



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

**"ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES PARA LA TRANSFORMACIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD
EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 2000-2018"**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**

PRESENTA:

ARCELIA AMARANTA MORENO UNDA

DRA. MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA (TUTORA PRINCIPAL)
CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRAFICOS, URBANOS Y AMBIENTALES, COLMEX
DRA. SOPHIE ÁVILA FOUCAT (CO-TUTORA)
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, UNAM
DRA. LUCIA ALMEIDA LEÑERO (MIEMBRO DEL COMITÉ TUTOR)
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, OCTUBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 91 del 16 de mayo del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Moreno Unda Arcelia Amaranta** con número de cuenta **300117833**, con la tesis titulada “Análisis de las condiciones para la transformación hacia la sostenibilidad en el suelo de conservación de la Ciudad de México, 2000- 2018”, bajo la dirección de la Dra. María Perevochtchikova y la Dra. Véronique Sophie Avila Foucat.

PRESIDENTA: DRA. GABRIELA DE LA MORA DE LA MORA
VOCAL: DR. JOSÉ MAURICIO GALEANA PIZAÑA
SECRETARIO: DRA. LUCÍA ORALIA ALMEIDA LEÑERO
VOCAL: DR. RAFAEL CALDERÓN CONTRERAS
VOCAL: DR. JOSÉ ÁLVARO HERNÁNDEZ FLORES

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cd. Universitaria, Cd. Mx., 14 de septiembre de 2023.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Contenido

Agradecimientos	8
Resumen	11
Abstract.....	11
i) Introducción	12
Preguntas de investigación.....	13
Hipótesis.....	14
Objetivos de la investigación.....	14
Capitulado de la tesis	15
i) Referencias:.....	16
Capítulo 1. Marco teórico.....	21
1.1.- Los sistemas socioecológicos	21
1.1.1.- Periferias urbanas como SSE.....	23
1.2.- Gobernanza	25
1.2.1.- Teoría de gobernanza en redes.....	26
1.2.2.- Teoría de gobernanza multinivel/multiescalar	28
1.2.3.- Cuerpo teórico de Ostrom y gobernanza policéntrica.....	29
1.2.4.- Teoría de Gobernanza Adaptativa	33
1.3.- Modelos de transformación de gobernanza	35
Referencias Capítulo 1.....	41
Capítulo 2. Propuesta metodológica	52
2.1.-Escuelas y metodologías que analizan la transformación socio-ecológica.....	52
2.2.- Análisis de Redes Sociales (ARS).....	55
2.2.1.-Origen y ARS en México.....	55
2.2.2.-Elementos de una red	56
2.3.-Construcción de una red.....	59
2.3.1.-Recopilación y sistematización de la información	59
2.3.2.-Análisis en software especializado	62
2.4.-ARS en vínculo con los supuestos teóricos en la gobernanza	63
2.4.1.-Variables de transformación en la estructura de gobernanza	64
2.5.-Propuesta del ARS para el caso de estudio.....	65
2.5.1.-Recopilación y sistematización de la información	65
2.5.2.-Análisis en el software.....	66

Referencias Capítulo 2.....	67
Capítulo 3. Caso de estudio	72
3.1 Historia y ubicación	72
3.2 Sistema socioecológico del caso de estudio	73
3.2.1 Subsistema ecológico.....	73
3.2.2 Subsistema social.....	77
3.3 Interacciones socioecológicas.....	72
3.3.1 Servicios ecosistémicos.....	72
3.3.2 Problemáticas socioecológicas.....	75
3.3.3 Política pública ambiental en el SC	76
Capítulo 3. Referencias.....	78
Capítulo 4. Diagnóstico de los Incentivos Directos de Conservación	88
4.1 Primeras acciones de conservación SXX	88
4.1.1 Primera mitad del SXX	88
4.1.2 Segunda mitad del siglo XX	89
4.2 Instrumentos actuales de política pública ambiental	90
4.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).....	90
4.2.2 Unidades de Manejo para Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	94
4.2.3 Incentivos directos de conservación (IDC).....	94
4.3. IDC en el Suelo de conservación	97
4.3.1 Apoyos Federales de CONAFOR	97
4.3.2 Apoyos locales CDMX de SEDEMA	99
4.4 Diagnóstico de IDC en el Suelo de Conservación.....	102
Capítulo 4. Referencias.....	106
Capítulo 5. Análisis de transformación	120
5.1 Redes de relaciones de manejo económico	120
5.1.1 Grafos	120
5.2.2 Medidas globales	127
5.2 Redes de relaciones de conocimiento-aprendizaje.....	129
5.2.1 Grafos	129
5.3 Liderazgos.....	144
5.3.1 Líderes de relaciones de manejo económico.....	144
5.3.2 Líderes de relaciones de conocimiento-aprendizaje	146

5.4 Análisis global de transformación 2000-2018	148
5.5 Discusión	149
Capítulo 5. Referencias	151
ii) Reflexiones finales	155
ii.1 Resultados por preguntas de investigación	155
ii.2 Comprobación de la hipótesis	157
ii.3 Aportes de la tesis	157
ii.4 Limitaciones de la tesis	158
ii.5 Utilidad de resultados para diferentes sectores de la sociedad	158
ii.6 Retos	159
Anexo 1.-Tablas con de IDC entregados por año	99
Anexo 2.-Diez actores (nodos) con valores más altos en medidas de centralidad.	99

Lista de figuras

Figura 1.-Esquema conceptual de un sistema socioecológico y sus propiedades emergentes..	22
Figura 2.-Servicios ecosistémicos.....	23
Figura 3.-Triangulo de los estilos de gobernanza.	26
Figura 4.- Visualización de esquemas a) Red de auto-gobernanza y proceso de metagobernanza. b) Proceso de gobernanza en red..	28
Figura 5.-Modelos ideales de la gobernanza multinivel/multiescalar tipos I, II y III.....	29
Figura 6.-Evolución de los marcos propuestos por Ostrom y relación entre modelos, lectura vertical de arriba para abajo.	31
Figura 7.-Modelo de Gobernanza Policéntrica.	33
Figura 8.- Esquema de Gobernanza adaptativa.....	34
Figura 9.-Modelo de la pelota y la copa.	36
Figura 10.-Modelo de transformación.	37
Figura 11.-Modelo de transformación de la gobernanza hacia la sostenibilidad.....	38
Figura 12.-Modelo del ciclo adaptativo.	39
Figura 13.- Influencia de las dinámicas de panarquía en el ciclo adaptativo..	40
Figura 14.- Transformación de una red en el tiempo.	54
Figura 15.-Elementos de una red, nodos y vértices.....	57
Figura 16.- Tipos de centralidades de los nodos en la red.	58
Figura 17.- Medidas globales de la red	59
Figura 18.- Localización y extensión del Suelo de Conservación en la Ciudad de México	72
Figura 19.-Uso del suelo y vegetación del Suelo de Conservación 2020.	76
Figura 20.-Pirámide poblacional del SC.....	77
Figura 21.-Distribución de la población por alcaldía en el SC.....	78
Figura 22.-Población del SC ocupada en actividades productivas, divididas por sector económico.79	
Figura 23.-Localización de las poblaciones en el SC que cuentan con propiedad social.	80
Figura 24.- Número de núcleos agrarios por alcaldía en el SC.	80

Figura 25.-Problemas socioambientales y sus efectos sobre los SE del SC.....	76
Figura 26.-IDC otorgados por la CONAFOR en todo México en el periodo de 2003-2018.....	96
Figura 27.-Línea de tiempo de los programas IDC implementadas en el SC de la CDMX, 2000-2018.	102
Figura 28.-Inversiones de la CONAFOR en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018.	103
Figura 29.-Inversiones de la SEDEMA en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018.	104
Figura 30.-Inversiones totales en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018.	105
Figura 31.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2003.	121
Figura 32.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2004-2006.	122
Figura 33.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2007-2009.	123
Figura 34.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2010-2012.	124
Figura 35.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2013-2015.	125
Figura 36.- Red de relaciones de manejo económico, periodo 2016-2018.....	126
Figura 37.- Métricas globales de la red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.	127
Figura 38.-Diversidad de actores de la red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.	128
Figura 39.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2003.....	130
Figura 40.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2004-2006.....	132
Figura 41.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2007-2009.....	134
Figura 42.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2010-2012.....	135
Figura 43.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2013-2015.....	137
Figura 44.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2016-2018.....	139
Figura 45.- Métricas globales de la red de relaciones conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2018.	142
Figura 46.-Diversidad de actores de la red de relaciones conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2018.	143
Figura 47.- Actores con mayor centralidad en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.	145
Figura 48.-Actores con mayor centralidad en las redes de relaciones conocimiento aprendizaje, periodo 2000-2018.	146

Lista de tablas

Tabla 1.-Matriz de adyacencia representando relaciones de amistad entre actores.....	60
Tabla 2.-Matriz de incidencia.	60
Tabla 3.-Proceso de proyección de la Tabla 2 de matriz de “dos modos” a “un modo”..	61
Tabla 4.-Clima, temperatura y vegetación del Suelo de Conservación de la Ciudad de México.....	73
Tabla 5.-Tipos de vegetación en el Suelo de Conservación.....	73
Tabla 6.-Núcleos agrarios del Suelo de Conservación de la Ciudad de México.....	81

Tabla 7.- Instrumentos de política pública ambiental de conservación y desarrollo rural sustentable implementados en el SC.....	77
Tabla 8. Áreas naturales protegidas dentro del SC, sus diferentes categorías y tipo de administración.....	92
Tabla 9.-Programas de la CONAFOR organizados por componente de 2000 a 2018.	13
Tabla 10.- Principales núcleos agrarios beneficiados por los programas de la CONAFOR en el SC de la CDMX en el periodo 2000-2018.	103
Tabla 11.- Principales núcleos agrarios beneficiados por los programas de la SEDEMA en el SC de la CDMX, 2000-2018.	104
Tabla 12.- Principales beneficiarios de programas de conservación ambiental de la CONAFOR y la SEDEMA en el SC de la CDMX, 2000-2018.	105
Tabla 13. Simbología empleada en las redes de relaciones de manejo económico.....	120
Tabla 14.- Simbología empleada en las redes de relaciones de conocimiento-aprendizaje.....	129
Tabla 15.- Modificación de variables de análisis conforme a la teoría de transformación, periodo 2000-2018.	148

There isn't a healthy body in the world that is stronger than a sick person's spirit.

Andrea Gibson

Agradecimientos

Agradezco al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad y a la UNAM por darme la oportunidad de estudiar este doctorado, el cual me permitió sumergirme en esta nueva dimensión del conocimiento y de explorar vías para construir un mundo mejor. Agradezco también al Conacyt por el apoyo financiero que fue fundamental para mi estabilidad económica, así como las facilidades brindadas durante mi baja temporal. Así mismo, a los apoyos brindados por el proyecto TRASSE 290832 de ANR-CONACYT.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutora, la Dra. María Perevochtchikova, por su inestimable contribución a este proyecto académico. Su invitación a formar parte de su equipo de trabajo y al proyecto TRASSE enriqueció mi experiencia en formas inimaginables. Gracias a ello pude adentrarme en áreas que, como bióloga, jamás hubiera imaginado explorar y con ello he ampliado mi perspectiva y enriquecido mi formación dentro de la Sostenibilidad. Su red de contactos con investigadores en México y el mundo me ha permitido establecer relaciones valiosas en la comunidad académica. Su apoyo constante, guía experta y sugerencias valiosas han dado forma a este trabajo y contribuido a su calidad y rigor. Así mismo, su paciencia infinita al punto de que se adaptó a mis necesidades de aprendizaje, ajustando su estrategia de enseñanza para explicar temas complejos, metodologías y estrategias representan un testimonio de su compromiso con mi formación. De manera personal, quiero agradecer profundamente el apoyo que me brindó en momentos de crisis personal, sus consejos y ayuda desinteresada fueron un faro en mis momentos de oscuridad. Sin la guía y el apoyo de la Dra. Perevochtchikova, esta tesis no habría llegado a su conclusión. Por todo esto y más, le estoy profundamente agradecida y espero nuestra relación académica y personal perdure más allá del grado.

Mi gratitud también se extiende a la Dra. Sophie Ávila, quien gracias a su orientación pude adentrarme en cuestiones teóricas en torno a los sistemas socioecológicos, la resiliencia y la transformación. De igual manera me brindó una visión valiosa sobre cómo llevar a cabo un estudio riguroso en este campo. En igual medida, deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. Lucia Almeida, cuyo entendimiento de la gobernanza y su aplicación en situaciones del mundo real, así como su experiencia en las dinámicas del suelo de conservación y las comunidades que lo habitan ha agregado profundidad y aplicabilidad a mi investigación.

A todos mis compañeros en el grupo de trabajo, en especial a la Dra. Iskra Rojo y al Dr. Arturo Ramos, quienes a través de intercambios y discusiones me permitieron expandir los límites de mi investigación.

A David Quiroz, Reynaldo Camacho y Moisés Reyes, habitantes de los Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, por llevarme y permitirme estar presente en las reuniones de la Asamblea Autónoma de los Pueblos de la Cuenca de México, desde su concepción hasta las últimas reuniones y compartirme sus opiniones y experiencias en torno a los programas de incentivos económicos implementados en el Suelo de Conservación.

Mi agradecimiento particular para el coordinador del posgrado en sostenibilidad, el Dr. Alonso Aguilar Ibarra, en primera por su respaldo académico y después por la contención emocional que me brindó en 2019, por permitirme la baja temporal y darme facilidades para tomar materias, lo que me permitió seguir en el programa. Por su compromiso genuino con el bienestar y el éxito de los estudiantes, se ganó mi más profundo cariño y respeto y siempre le estaré agradecida.

A mi jurado el Dr. Mauricio Galeana, el Dr. Álvaro Hernández, la Dra. Gabriela de la Mora y el Dr. Rafael Calderón por tomarse el tiempo de leer mi tesis y aportar sus valiosos comentarios.

A mi esposo Sasha, por estos once años juntos, los cuales mayoritariamente nos han traído dificultades, las cuales hemos enfrentado juntos y siempre con la mayor dignidad posible. Sin embargo, solo en las dificultades que se conoce bien a una persona y ahora nos conocemos mejor que nadie. Eres el hombre más sincero, empático, bondadoso, cariñoso, inteligente y guapo que he conocido. Jamás pensé que encontraría a alguien cuyo cerebro funcionara como el mío y pudiera entenderme, pero así fue. Te amo muchísimo y considero que más que un compañero eres mi otro yo.

A Sara, Arturo y Keroz, (además de Kiencito, Zhephora y Kedra), mi muy pequeña familia, quienes, a pesar de las muchas dificultades, me apoyaron en lo académico y personal, lo que me permitió terminar este proyecto.

A mis amigas: Yareth, Teye, Bertha, Vanessa, Gabi, Marcela, Fer, Dona, Iskra, Manu, Rosi y Daiana cerca o lejos les quiero mucho.

A mis Lymies: Chantal, Cindy, Yamin, Karina, JuanMa, Stephania, Shivani, Jeremy, Rhisa, Pi, Vero, Brittney, Allie, Mary, Martha y a mi bisabuelo Enrique Unda con quienes comparto experiencias de vida inimaginables para los otros.



Resumen

Se presenta una investigación sobre la posibilidad de una transformación hacia la sostenibilidad del sistema socioecológico (SSE) del Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México, como ejemplo una periferia urbana, a través de un cambio en el sistema de gobernanza ambiental local. Primero se presentan los marcos teóricos que sustentan la investigación, el marco de los Sistemas Socioecológicos (SSE), y se mencionan sus propiedades emergentes, incluida la provisión de servicios ecosistémicos (SE). Después se abordan las teorías de gobernanza hasta llegar a la gobernanza adaptativa, la cual cuenta con modelos que describen el cómo emerge un proceso de transformación, ahí se toca el modelo de Olsson (2006), el cual describe los pasos clave en la transformación de la gobernanza, para la transformación del SSE hacia la sostenibilidad. Posteriormente se desarrolla el marco metodológico, se enlistan las metodologías que comúnmente se emplean para analizar la transformación de los SSE. Ahí se despliega el análisis de redes sociales (ARS), describiendo sus ventajas respecto a otros métodos y se proveen los conceptos básicos de la teoría. Así mismo, se detalla cómo se construye una red y se proponen métricas de ARS como variables de transformación, siendo estas: cambios en las relaciones formales de manejo, cambios en las relaciones de conocimiento aprendizaje y cambios en los liderazgos. En tercer lugar, se caracteriza el SC como un SSE describiendo el subsistema ecológico, el subsistema social, los SE que provee y las políticas públicas ambientales implementadas para mantener esta provisión, incluyendo los llamados incentivos directos de conservación (IDC). Después se presenta un diagnóstico de los IDC que se han implementado en el SC, incluyendo quienes han sido los mayores benefactores y beneficiarios. Seguidamente se provee de los resultados de las redes, así en las redes de manejo económicas, en las redes de conocimiento aprendizaje también y en los liderazgos solo se observan cambios parciales, los cuales no llegan a constituir una transformación hacia la sostenibilidad. Finalmente, se discuten los resultados por pregunta de investigación y se hacen reflexiones al respecto.

Abstract

Research is presented on the possibility of a transformation towards sustainability of the socioecological system (SES) of the Conservation Soil (CS) in Mexico City, an urban periphery, through a change in the local environmental governance system. The theoretical frameworks are presented, the Socioecological Systems (SES), and their emergent properties, including the provision of ecosystem services (ES). Then, governance theories are addressed, until reaching adaptive governance, which has the Olsson's model that describes the key steps in the governance transformation. Subsequently, the methodological framework is explained, listing methodologies commonly used, then social network analysis (SNA) is developed, describing its advantages and its basic concepts. Likewise, how a network is constructed is detailed, and SNA metrics are proposed as transformation variables, which are: change in formal management relationships, change in knowledge-learning relationships, and change in leadership. The CS is characterized as an SES, describing the ecological subsystem, the social subsystem, the ES it provides, and the environmental public policies implemented to maintain this provision, including the so-called direct payments to conserve (DPCs). A diagnosis of the DPCs is then presented, including who the major benefactors and beneficiaries have been. Subsequently, the results of the networks are provided, so in the economic management networks, in the knowledge learning networks also, and in leadership only partial changes are observed, which do not constitute a transformation towards sustainability. Finally, the results are discussed by research question, and reflections are made on them.

i) Introducción

Como resultado del crecimiento poblacional y expansión urbana en las últimas décadas, las periferias de las ciudades se han visto afectadas por el cambio de uso de suelo y presentan en general en el contexto latinoamericano condiciones de marginalidad y degradación ambiental (Arteaga Arredondo, 2005). Entre sus principales problemáticas socioambientales están la contaminación, la pérdida de hábitat, la degradación de suelo, entre otras, que llevan a mayor vulnerabilidad social y ambiental (Aguilar y Escamilla, 2011). México no es ajeno a esta situación y refleja los mismos problemas de alta marginación y deterioro ambiental en áreas periurbanas (Cabrero Mendoza y Díaz Aldret, 2012; Aguilar y López, 2016; Arias Orozco y Ávila Ramírez, 2013; Yañez Soria et al., 2019).

Como tal, las periferias urbanas pueden ser consideradas sistemas socioecológicos (SSE) (Perevochtchikova, 2020). Los SSE se refieren a un marco que reconoce a los subsistemas ecológico y social, como parte de un sistema más grande y complejo (Steen-Adams et al., 2015). Las relaciones entre los elementos de los subsistemas se dan dentro de un todo, estas son no lineales y suceden a través de diferentes dimensiones y escalas; de estas interacciones derivan múltiples propiedades emergentes, entre ellas la provisión de servicios ecosistémicos (SE) (Folke, 2006; Folke et al., 2010).

Los SSE de las zonas periurbanas tienen características que los diferencian de los rurales o meramente urbanos (Rodríguez-Robayo et al., 2020). El subsistema ecológico comprende ecosistemas en medio de un gradiente rural-urbano, mientras que el subsistema social se conforma por un conjunto de actores rurales y urbanos con interacciones constantes (Barsky, 2005; Mansilla, 2013). Sus elementos articulan dimensiones y escalas diferentes que van de lo periurbano (local), a regional, nacional y hasta lo global (Fragkias et al., 2017). De ello deriva la trayectoria en relación con cambios temporales y espaciales del SSE que acercan al sistema hacia la sostenibilidad¹ o hacia la pérdida de su funcionalidad (Halseth, 2019). Esto determina la provisión de los SE para la población local, las ciudades cercanas y los espacios regionales (GIZ, 2019).

Los SE son entendidos como beneficios que obtiene la gente de los ecosistemas y estos se clasifican en los SE de provisión, regulación, soporte y culturales (Haase et al., 2014). Entre ellos se encuentran la producción de alimentos, la provisión de agua dulce, regulación del clima, la captura de carbono y la oferta de espacios de recreación e identidad. Así, en el caso de Latinoamérica, la mayoría de las periferias urbanas brindan SE de regulación, como calidad del agua o captura de carbono en beneficio de la población humana a diversas escalas (Haberman y Bennett, 2019). No obstante, las dinámicas propias de lo periurbano afectan los flujos de los SE (Spyraa et al., 2020). Para una adecuada toma de decisiones que mantenga la provisión de SE de las periferias, se ha destacado el papel que tiene la gobernanza ambiental local (Méndez-Lemus et al, 2017). Sin embargo, la literatura prácticamente no profundiza en lo que este concepto acarrea, ni como esta se relaciona con la transformación de un SSE hacia la sostenibilidad (Giessen y Buttoud, 2014).

Al igual que otras áreas periurbanas alrededor del mundo, el Suelo de Conservación (SC), territorio ubicado en la periferia suroriente y parte de la zona norte de la Ciudad de México (CDMX), brinda múltiples SE a los habitantes de la zona y de la ciudad, aportando con producción agrícola para la

¹ Se emplea el término sostenibilidad a lo largo de texto como traducción del vocablo inglés “sustainability”, a fin de mostrar concordancia con la traducción empleada por el posgrado.

venta y el autoconsumo, regulación hídrica por ser la principal zona de recarga del acuífero y con espacios recreativos por poseer importantes extensiones naturales (GDF, 2012). A pesar de ello, el SC sufre de diversas problemáticas socioambientales, relacionadas con el cambio de uso del suelo, particularmente la deforestación, que afectan el flujo de los SE (PAOT y CentroGeo, 2010).

Para frenar esta situación, desde el siglo pasado se han aplicado un abanico de instrumentos de política pública ambiental, desde la veda forestal total en 1947, pasando por la declaración de Áreas Naturales Protegidas (ANP), hasta el nombramiento de este territorio como el SC en 2000 (Sheinbaum-Pardo, 2011). Fecha, desde la cual se integran al conjunto de políticas los llamados incentivos directos de conservación (IDC), que contemplan un pago a cambio del desarrollo de actividades de conservación, como lo es el pago por servicios ambientales (Moreno Unda y Perevochtchikova, 2021). Por otro lado, este territorio y sus habitantes cuentan con una historia común, la cual ha configurado que actualmente 90% de la propiedad sea social, perteneciente a núcleos agrarios (comunidades y ejidos) y cuyo manejo del bosque, el recurso de mayor extensión en el SC y de uso común para ellos, está influenciado por usos y costumbres (Aguilar Martínez, 2013).

Dada la importancia del SC en la provisión de los SE a la CDMX y simultáneamente la amenaza que estos enfrentan debido a las problemáticas socioambientales. Así, como la implementación de diversos IDC y la complejidad añadida por la propiedad de la tierra. Se considera pertinente analizar las condiciones para la transformación del SSE del SC y determinar si va hacia la sostenibilidad, así como el papel que juega la gobernanza ambiental local. Esto, empleando el marco analítico de los SSE y el marco teórico de transformación de Olsson, a través del método de análisis de redes sociales (ARS), por su capacidad de reflejar la estructura de gobernanza ambiental local en términos dinámicos y, con ello, construir variables que permitan observar el cambio socioecológico. Se propone examinar al periodo 2000-2018, que comprende tres administraciones federales y seis administraciones locales. De este modo, esta investigación contribuirá a evidenciar la trayectoria del SSE y brindará elementos para dilucidar si se dirige hacia una transformación, así como, realizar recomendaciones oportunas de política pública.

De este planteamiento emergen las siguientes preguntas.

Preguntas de investigación

Pregunta general

1. ¿En el Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México, durante el periodo 2000-2018, se han presentado las condiciones en la estructura del sistema de gobernanza ambiental local, que lleven a una transformación del sistema socioecológico (SSE) hacia la sostenibilidad?

Preguntas específicas

1. ¿Qué significa que un SSE se transforme hacia la sostenibilidad y que marcos teóricos se utilizan para identificarla?
2. ¿Cómo operacionalizar la transformación hacia la sostenibilidad a través del Análisis de Redes Sociales?
3. ¿Cuáles son los elementos en el estudio de caso que permiten representar que el SC es un SSE?

4. ¿Qué Incentivos Directos de Conservación (IDC) ambiental se han aplicado en el SC durante el periodo 2000-2018?
5. ¿Cómo se ha modificado la estructura del sistema de gobernanza ambiental local en el Suelo de Conservación en el periodo 2000-2018 y si estos cambios indican una transformación del SSE hacia la sostenibilidad?

Hipótesis

- I. A partir del modelo de transformación de Olsson y su operacionalización con el ARS es posible construir variables que revelan la modificación en el tiempo de las relaciones y la estructura de la gobernanza ambiental local en el SC.
- II. Durante el periodo 2000-2018, el sistema de gobernanza ambiental local en el SC ha experimentado cambios incrementales relacionados con una transformación, pero estos no han sido lo suficientemente profundos como para generar una transformación del SSE hacia la sostenibilidad.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar si en el Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México, durante el periodo 2000-2018, están presentes las condiciones en el sistema de gobernanza ambiental que indiquen una transformación del SSE hacia la sostenibilidad.

Objetivos específicos

1. Identificar los marcos teóricos relativos al análisis de los SSE, la gobernanza ambiental local y la transformación para construir un enfoque que permita establecer la base teórica de la investigación.
2. Desarrollar una propuesta metodológica a través del uso del ARS, que contempla describir el estado de arte en relación con el método, la teoría detrás de este, la recolección de datos y los instrumentos de análisis.
3. Representar los elementos del SC como un SSE, caracterizando sus subsistemas social y ecológico, las relaciones entre estos y las propiedades emergentes.
4. Realizar un diagnóstico de los IDC implementados en el SC durante el periodo 2000-2018.
5. Analizar la modificación de la estructura del sistema de gobernanza ambiental local en el SC durante el periodo 2000-2018 y determinar si estos cambios indican una transformación del SSE hacia la sostenibilidad.

De esta manera la tesis busca aportar la delimitación teórica de variables de transformación que puedan ser operacionalizadas a través de métricas para observar la evolución de un SSE periurbano en el tiempo y además que esto pueda ser replicable en otros lugares y casos de estudio.

Capitulado de la tesis

En seguimiento a los objetivos planteados, el trabajo de investigación se desarrolló a través de cinco capítulos, cuya aproximación se resume a continuación.

En el primer capítulo se muestran los marcos teóricos que sostienen la investigación. Se presenta el marco teórico de los SSE, sus componentes relativos a los subsistemas ecológico y social, relaciones y propiedades emergentes, entre ellas la provisión de los SE. Después se ofrece un planteamiento que describe a las periferias urbanas como SSE, con características particulares por encontrarse en un espacio intermedio entre lo urbano y lo rural. En el cual la sostenibilidad se entiende como el estado ideal que busca un balance socioecológico y mantiene el flujo de los SE, a la par que reconoce y vela por los intereses de los grupos marginados que lo habitan. Se considera que un medio para una la transformación del SSE es una transformación en el sistema de gobernanza ambiental local; sin embargo, este término tiene muchas interpretaciones teóricas, por lo que se realizó un recorrido por las diferentes escuelas de pensamiento hasta llegar a la teoría de gobernanza adaptativa como parte de la escuela de resiliencia. La gobernanza adaptativa se define como el sistema social subyacente que permite a una diversidad de actores con colaboraciones flexibles implementar un manejo adaptativo. De tal manera se han empleado varios modelos para describir la transformación de la gobernanza hacia una adaptativa y, por lo tanto, del SSE hacia la sostenibilidad. En específico, se aborda el modelo de Olsson, el cual describe una serie de acontecimientos que suceden en las primeras etapas de una transformación, centrándose en las acciones y vínculos que los actores generan, incluyendo cambios en las relaciones de manejo económico formal, modificaciones en la producción de conocimiento-aprendizaje y el surgimiento de líderes. Estos tres elementos son los que se propone estudiar mediante el ARS.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco metodológico a través del ARS. Primero, se plantea una revisión de las metodologías que diferentes escuelas han utilizado para analizar la transformación en los SSE. Entre las técnicas empleadas se encuentra el análisis del discurso, los mapas cognitivos, los diagramas de ruta, la modelación basada en agentes y el ARS, siendo este último el que ha sido empleado por todas las escuelas. Se exploran las ventajas del ARS respecto a otros métodos, al proporcionar resultados numéricos, claridad conceptual y trazabilidad de los resultados; además, de ser compatible con el marco de transformación, dado que las redes son capaces de representar elementos con relaciones que forman una estructura y ver sus cambios. Después, se proporcionan los orígenes y conceptos básicos de la teoría de grafos, los elementos básicos que constituyen una red, la definición de las métricas globales y las métricas de centralidad de nodos. Posteriormente, se ahonda en los pasos que se deben seguir para la construcción de una red y los softwares más utilizados para este análisis. Después, se muestra la interpretación de las métricas del ARS desde los análisis de gobernanza, y se construyen tres variables con base en los supuestos teóricos para señalar el cambio de la estructura de gobernanza ambiental local en términos de cambio en las relaciones: i) de manejo económico formal, ii) de conocimiento-aprendizaje y iii) de liderazgo. Finalmente, se muestran los pasos para la recolección de datos, la construcción de las matrices, la construcción de las redes y el análisis en el software. Con este capítulo se logra hilar el marco teórico del modelo de transformación de Olsson con el marco metodológico del ARS.

En el tercer capítulo se caracteriza el SSE del SC de la Ciudad de México (CDMX). Primero, se aborda el subsistema ecológico y se describen las condiciones climáticas que dan como resultado la existencia de los ecosistemas de bosque y humedal. Después, se describe el subsistema social a través de datos socioeconómicos básicos, en los cuales se observa que la población del SC posee menor nivel educativo y muestra como un mayor número de habitantes se dedican a actividades primarias respecto a los habitantes de la ciudad. Entre las relaciones al interior del SSE, se describe el complejo sistema de propiedad de la tierra, el cual es predominantemente comunal y es resultado de procesos históricos. De las propiedades emergentes, se describen los múltiples SE que ahí se producen, incluyendo ser la principal zona de infiltración para el acuífero de la CDMX. También, se describen las problemáticas socioambientales que enfrenta el SC y se mencionan las políticas públicas ambientales que se han implementado, incluyendo los IDC. Así, en este capítulo se muestra que el SC es un mosaico con muchos elementos que lo hacen un SSE particularmente complejo.

El capítulo cuatro representa un complemento al capítulo anterior, en éste se describen los instrumentos de conservación de política pública ambiental que se han implementado en el SC. Se describen instrumentos desde los esfuerzos iniciales del siglo XX que llevaron los decretos de múltiples Áreas Naturales Protegidas (ANP); hasta la declaratoria del SC que culminó en el año 2000. También, se profundiza en que son los IDC, la lógica detrás de su implementación y se dan ejemplos de su uso en México. Después, se describen a fondo los IDC que han sido aplicados en el SC, desde la escala federal y local y se provee de una línea del tiempo con los programas. Así mismo, se da un estimado del total de recursos que han sido dedicados al SC del año 2000 al 2018 y los principales núcleos agrarios beneficiados. También, se comparan los montos de inversión con costo de oportunidad de la tierra y se reflexiona en torno a la efectividad de estos instrumentos para la conservación ambiental y el mantenimiento del flujo de los SE. Este diagnóstico provee la descripción de la trayectoria de la política pública ambiental en el SC.

En el quinto capítulo se muestran los resultados del ARS ejecutado para el caso de estudio del SC. Se muestran por variable las representaciones de las redes y sus resultados numéricos para el periodo 2000-2018. Para la variable de manejo económico formal, las medidas globales de la red solo muestran dos elementos que indican transformación, tales como incremento en la diversidad e incremento en la heterogeneidad. Sin embargo, durante el periodo de estudio no se cumplen todos los elementos para la transformación. Para la variable de conocimiento-aprendizaje únicamente se cumple con el incremento en la diversidad de actores y solo en algunos momentos, así que, para esta variable tampoco se cumplen todos los elementos de una transformación. Respecto a los liderazgos, estos nunca se modifican en las redes de manejo económicas, porque durante todo el periodo se mantienen en las agencias de gobierno. En cuanto a las redes de conocimiento-aprendizaje, el liderazgo cambia en varias ocasiones, sin embargo, este se intercambia entre un pequeño conjunto de actores.

Para cerrar la tesis se hace una reflexión final en cuanto a los aportes teórico y metodológicos, la utilidad de la información para diversos actores en el SC y las futuras líneas de investigación que podrían resultar interesante desarrollar a partir de los resultados de la presente investigación.

i) Referencias:

Aguilar, A., y Escamilla, I. (2011). *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*. Ciudad de México: MAPorrúa.

- Aguilar Martínez, A. G. (2013). Sustentabilidad Urbana y Política Urbano-Ambiental. La Ciudad de México y el Suelo de Conservación. En A. G. Aguilar Martínez, y I. Escamilla, *Suelo de Conservación en el Distrito Federal* (págs. 23-66). Ciudad de México, México: Porrúa .
- Aguilar Villanueva, L. F. (2006). *Gobernanza y Gestión Públicas*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Aguilar, A., y López, F. (2016). Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México. Las desventajas acumuladas. *EURE*, vol.42, n.125, 5-29.
doi:10.4067/S0250-71612016000100001
- Arias Orozco, S., y Ávila Ramírez, D. (2013). Criterios urbanos sustentables en la periferia urbana de Guadalajara (México). *Territorios*, 28,41-78.
- Arteaga Arredondo, I. (2005). De la periferia a la ciudad consolidada. Estrategias para la transformación de zonas urbanas marginales. *Bitacora*, 98-101.
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, IX, 194:36.
- Beier, C., Lovcraft, A., y Chapin, F. (2009). Growth and Collapse of a Resource System: an Adaptive Cycle of Change in Public Lands Governance and Forest Management in Alaska. *Ecology and Society*, 2(14), 5.
- Bixler, R., Wald, D., Ogden, L., Leong, K., Johnston, E., y Romolini, M. (2016). Network governance for large-scale natural resource conservation and the challenge of capture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(3), 165-171.
- Borgatti, S., Mehra, A., Brass, D., y Labienca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 892-895.
- Cabrero Mendoza, E., y Díaz Aldret, A. (2012). La acción local en periferias urbanas marginadas de México ¿Nuevas o viejas institucionalidades? *Gestión y política pública*, vol.21, 83-129.
- Chaffin, B., Gosnell, H., y Cosens, B. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 19(3): 56.
- Chaffin, B., Garmestani, A., Gosnell, H., y Craig, R. (2016). Institutional networks and adaptive water governance in the Klamath River Basin, USA. *Environmental Science y Policy*, 57,112–121.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 253-267.
- Folke, C., R. Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., y Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4):20.

- Fragkias, M., Islam, S., y Sprague, C. (2017). Modeling teleconnected urban social–ecological systems: opportunities and challenges for resilience research. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9:2, 207-225.
- Giessen, L., y Buttoud, G. (2014). Defining and assessing forest governance. *Forest Policy and Economics*, 49, 1-3. doi:10.1016/j.forpol.2014.11.009
- GIZ. (2019). *Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación y gestión urbana. Un enfoque sistemático en pasos para profesionales*. Ciudad de México: SEDATU, SEMARNAT, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- Gobierno del Distrito Federal. (2012). *Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. Distrito Federal, México: ekilibria.
- Gunderson, L., y Holling, C. (2002). *Panarchy, Undersatanding transformations in human and natural systems*. Washington DC: Island Press.
- Haase, D., Frantzeskaki, N., y Elmqvist, T. (2014). Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications. *Ambio*, May; 43(4): 407–412.
- Haberman, D., y Bennett, E. (2019). Ecosystem service bundles in global hinterlands. *Environmental Research Letters*, 14: 084005.
- Halseth, G. (2019). *Peripheries at the Core: Notes from rural places and regions on environmental and energy transition*. OECD; European Comission.
- Herrfahrdt-Pähle, E., Schlüter, M., Olsson, P., Folke, C., Gelcich, S., y Pahl-Wostl, C. (2020). Sustainability transformations: socio-political shocks as opportunities for governance transitions. *Global Environmental Change*, 63, 102097.
- Klijn, E.-H., y Koppenjan, J. (2014). COMPLEXITY IN GOVERNANCE NETWORK THEORY. *Complexity, Governance and Networks*, Vol 1, No 1, 587-606.
- Mansilla, P. (2013). Los instrumentos del desorden: estado y actores subnacionales en la producción de los espacios periurbanos. *Persona y Sociedad*, (XXVII)2: 41-68.
- Méndez-Lemus, Y., Vieyra, A., y Poncela, L. (2017). Peri-urban local governance? Intra-government relationships and social capital in a peripheral municipality of Michoacán, Mexico. *Progress in Development Studies*, 17, 1, 1–23.
- Meuleman, L. (2014). Governance Frameworks. En B. Freedman, *Global Environmental Change* (págs. 885-901). Springer Science; Business Media Dordrecht.
- Moreno Unda, A., y Perevochtchikova, M. (2021). Diagnóstico de inversiones en programas de conservación ambiental en la Ciudad de México, 2000-2018. *Madrea y Bosques*, Vol.27 Número 3.
- Olsson, P., Gunderson, L., Carpenter, S., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., y Holling, C. (2006). Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 11(1): 18.

- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550-557.
doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004
- PAOT y CentroGeo. (2010). Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de la CDMX y Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial . *Modelo de análisis tendencial sobre la pérdida de cubierta forestal en el Suelo de Conservación del Distrito Federal*. DF, México: PAOT.
- Perevochtchikova, M. (2020). *Pago por servicios ambientales desde el enfoque de los sistemas socioecológicos: casos de estudio en Oaxaca y Ciudad de México* . El Colegio de San Luis .
- Rodríguez-Robayo, K., Ávila-Foucat, V., de la Mora de la Mora, G., y Perevochtchikova, M. (2020). Influencia del contexto (rural y periurbano) en la implementación de programas de PSA en México. En M. Perevochtchikova, *Pago por servicios ambientales desde el enfoque de los sistemas socioecológicos: casos de estudio en Oaxaca y Ciudad de México*. El Colegio de México; El Colegio de San Luis .
- Salomaa, A., y Juhola, S. (2020). How to assess sustainability transformations: a review. *Global Sustainability*, 3, e24. doi:10.1017/sus.2020.17
- Salomon, A., Quinlan, A., Pang, G., Okamoto, D., y Vazquez-Vera, L. (2019). Measuring social-ecological resilience reveals opportunities for transforming environmental governance. *Ecology and Society*, 24(3):16.
- Sandström, A., y Rova, C. (2010). The network structure of adaptive governance - A single case study of a fish management area. *International Journal of the Commons*, 4(1), 528-551.
- Schultz, L., Folke, C., Österblom, H., y Olsson, P. (2015). Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. *PNAS*, 112(24), 7369-7374.
doi:10.1073/pnas.1406493112
- Sheinbaum-Pardo, C. (2011). La Compleja Problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En E. Pérez-Campuzano, M. Perevochtchikova , y S. Ávila-Foucat, *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión sustentable?* (pág. 246). Distrito Federal, México: Porrúa.
- Spyraa, M., La Rosac, D., Zasadad, I., Syllaf, M., y Shkarubah, A. (2020). Governance of ecosystem services trade-offs in peri-urban landscapes. *Land Use Policy*, 95, 104617.
doi:10.1016/j.landusepol.2020.104617
- Steen-Adams, M., Langston, N., Adams, M., y Mladenoff, D. (2015). Historical framework to explain long-term coupled human and natural system feedbacks: application to a multiple-ownership forest landscape in the northern Great Lakes region, USA. *Ecology and Society*, 20(1), 1-28. doi:https://doi.org/10.5751/ES-06930-200028
- Termeer, C., Dewulf, A., y van Lieshout, M. (2010). Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*.

Vicher, D. (2014). *El laberinto de "governance". La gobernancia de los antiguos y la de los modernos*. Instituto de Administración Pública del Estado de México; A.C.

Westley, F., Tjornbo, O., Schultz, L., Olsson, P., Folke, C., Crona, B., y Bodin, Ö. (2013). A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(3), 27. doi:10.5751/ES-05072-180327

Capítulo 1. Marco teórico

1.1.- Los sistemas socioecológicos

Los sistemas socioecológicos (SSE) (Figura 1), también llamados socioecosistemas (SES), o sistemas humano-naturales acoplados (SNHA), se refiere al marco analítico que reconoce a los humanos dentro de la naturaleza y considera que la delimitación previa que los mantenía separados era artificial y arbitraria (Schoon y van der Leeuw, 2015). Los SSE son considerados sistemas complejos evolutivos y adaptativos (SCA), como tal exhiben sus características y requieren de un abordaje integrativo (Levin et al., 2012).

Los SCA se caracterizan por tener componentes con múltiples relaciones y retroalimentaciones no lineales a través de escalas entrelazadas (Fischer et al., 2015). Esto genera incertidumbre en su comportamiento, ya que modificaciones menores en una sección del sistema pueden llevar a modificaciones inesperadas y significativas en otras partes del mismo (Garmestani, 2013). Además, esto da origen a propiedades emergentes que no pueden ser explicadas por los atributos individuales de sus elementos (Carmichael y Hadžikadić, 2019).

Los SSE se componen de dos subsistemas, el ecológico que consiste en los ecosistemas con sus estructuras y los flujos de materia y energía, y el social que refiere a los humanos y sus relaciones (Colding y Barthel, 2019). Estos poseen vínculos que no se confinan a las interacciones entre los dos subsistemas, sino involucran al conjunto de interacciones no lineales en todo el sistema y con su exterior (Aarts y Drenthen, 2020). Las interacciones suceden a través de diferentes escalas, como tiempo, espacio o jurisdicción (Vervoort et al., 2012). De las interacciones derivan propiedades emergentes, como la resiliencia, la trayectoria, la provisión de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad (Folke et al., 2010).

La resiliencia es la capacidad de un SSE de mantener la estructura y las funciones claves, dentro de un dominio de estabilidad y trayectoria, ello a pesar de perturbaciones y a través de la adaptación (Folke et al., 2002; Holling y Gunderson, 2002). La trayectoria involucra el cambio de algunos valores o atributos del SSE en el tiempo dentro en un mismo dominio de estabilidad, esta se puede modificar a través de un proceso de transformación, lo que implica el paso de un dominio de estabilidad a otro radicalmente distinto (Enfors, 2013; Locatelli et al., 2017; Santos-Martín et al., 2019). La sostenibilidad es un concepto normativo que indica la trayectoria ideal que debería seguir el SSE, sea está a través de cambios secuenciales o mediante una transformación (Röling, 1997; Pearson, 2003). Los servicios ecosistémicos son todos los beneficios tangibles e intangibles que las personas reciben de la naturaleza (Felipe-Lucia et al., 2022).

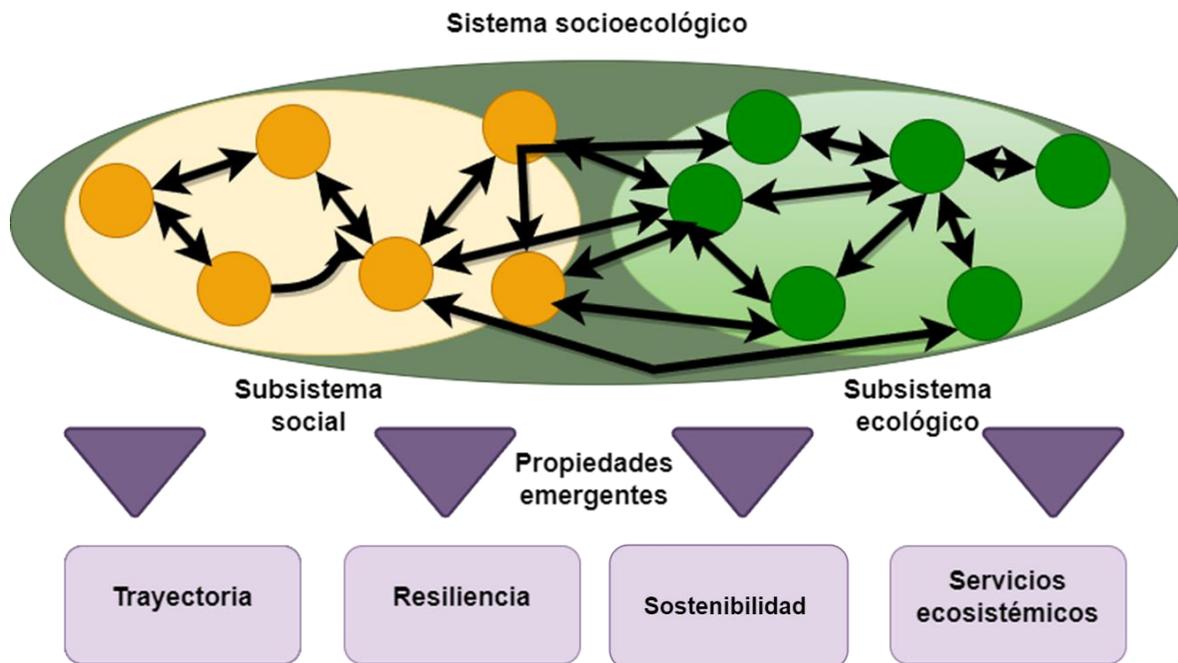


Figura 1.-Esquema conceptual de un sistema socioecológico y sus propiedades emergentes.
Fuente: elaboración propia con base en Folke (2002).

Los servicios ecosistémicos (SE) (Figura 2) surgen en el campo de la economía ecológica e inicialmente se definieron como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas y las especies que los componen sostienen y aportan al bienestar humano (Daily, 1997). Esta concepción se posicionó en la Conferencia de Río en 1992 y se popularizó entre los científicos y los hacedores de política pública con la publicación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés). La MEA clasifica a los SE en cuatro grupos funcionales: de soporte, de provisión, de regulación y culturales (MEA, 2005). Los SE de soporte son fundamentales porque sostienen y mantienen los otros servicios, entre ellos se reconoce el hábitat para especies de flora y fauna, la diversidad genética y la producción del suelo. Los SE de provisión o aprovisionamiento representan los productos materiales o energéticos provenientes de los ecosistemas, como los alimentos, las materias primas, el agua dulce o recursos medicinales. Los SE de regulación median o mantienen los procesos ecológicos dentro de rangos y reducen la probabilidad de efectos negativos en la población humana, por ejemplo, el control biológico de plagas, la polinización de los cultivos o la regulación de la calidad del aire. Los SE culturales incluyen los beneficios no materiales que proveen los ecosistemas y son aprovechados por la gente, como actividades recreativas, experiencias espirituales o inspiración para la cultura (TEEB, 2010). Como consecuencia de su popularidad se ha incrementado la producción científica en torno a ellos y alrededor del mundo se han implementado programas de incentivos directos de compensación como pagos por servicios ambientales (Balvanera et al., 2012; Perevochtchikova y Oggioni, 2013). Un hito más reciente en la historia de los SE deriva de la publicación del marco de La Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), este los define como las contribuciones de la naturaleza a las personas y reconoce la validez de conceptualizaciones diversas más allá de la ciencia occidental (Díaz, 2015; Pascual et al., 2017). Este reconocimiento

busca visibilizar las relaciones de poder entre los actores y a partir de ello trabajar para contribuir a la equidad y al acceso (González-Jiménez y Balvanera, 2021).

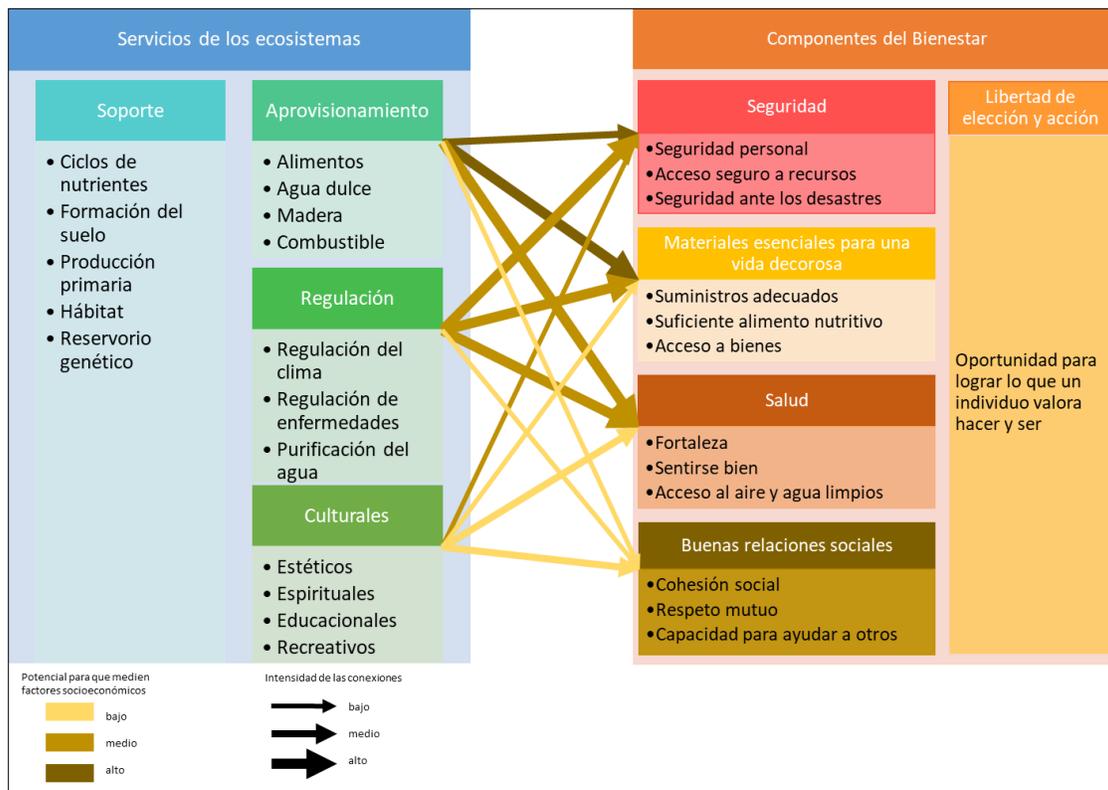


Figura 2.-Servicios ecosistémicos. Fuente: elaboración propia con base en el MEA (2005).

Respecto a la resiliencia, además de ser una propiedad emergente del SSE, el término se refiere a un cuerpo teórico que aporta al estudio de los SSE con reflexiones en torno a las instituciones, el manejo de recursos naturales, el aprendizaje social, la innovación y su papel en la adaptación y la transformación (Folke, 2006). Así mismo, se ha buscado desarrollar métodos creativos para generar diagnósticos y guiar futuras intervenciones desde esta visión (Anderies, Walker, y Kinzig, 2006).

1.1.1.- Periferias urbanas como SSE

El concepto de SSE también aplica a las periferias urbanas ya que estas poseen interacciones complejas que permiten su reproducción social y material, así como una constante evolución y cambio (Hernández Flores, 2021). El subsistema ecológico está constituido por los ecosistemas, que sí bien son específicos a cada ubicación geográfica, se caracterizan por estar en medio de un gradiente entre los ecosistemas menos intervenidos por humanos (espacio rural) y los ecosistemas urbanos (Barsky, 2005). El subsistema social consiste en diversos actores que intervienen en este territorio, como agricultores, población local, organizaciones de la sociedad civil (OSCs), académicos, autoridades de los municipios, secretarías de Estado e inmobiliarias (Mansilla, 2013). En relación con las interacciones, estas están representadas por políticas públicas que influyen sobre el SSE completo y provocan efectos económicos, sociales y ecológicos ante las intervenciones humanas (Dwiartama y Rosin, 2014; Rodríguez et al., 2021).

Las políticas públicas abarcan múltiples dimensiones y escalas entre ellas se mencionan las: i) temporales, que son hechos históricos como la intervención de reformas agrarias o privatizaciones que lo han moldeado; ii) espaciales que incluyen relaciones entre espacios rurales con lo urbano y teleconexiones con lo global; y iii) jurisdiccionales que incluyen estructuras y relaciones entre actores provenientes de diferentes niveles administrativos, como locales, municipales, provinciales, estatales y hasta supranacionales (Gore y Fothergill, 2007; Güneralp et al., 2013; Fragkias et al., 2017; Mansilla-Quiñones, 2017). La superposición y poca claridad de los efectos de la aplicación de política pública en los elementos de los SSE periurbanos se traduce generalmente, en que las necesidades de los habitantes de estos territorios no sean atendidas y se les deje políticamente marginados (IDS, 2014; Villegas-Salgado et al., 2016).

Respecto a las propiedades emergentes en los SSE periurbanos, la resiliencia implica el mantenimiento de los flujos de los SE de la periferia urbana a la ciudad (Gupta et al., 2017). La trayectoria refiere a los cambios espaciotemporales, resultado de la toma de decisiones (Steen-Adams et al., 2015). La sostenibilidad es el estado utópico y normativo en el cual se logra generar sinergias y balance entre lo periurbano y lo urbano para conservar los recursos naturales y mantener el flujo de servicios ecosistémicos (Marshall et al., 2009).

En cuanto a la resiliencia, como cuerpo teórico, éste se enfoca a reconocer las necesidades y aspiraciones de los grupos marginados que habitan los territorios periurbanos a través de la reducción de riesgo de desastres, la conservación de los recursos de uso común y la implementación de una gobernanza adaptativa (IDS, 2014). Además, los sitios periurbanos por su naturaleza de poseer múltiples dimensiones y escalas sobrepuestas, casi siempre en conflicto, poseen una evolución caótica, y por lo tanto podrían ser espacios más abiertos al aprendizaje social, la innovación y la transformación (Marshall, 2016).

Así mismo, a las periferias urbanas se les reconoce por proveer diversos SE, entre los que destacan la provisión de agua y la regulación climática (Haase et al., 2014; GIZ, 2019). En el caso de Latinoamérica la mayoría de las periferias urbanas brindan los SE de regulación como calidad del agua y captura de carbono (Haberman y Bennett, 2019). Sin embargo, las dinámicas de cambio de uso de suelo en lo periurbano afectan los flujos de los SE (Spyraa et al., 2020). Así, para una adecuada toma de decisiones enfocada al mantenimiento de la provisión de SE, se ha destacado el papel de una adecuada gobernanza (Méndez-Lemus, Vieyra, y Poncela, 2017). Sin embargo, en la literatura científica, pocas veces se profundiza en lo que este concepto implica (Giessen y Buttoud, 2014).

1.2.- Gobernanza

La gobernanza es un término polisémico, es decir que tiene múltiples definiciones dentro de las ciencias sociales, y cuyo significado depende de la tradición teórica donde se ubica (Dixon y Dogan, 2003; Giessen y Buttoud, 2014). Para algunos autores la gobernanza sólo representa una palabra de moda carente de sentido y capacidad explicativa (Jessop, 1998, 2002). De ahí que, para reducir las inconsistencias en su definición, en esta sección se revisa su origen histórico, se presentan las principales escuelas de pensamiento y se señalan las convergencias entre las teorías, y con ello se propone el marco teórico a aplicar (Moon y Blackman, 2014).

La palabra gobernanza proviene del antiguo griego *kybernein*, que significaba guiar o maniobrar, la cual Platón utilizó metafóricamente para describir la concentración y el ejercicio del poder (Campbell y Carayannis, 2013). En el siglo XIII, en las lenguas inglesa, francesa y española las palabras gobernanza, gobernación, gobernabilidad y gobierno se utilizaban como sinónimos, bajo el significado de la «acción y efecto de gobernar» (Hufty, 2011; Vicher, 2014). Sin embargo, a partir del siglo XVI, el término de gobierno comenzó a entenderse como el poder que ejerce el Estado sobre un territorio y la palabra gobernanza cayó en desuso (Canet, 2004; OLACEFS et al., 2017).

Es hasta el siglo XX, en la década de los años 90, que la palabra de gobernanza experimenta un renacimiento como un concepto válido dentro de la ciencia política (Paye, 2005). Como antecedente, en las décadas de los años 70 y 80 se formó la idea de que los Estados occidentales estaban al borde del derrumbe, por no poseer capacidades y tener sus estructuras rebasadas (Aguilar Villanueva, 2006). Como respuesta, se implementaron reformas de “primera generación” que buscaron la reducción del poder del Estado, la liberalización del mercado y la privatización de las empresas públicas (Zurbruggen, 2011). Así, a las estructuras resultantes se les denominó nuevos modos de gobernanza (Böcher et al., 2007). Sin embargo, su implementación acrítica, derivó en resultados negativos y crisis económicas, así, para enfrentar sus efectos negativos, con miras de mantener el crecimiento económico, el Banco Mundial (BM)² propuso una serie de reformas de segunda generación a las que denominó “buena gobernanza” (Andara, 2007; Talavera y Armijo, 2007).

La buena gobernanza se enfocó a fomentar el empoderamiento de actores clave del sector privado y la sociedad civil y consistió en una serie de buenas prácticas que son: participación, consenso, rendición de cuentas, transparencia, responsividad, efectividad, eficiencia, equidad, inclusividad y Estado de derecho (Kishor y Rosenbaum, 2012; Sørensen y Torfing, 2007). Estas prácticas supuestamente se alinean con los principios democráticos, permitiendo que las voces de los más vulnerables sean escuchadas y que las decisiones estén basadas en un consenso social, con el objetivo de alcanzar resultados positivos en lo económico, lo social y lo ecológico y así lograr el desarrollo sostenible (Agere, 2000; Jukneviene y Kareivaite, 2012; UNESCAP, 2009).

² La primera reaparición del término se encuentra en un reporte del BM de 1989 llamado “El África Subsahariana. De la Crisis al Desarrollo Sustentable. Una Perspectiva a Largo Plazo” (The World Bank, 1989). En este reporte, enfrentado al fracaso de sus Programas de Ajuste Estructural, el BM concluye que la principal barrera para el desarrollo económico era una crisis de gobernanza de los Estados africanos caracterizada por la corrupción (Konings, 2004). El estudio definió la gobernanza como: “el ejercicio del poder político para administrar los asuntos de una nación” p.60. Posterior a ello, vuelve a aparecer en el documento “Gobernanza y Desarrollo” (World Bank, 1992). En este caso a la gobernanza se definió como: “la manera en que se ejerce el poder en la gestión de los recursos económicos y sociales de un país para el desarrollo” p.1

Con estos antecedentes históricos, actualmente se entiende por gobernanza a cualquiera de las acciones de gobierno en las que el Estado, el sector privado y la sociedad civil participan en conjunto o por separado (Meuleman, 2014). Se plantea así un esquema conceptual en forma del plano triangular (Figura 3), donde cada esquina representa un estilo ideal, sea jerárquico, mercado o comunidad, y en el cual es posible situar las infinitas formas intermedias que se encuentran en la vida real (Meuleman, 2008, 2010). Algunos autores consideran que estos estilos de gobernanza intermedios tienen el potencial de resolver los problemas socioecológicos complejos de los SSE (Lemos y Agrawal, 2006; Arts, 2014; Zuidema, 2016).



Figura 3.-Triangulo de los estilos de gobernanza. Fuente: elaboración propia con base en los modelos de Meuleman (2008).

Con base en lo anterior, se reconocen cuatro marcos teóricos que buscan entender el funcionamiento y los procesos que suceden en el espectro de posibles arreglos entre actores, que realizan acciones de gobernanza. Estas teorías en las que se profundiza a continuación son: i) la gobernanza en redes, ii) la gobernanza multinivel/multiescala, iii) los modelos de Ostrom, iv) la gobernanza policéntrica y v) la gobernanza adaptativa.

1.2.1.- Teoría de gobernanza en redes

De acuerdo con Klijn y Koppenjan (2012), la teoría de gobernanza en redes tiene origen en tres diferentes tradiciones teóricas, como la ciencia política, la ciencia organizacional y la administración pública. La primera examina la influencia y el poder en la toma de decisiones; la segunda se centra en la entrega e implementación de servicios públicos con énfasis en el intercambio de información o recursos y el proceso de negociación; y la tercera investiga la gestión de redes y sus relaciones. Se considera que actualmente se ha llegado a una convergencia de concepciones y suposiciones

teóricas entre estas tradiciones, aunque aún existe una profunda ambigüedad en sus definiciones, taxonomías y métodos (Dedeurwaerdere, 2005; Hwang y Moon, 2009).

En interacciones horizontales diversos actores públicos y privados coordinan sus interdependencias para formular políticas públicas y prestar servicios públicos (Klijn y Koppenjan, 2012). Aquí, el foco no sólo son los actores en la estructura de gobernanza, sino también las interacciones entre ellos a través de relaciones informales o contractuales (Jones et al., 1997). Para Dedeurwaerdere (2005), existen dos tipos de dinámicas en las redes de actores (Figura 4). La primera es llamada autogobernanza, que involucra una red de actores que desarrolla las capacidades para movilizarse a sí mismos y transformarse a través de la acción colectiva, red que a su vez puede ser influenciada por los procesos sociopolíticos en los que está incrustada. La segunda es metagobernanza en la que un agente externo, generalmente el gobierno, crea o facilita las condiciones, materiales, sociales o culturales para propulsar cambios en una red de autogobernanza. En ambas dinámicas la red persigue producir conocimiento abierto y contextual para desarrollar y mejorar las capacidades, relaciones e interacciones de la propia red (Sørensen y Torfing, 2007). Así mismo, las redes actúan como transmisoras de información, deliberación y resiliencia (Newig et al., 2010)

Al igual que los SSE, las redes de gobernanza también pueden ser caracterizadas como SCA, dado que muestran como los actores se autoorganizan, reaccionan y reorganizan ante condiciones cambiantes a través de retroalimentaciones positivas y negativas (Klijn y Koppenjan, 2014). Para Kapucu (2014), existen cuatro fuentes de complejidad en las redes: la multitud de actores, la falta de un marco en común entre ellos, las estrategias individuales de los actores y la interacción de instituciones contrapuestas. Las soluciones que este autor propone son: una reflexión conjunta para crear un marco común de problemas y soluciones sin perder diversidad de saberes; crear e implementar instituciones en común para hacer el comportamiento de los actores más predecible; contratar facilitadores para limitar los bloqueos, darse cuenta de los avances y tomar decisiones. Entonces, enfrentar la complejidad requiere de un esfuerzo conjunto, así mismo es recomendable iniciar un proceso de meta-gobernanza (Termeer et al., 2015).

Aunque existen múltiples formas para hacer un análisis de gobernanza en red, los tipos más comunes son: i) estudios cualitativos que usan la red como una metáfora y tienden a enfocarse en los atributos de los actores (Bogason y Zølner, 2007); ii) aquellos que operacionalizan la red, generalmente a través del análisis de redes sociales (ARS) y se centran en las configuraciones relacionales emergentes, tal ha sido su uso que algunos autores han pedido que el ARS se integre por completo a la teoría de gobernanza de redes (Kapucu, 2014; Morcol, 2014); iii) análisis, donde el ARS se ve complementado por métodos cualitativos mixtos, lo que permite no solo capturar su estructura, sino el contexto en que esta surge (Knox et al., 2006; Schipper y Spekkink, 2015).

Esta teoría ha sido impulsada desde una posición normativa, es decir, se considera que una estructura de gobernanza en red posee ventajas comparativas³ sobre otras y por lo tanto se deben llevar a cabo acciones para impulsar procesos de gobernanza en red (Klijn y Koppenjan, 2012). Sin embargo, la evidencia empírica muestra un cuadro más complejo, puesto que implementar un proceso de gobernanza en red tiende a ser un proceso errático que requiere de una fuerte inversión de tiempo y recursos y, además, dominar técnicas de facilitación para el trabajo conjunto, así como

³ Supuestamente incrementa la legitimidad, la democracia, la cooperación y el dialogo entre actores.

comprender que existen múltiples tipos de vínculos entre los actores (Imperial et al., 2016). Así que, más que impulsar una postura normativa, la teoría de gobernanza en redes es utilizada para incrementar o mejorar el alcance de los análisis de los procesos de gobernar y sugerir re-arreglos de las relaciones existentes, con el objetivo de modificar los resultados de política pública (Klijn y Koppenjan, 2012).

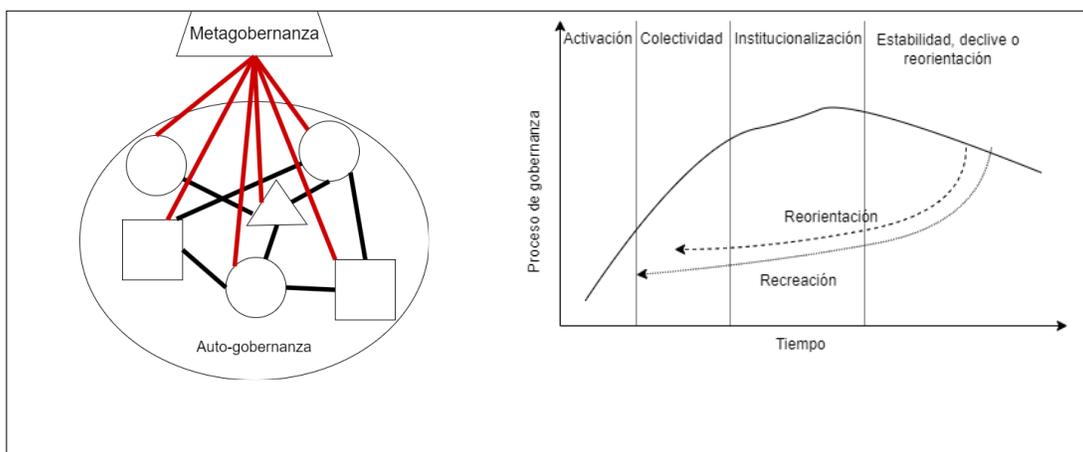


Figura 4.- Visualización de esquemas a) Red de auto-gobernanza y proceso de metagobernanza. b) Proceso de gobernanza en red. Fuente: elaboración propia con base en Dedeurwaerdere (2005).

1.2.2.- Teoría de gobernanza multinivel/multiescalar

La teoría de gobernanza multinivel/multiescalar fue inicialmente planteada para explicar las nuevas dinámicas en la toma de decisiones generadas por el surgimiento de la Unión Europea (Marks, 1992). Esta ha sido utilizada para analizar el amplio espectro de las políticas públicas con jurisdicciones difusas, así como la aparición de nuevos actores (Piattoni, 2009). Entiende que el poder y el control del Estado ha sido desplazado hacia arriba a las organizaciones internacionales y abajo a las autoridades subnacionales, y afuera a los cuerpos semipúblicos y privados; y, aunque, analiza interacciones horizontales, dirige su atención principalmente a las interacciones verticales entre actores (Termeer et al., 2010).

Propone inicialmente dos modelos (Figura 5) de relaciones entre los diferentes niveles de actores: I) el Estado retiene el control, las agencias internacionales o gobiernos locales participan en la toma de decisiones, pero su poder y número está limitado y no hay superposición en las jurisdicciones; II) el Estado tiene poco poder, la toma de decisiones está dispersa y el número y participación de agencias internacionales o gobiernos locales no está limitado, además, las jurisdicciones están superpuestas, siendo este un símil de la gobernanza policéntrica (Hooghe y Marks, 2003). Recientemente se ha planteado un tercer modelo llamado gobernanza del sistema tierra, que busca reflejar todos los aspectos y acciones de la gobernanza ambiental, desde lo local hasta lo global para enfrentar los retos globales, como el cambio climático (Saito-Jensen, 2015).

Al igual que otras teorías, la gobernanza multinivel/multiescalar ha adquirido una connotación normativa dado que supone que estos arreglos son más eficientes y superiores (Piattoni, 2009). Sin embargo, estudios empíricos señalan problemas constantes por la falta de transparencia,

democracia y legitimidad (Termeer et al., 2010). Tal como sucede en otras teorías de gobernanza, el término multinivel es más invocado que desarrollado y realmente no existen muchas teorías que propongan relaciones causales entre los elementos (Piattoni, 2009; Bray et al., 2012). Por ello, el aspecto normativo ha sido dejado de lado y más bien se asume que prácticamente todo arreglo es multinivel (Mwangi y Wardell, 2012).

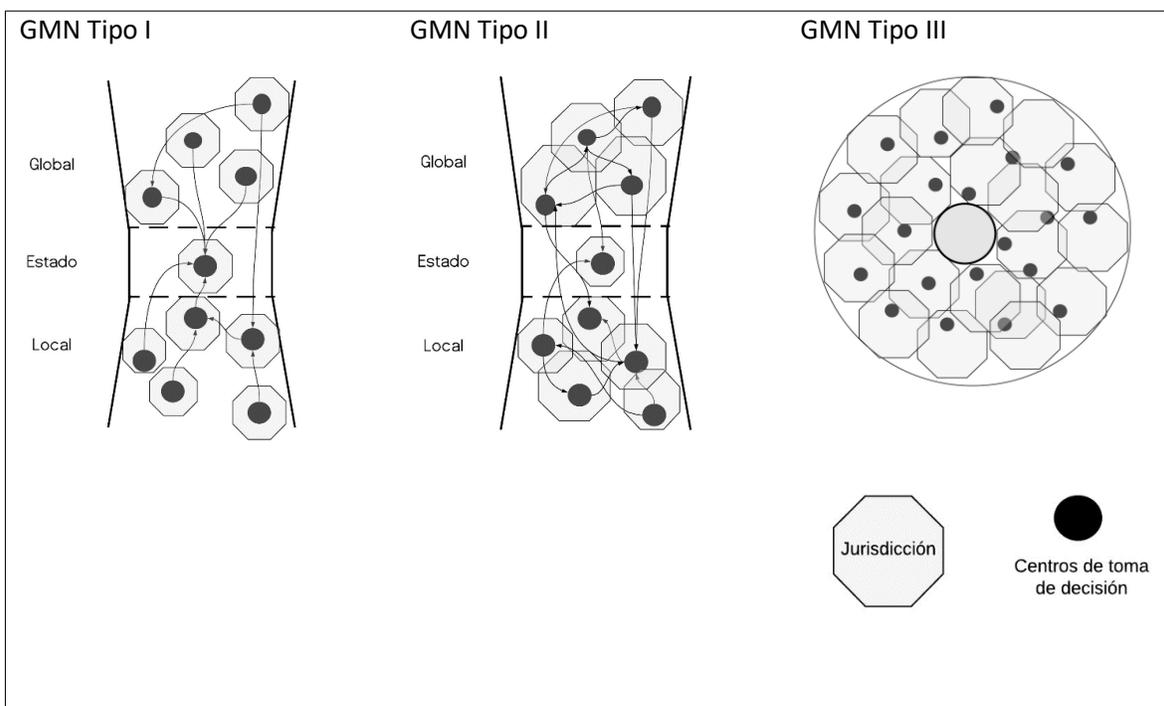


Figura 5.-Modelos ideales de la gobernanza multinivel/multiescalar tipos I, II y III. Fuente: elaboración propia con base en los modelos de Marks (1992) y Saito-Jensen (2015).

1.2.3.- Cuerpo teórico de Ostrom y gobernanza policéntrica

1.2.3.1.- Cuerpo teórico de Ostrom y su evolución

Otro marco que analiza la gobernanza es el planteado por Elinor Ostrom (2000), cuyo trabajo se sitúa en el estudio de la conservación de los recursos naturales de uso común (RUC). En el libro de “El Gobierno de los Bienes Comunes”, se demuestra que las comunidades locales pueden evitar la “tragedia de los comunes” y efectivamente conservar sus RUC a través de la acción colectiva. Para ello, la acción colectiva (Figura 6) consiste en dos pasos: i) autoorganización, en el cual los actores se reúnen a generar o cambiar las instituciones, es decir reglas escritas o no escritas que dan acceso al recurso; ii) autogestión, que contempla el momento estable posterior a la modificación de las instituciones que mantiene el impulso a través de la implementación de los principios de diseño (Janssen, 2015). El significado que se le da a gobernanza es igual al proceso de acción colectiva y la

implementación de ocho principios de diseño⁴, de entre los cuales el octavo es la implementación de una gobernanza policéntrica (Merino Pérez, 2014).

En el libro “Comprender la Diversidad Institucional, Ostrom (2015) amplía el modelo de acción colectiva y lo transforma en el marco de Análisis de Desarrollo Institucional (ADI) (Figura 6), que ayuda a identificar elementos y relaciones afines a la generación y cambio de instituciones y para esto se ayuda de diferentes teorías para explicar sus nexos. El ADI suma varios elementos al modelo de acción colectiva llamados holones, que son los siguientes: a) condiciones biofísicas, que determinan que acciones y resultados son físicamente posibles; b) atributos de la comunidad, que son valores de comportamiento aceptable, nivel de entendimiento común, homogeneidad en la población y amplitud de desigualdades; c) instituciones, reglas, normas o estrategias, escritas o no escritas; d) arena de acción, espacio formal o no formal donde se llevan a cabo las decisiones; situación de acción, dentro de la arena, son variables activas y se pueden dar en múltiples niveles; e) interacciones, influencia de las reglas sobre la situación de acción; f) y los resultados, los productos de las interacciones y funcionan como criterios de evaluación. Durante el planteamiento del marco de ADI Ostrom ha utilizado los términos de instituciones y la gobernanza como sinónimos (Poteete et al., 2012).

Una tercera propuesta de Ostrom (2009) se refiere al marco de los SSE (Figura 6), que extiende las aportaciones hechas por el ADI y el modelo de acción colectiva, y amplía el papel de las condiciones biofísicas y el de los atributos de la comunidad con un conjunto más extenso de variables y, por lo tanto, profundiza en las condiciones que llevan a las comunidades a la acción colectiva (Ostrom, 2009). El modelo de SSE nace de las múltiples interacciones de colaboración de la autora con académicos de la Alianza de Resiliencia (McGinnis y Ostrom, 2014).

Ostrom (2009) distingue cuatro subsistemas en un SSE: (i) sistema de recursos, como el bosque o un área natural protegida; (ii) unidades de recursos, por ejemplo, árboles en el bosque; (iii) sistema de gobernanza, referida a las organizaciones que administran o las reglas específicas relacionadas con el uso de RUC; y, (iv) usuarios, por ejemplo, las comunidades locales o visitantes. Cada subsistema está representado a través de un compuesto de múltiples variables de segundo y tercer nivel que han sido modificadas y actualizadas varias veces en el proceso de su formalización (McGinnis y Ostrom, 2014). En síntesis, en el marco de SSE, la gobernanza es un subsistema, con variables y subvariables que se determinan para su entendimiento.

Al igual que el ADI, el SSE sirve de herramienta para diagnóstico socioecológico, este trata de diseccionar la complejidad, dado que permite identificar las variables e interacciones más importantes, sin correr el riesgo de pasarlas por alto (Ostrom y Cox, 2010). Sin embargo, al igual que en el ADI, el SSE requiere de teorías externas para explicar los patrones de comportamiento entre las variables dentro del modelo (McGinnis y Ostrom, 2014). Se considera que una de las

⁴ Los ocho principios de diseño son: ... 1. El recurso y los apropiadores están claramente definidos, esto reduce incertidumbre y conflictos. 2. Hay coherencia entre las instituciones y las condiciones biofísicas y sociales locales 3. Hay arreglos de elección colectiva y no están cooptados por las elites locales. 4. Monitoreo del sistema de recursos y de los apropiadores y se hace desde lo local. 5. Sanciones graduadas acorde con el delito, siendo la más efectiva la humillación pública. 6. Mecanismos de resolución de conflictos. 7. Reconocimiento de los derechos de autoorganización, es decir las regulaciones vienen desde adentro, cuando las regulaciones vienen de fuera disminuye la gobernanza local y aumenta el libre acceso. Se relaciona con resiliencia. 8. Crear responsabilidad de gobernar el RUC en niveles anidados, partiendo desde el nivel más bajo hacia todo el sistema interconectado. Las decisiones se toman desde el nivel adecuado para el problema, a este principio se le relaciona con la teoría de resiliencia (Ostrom, 2000).

1.2.3.2.- Teoría de Gobernanza Policéntrica

Además de la teoría de acción colectiva y los modelos ADI y SES, Ostrom (2000; 2009; 2015) plantea la implementación de una gobernanza policéntrica para el manejo adecuado de los RUC. El policentrismo es un concepto inicialmente planteado por el filósofo Michael Polanyi, que lo utilizó para explicar el hecho de considerar a la ciencia como una empresa humana exitosa, donde el éxito recaía no en el método científico, sino en su estructura, gracias a no existir una imposición externa, y donde los participantes tienen la libertad de estructurar sus actividades de investigación y hacer contribuciones de la mejor manera que lo consideran (Aligica y Tarko, 2011). El término fue retomado por V. Ostrom et al. (1961) para explicar que, al contrario de las teorías dominantes de la época, la provisión de los servicios públicos metropolitanos en realidad es más eficiente, cuando se superponen varias unidades políticas, por ser capaces de llegar a acuerdos a través de arreglos formales e informales. Más tarde, E. Ostrom (1990) integró el sistema policéntrico como uno de los ocho principios de diseño institucional, que caracterizan a las administraciones exitosas de los RUC y a ello agrega la idea de niveles anidados, es decir que estas relaciones entre unidades políticas se dan a varias escalas jurisdiccionales.

Los arreglos de gobernanza policéntricos (Figura 7) proveen de muchas ventajas; por ejemplo, abren espacios para la comunicación, interacción, experimentación y aprendizaje entre actores, y, así, mejoran la interacción entre actores a diferentes escalas (Nagendra y Ostrom, 2012). En el campo de los SSE aportan diversidad y redundancia, elementos que a su vez incrementan la resiliencia y la capacidad adaptativa del sistema (Schoon et al., 2015). Debido a sus beneficios, la gobernanza policéntrica se ha vuelto un concepto normativo y central dentro en la implementación de políticas públicas (Thiel y Moser-Priewich, 2019). Aunque, se plantea que entre más policéntrico es un sistema es, mejores serán sus resultados, aún no existe un modelo fuerte sobre la estructura y las funciones, y que examine su forma bajo diferentes contextos (Berardo y Lubell, 2016). Además, muchas preposiciones no se han corroborado de manera empírica y Ostrom advierte que no debe considerarse como una panacea para la solución de problemas complejos (Ostrom et al., 2007).

En este respecto, la mayoría de los estudios asumen la existencia de una estructura policéntrica y evalúan su efectividad a través de la aplicación de política pública (Shirin Schröder, 2018). No obstante, otros estudios no la asumen, sino buscan operacionalizar y valorar que tan policéntrico es un sistema de gobernanza y que tan flexible y adaptable es, en algunos casos asumiendo un enfoque de sistemas complejos (Galaz et al., 2012).

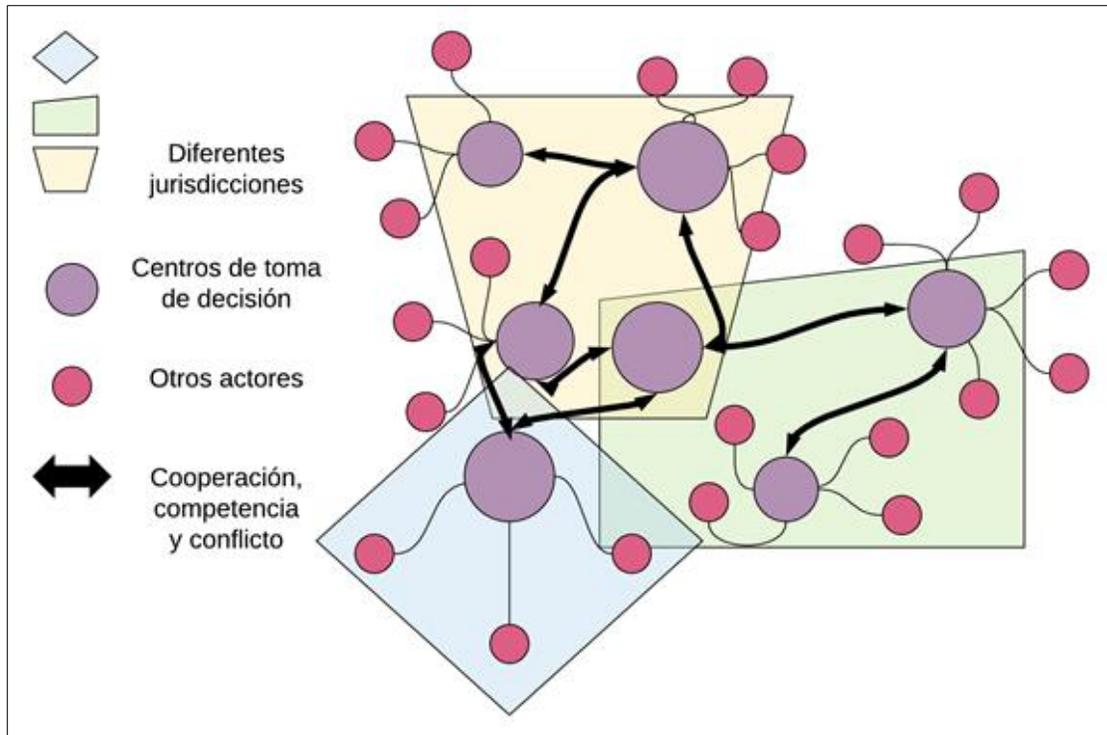


Figura 7.-Modelo de Gobernanza Policéntrica. Fuente: elaboración propia con base en V. Ostrom et al. 1961).

1.2.4.- Teoría de Gobernanza Adaptativa

La gobernanza adaptativa es un campo de estudio reciente, este término se utilizó por primera vez por Dietz et al. (2003), en el cual se esboza la necesidad de una gobernanza efectiva de los RUC, ante los cambios rápidos y los problemas socioecológicos complejos. Esta, a través de un constante flujo de información e instituciones flexibles, podría manejarse y adaptarse a los cambios e interacciones complejas en caso de incertidumbre extrema (Chaffin et al., 2014). Esta idea ha sido adoptada y desarrollada por los miembros de la Alianza de Resiliencia y el Centro de Resiliencia de Estocolmo, que previamente planteaban el concepto de manejo adaptativo, referente a una estrategia para manejar la resiliencia en los SES; sin embargo, consideraban que para su implementación era necesario primero tener un contexto social subyacente denominado gobernanza adaptativa (Folke et al., 2005).

La gobernanza adaptativa (Figura 8) supone una diversidad de actores estatales y no estatales, públicos y privados, interconectados a través de colaboraciones flexibles a múltiples niveles, que están involucrados en el manejo del SSE, y que toman las decisiones basándose en el monitoreo y la supervisión de sus componentes. En este entorno se fomenta el intercambio de la información, el aprendizaje y la experimentación; lo que permite la implementación de un manejo adaptativo (Schultz et al., 2015).

Al igual que otras teorías de gobernanza, ésta ha adquirido una postura normativa y, por lo tanto, busca estrategias para implementarla en el mundo real, donde un primer objetivo es localizar

sistemas de gobernanza que sean o estén en proceso de ser adaptativos y aprender de ellos, para después replicarlos (Chaffin et al., 2014). Es así como la transformación de los sistemas de gobernanza en gobernanza adaptativa se ha vuelto una de las corrientes de estudios más importantes del campo de los SSEs (Ayre y Nettle, 2017; Chaffin y Gunderson, 2016). Identificar un proceso de transformación de gobernanza permite reconocer explícitamente la historia, la cultura, el poder y la agencia, así como las interacciones trans escalares que influyen los cambios en grandes periodos de tiempo, reconociendo la gran complejidad e incertidumbre de los SSE (Gunderson et al., 2016).

Como se ha observado, la gobernanza adaptativa es una propuesta que nace dentro del cuerpo teórico de la escuela de resiliencia y retoma las propuestas de Ostrom (2000, 2009, 2015), así como de la gobernanza policéntrica, la de redes y la multinivel/multiescalar, y las combina con el enfoque de los SSE. Siendo el tema de la transformación de la gobernanza y con ello la transformación del SSE uno de los más relevantes dentro de este nuevo campo (Chaffin et al., 2014). Para esto, en la siguiente sección del capítulo se exploran los modelos que se han propuesto para entender las transformaciones de gobernanza.

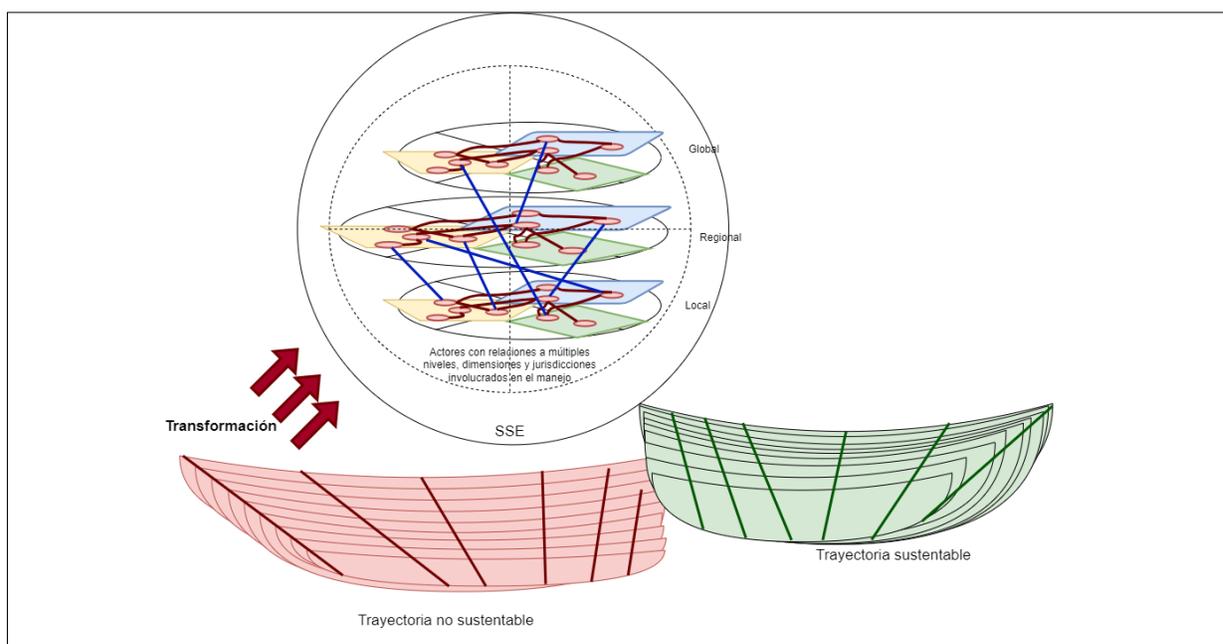


Figura 8.- Esquema de Gobernanza adaptativa. Fuente: elaboración propia con base en Schultz et al., (2015).

1.3.- Modelos de transformación de gobernanza

La transformación de la gobernanza y, consecuentemente, de los SSE es una corriente de análisis que recientemente ha adquirido una gran relevancia en la ciencia (Andrachuk y Armitage, 2015; Bruckmeier, 2016; Görg et al., 2017). Las transformaciones, también llamadas transiciones o cambios de trayectorias socioecológicas⁵, implican la creación de un SSE fundamentalmente nuevo en términos ecológicos, económicos y sociales; donde un elemento central de la transformación del SSE consiste en la modificación radical del sistema de gobernanza ambiental, referente a las condiciones sociales subyacentes al manejo de recursos naturales (Folke et al., 2002; Folke et al., 2010).

La atención académica en el campo de transformaciones de gobernanza se ha centrado en procesos macro-; sin embargo, el análisis a escala local puede evidenciar dinámicas generalmente ignoradas y puede tanto proporcionar bases para la formulación de prácticas sostenibles, así como identificar factores de presión, conflictos y puntos de apalancamiento ocultos (Pereira et al., 2018). Es así, como en un momento oportuno, estas dinámicas marginales pueden ser escaladas y proporcionar soluciones a problemas en otras escalas jurisdiccionales superiores (Raudsepp-Hearne et al., 2020). El cómo las transformaciones de un sistema de gobernanza emergen, se desarrollan y perduran, ha sido abordado por Olsson et al. (2006). Mientras que, el cómo son influenciadas o modificadas por otras escalas, ha sido el foco del modelo de panarquía, que parte de la heurística del ciclo adaptativo de gobernanza (Holling y Gunderson, 2002).

Comúnmente la transformación es representada a través de la heurística de la pelota y la copa, proveniente de la teoría de resiliencia, esta conceptualiza como cambian los SSEs en el espacio y tiempo (Walker et al., 2004). En la Figura 9, la copa representa la configuración del SSE y esta puede variar de más sostenