosque de Chapultepec para Tacubaya debido a que se encuentra ubicada al sur del mismo, en la dirección que corre el viento, y por ello reporta temperaturas más bajas y mayor humedad atmosférica, en comparación con las áreas al norte del bosque urbano (SE regulación del clima local). Por otra parte, Strohbach y Haase (2012), así como Zhao y col. (2015) reportan la importancia que tiene la presencia de parques y bosques urbanos en el proceso de secuestro de carbono (SE regulación del clima global, SE regulación de la calidad del aire).

McLain y col. (2014) describen el potencial que tienen los parques para proporcionar alimento (SE alimento silvestre) o plantas medicinales (SE medicina o productos bioquímicos) a quienes se internan en ellos con los conocimientos suficientes. Pero, la recolección no es la única forma de obtener alimento en las ciudades (SE cosechas), la agricultura urbana y periurbana presenta una alternativa real a la importación de alimentos, además de proporcionar servicios culturales, como reportan Opitz y col. (2016) o Rosol y Schweizer (2012) (SE sistemas de conocimiento, SE recreación, SE herencia cultural) y hasta de regulación si los residuos orgánicos urbanos se compostan para ser usados como fertilizante (SE regulación de desechos).

Por último, México tiene una relación histórica de omisión para con sus aguas superficiales: los ríos en las ciudades han sido contaminados, para después ser entubados y finalmente olvidados en la oscuridad del subsuelo; los lagos son receptores de toda esta polución y por ello en lugar de ser áreas de disfrute de convivencia, además de importancia ecológica, son proyectos de mitigación que se quedan en proyecto. Sin embargo, esto no debe ser un impedimento para abogar por ellos, más aún sabiendo la importancia que tienen en cuanto a provisión de SE como regulación del flujo de agua, purificación de agua, recreación y turismo, acuicultura, etc. Trabajos como el de Jujnovsky y col. (2010; 2012) en la ciudad de México, u Olgún y col. (2017) en Xalapa pueden servir como inspiración para rescatar nuestros cuerpos de agua y con ellos los SE que proporcionan.

Para concluir esta sección se rescata una idea de Berland y col. (2017): es importante que si se van a planear e implementar alguna de las soluciones que aquí se mencionan, se considere en ello cuestiones ambientales y de contexto. No se puede plantar árboles por plantar árboles, hay que saber cuál y cómo, de modo que no se haga reforestación de una zona seca o semiseca con vegetación que tenga altos índices de demanda de agua y que el plan de aumentar los SE acabe causando “deservicios ecosistémicos” (*ecosystem disservices*, en inglés).

BIBLIOGRAFÍA

- Armson, D., Stringer, P., & Ennos, A. R. (2013). The effect of street trees and amenity grass on urban surface water runoff in Manchester, UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, *12*(3), 408–415. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.04.001>
- Berland, A., Shiflett, S. A., Shuster, W. D., Garmestani, A. S., Goddard, H. C., Herrmann, D. L., & Hopton, M. E. (2017). The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and Urban Planning*, *162*, 167–177. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. *Medicine, Conflict and Survival*, *4*(1), 300. <http://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, *21*, 17–29. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology*, 110–139. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>
- Idom. (2014). *Programa Subregional de Desarrollo Urbano Sustentable*. Mexico, Mexico. Recuperado a partir de <https://www.idom.com/es/proyecto/ciudad-modelo-para-un-crecimiento-planificado/>
- INEGI. (2013). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie V (Capa Unión). *Recursos naturales*. Land use / land cover map, INEGI. Recuperado a partir de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/ususuelo/>
- INEGI. (2017). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000, Serie VI (Capa Unión). *Recursos naturales*. Land use / land cover map, INEGI. Recuperado a partir de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359>
- Jauregui, E. (1991). Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. *Energy and buildings*, *15*(3), 457–463. Recuperado a partir de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037877889090021A#!>
- Jujnovsky, J., Almeida-Leñero, L., Bojorge-García, M., Monges, Y. L., Cantoral-Uriza, E., & Mazari-Hiriart, M. (2010). Hydrologic ecosystem services: water quality and quantity in the Magdalena River, Mexico City. *Hidrobiológica*, *20*(2), 113–126.
- Jujnovsky, J., González-Martínez, T. M., Cantoral-Uriza, E. A., & Almeida-Lenero, L. (2012). Assessment of water supply as an ecosystem service in a rural-urban watershed in southwestern Mexico city. *Environmental Management*, *49*(3), 690–702. <http://doi.org/10.1007/s00267-011-9804-3>
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N. (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy*, *29*(3), 521–535. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.07.008>
- Luederitz, C., Lang, D. J., & Von Wehrden, H. (2013). A systematic review of guiding principles for sustainable urban neighborhood development. *Landscape and Urban Planning*, *118*(null), 40–52. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.06.002>
- Martija Martínez, M. (2010). Un modelo conceptual y método de medición de la sustentabilidad. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, *69*(marzo/abril), 122–138. Recuperado a partir de <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/345/345>
- McLain, R. J., Hurley, P. T., Emery, M. R., & Poe, M. R. (2014). Gathering “wild” food in the city: rethinking

- the role of foraging in urban ecosystem planning and management. *Local Environment*, 19(2), 220–240. <http://doi.org/10.1080/13549839.2013.841659>
- Meacham, M., Queiroz, C., Norström, A. V., & Peterson, G. D. (2016). Social-ecological drivers of multiple ecosystem services: What variables explain patterns of ecosystem services across the Norrström drainage basin? *Ecology and Society*, 21(1). <http://doi.org/10.5751/ES-08077-210114>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. (J. Sarukhán, A. Whyte, & MA Board of Review Editors, Eds.). Washington, D.C.: Island Press. <http://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Olguín, E. J., Sánchez-Galván, G., Melo, F. J., Hernández, V. J., & González-Portela, R. E. (2017). Long-term assessment at field scale of Floating Treatment Wetlands for improvement of water quality and provision of ecosystem services in a eutrophic urban pond. *Science of the Total Environment*, 584–585, 561–571. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.072>
- Opitz, I., Berges, R., Piorr, A., & Krikser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 341–358. <http://doi.org/10.1007/s10460-015-9610-2>
- Rosol, M., & Schweizer, P. (2012). Ortoloco Zurich: Urban agriculture as an economy of solidarity. *City*, 16(6), 713–724. <http://doi.org/10.1080/13604813.2012.709370>
- Sanchez-Porras, A. (2013). *A study on an improvement in walkability, within Mexican neighborhoods, and its effects on local sustainability*. Christian-Albrechts-Universität-zu-Kiel.
- Strohbach, M. W., & Haase, D. (2012). Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city. *Landscape and Urban Planning*, 104(1), 95–104. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.001>
- United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *General Assembly 70 session, 16301*(October), 1–35. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Vailshery, L. S., Jaganmohan, M., & Nagendra, H. (2013). Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(3), 408–415. <http://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.03.002>
- Zhao, C., Sander, H. A., & Bond-Lamberty, B. (2015). Quantifying and mapping the supply of and demand for carbon storage and sequestration service from urban trees. *PLoS ONE*, 10(8). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0136392>

7. Conclusiones generales

La relación necesaria entre la sociedad y su entorno, que es tema de estudio en las Ciencias Ambientales, se explora a profundidad en este trabajo de investigación que trata sobre los cambios en provisión y demanda de servicios ecosistémicos. La implementación del modelo de matriz de evaluación para la provisión, demanda y régimen de servicios ecosistémicos sirve para demostrar de manera gráfica pero puntual el estado en que se encuentra la provisión de SE en la región de estudio. Al incorporar una escala temporal al proyecto de investigación se resalta la dinámica inherente a los sistemas humanos y naturales, en continua transformación. Las matrices de cambio y balance exploran esta dimensión al explicitar las pérdidas o ganancias en el régimen de SE.

Respondiendo a las preguntas de investigación planteadas en un inicio se asegura que el uso y cobertura de suelo son factores determinantes en la provisión y demanda de SE, puesto que del estado de este dependen el funcionamiento de las estructuras del ecosistema que dan soporte a estos servicios. En la región de estudio, se da un cambio de uso de suelo que tiende a la urbanización, aunque no es un proceso de rápida urbanización, como se había planteado en un inicio. Es importante resaltar, sí existe un proceso de transformación con el que de 2013 a lo planteado en el PSDUS se convierten más de 5,600 hectáreas de varios usos de suelo a urbano, lo que representa más de 10 veces de lo usado para establecer la plataforma industrial de Audi, sin embargo, al considerar la totalidad del área de estudio, esta cifra representa menos del 5%.

El impacto que tiene el proceso de industrialización en la zona se diluye entre la totalidad de los catorce municipios que fueron seleccionados como área de análisis, principalmente por las grandes extensiones de terreno dedicadas a la agricultura en la región. Por ejemplo, si bien en un principio se pensó que la transformación de áreas agrícolas a urbano-industriales causaría desabastos de agua en la zona, durante el proceso de investigación se descubrió que la mayor cantidad de concesiones de agua en la región, y por lo tanto el uso registrado, está otorgado con fines de riego en agricultura. Así pareciera que las transformaciones impulsadas por la industrialización en San José Chiapa no tienen mayor repercusión, sin embargo, esta existe sólo que está en una escala menor a la considerada. Respondiendo a la segunda pregunta de investigación, el impacto del proceso de industrialización impulsado por Audi a la provisión y demanda de SE está, pero es más local de lo que se planteó como hipótesis.

Este trabajo de investigación relata el trayecto que llevó a identificar el régimen de SE, determinar cambios de uso y cobertura de suelo y analizar el proceso de industrialización automotriz en San José Chiapa a través de herramientas que han sido enlazadas *ad-hoc* para este proyecto. Las historias de vida y salidas de campo que logran la interiorización y conocimiento de la zona de estudio se unen para dar sentido a la evaluación de imágenes satelitales y cartas topográficas que

no podrían ser interpretadas sin un entendimiento del lugar que representan. El trabajo de determinación de la presencia de SE, así como el desarrollo de las matrices de evaluación de cambio y balance, fueron alimentados por la información adquirida de primera mano en el lugar de estudio y con ello cierran una descripción en la que lo cualitativo y lo cuantitativo se juntan para detallar la zona de estudio y sus posibilidades. Por último, la propuesta de establecer soluciones de mitigación desde la fase de planeación responde a este potencial, el desarrollo de una nueva ciudad y el crecimiento sin par que se verá en la zona pueden mejorar muchas cosas, pero sólo si se sabe qué arreglar.

La literatura que soporta este estudio es amplia y variada, si bien la expansión del conocimiento sobre el tema de SE no es uno de los objetivos de esta investigación, sí es un pilar que sostiene la labor de la misma. En aras de fortalecer este estudio se participó en varios foros académicos en los que se difundían teorías, metodologías y estrategias que sorprenden por la innovación y variedad de enfoques presentados. Los SE como área de estudio tienen aún mucho potencial de crecimiento, por una parte, aún falta información por desarrollar, pero además, por la relevancia que tiene el tema en el futuro del mundo y sus humanos. La sociedad completa depende de la conservación y / o el adecuado manejo de los recursos naturales, y al mismo tiempo la sociedad completa tiende a la urbanización. La integración de las áreas urbanas a su entorno (esto es, el retorno a la naturaleza) significará el reforzamiento de estructuras y funciones del ecosistema que puedan mantener los SE que salvaguarden la vida como la conocemos.

La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra.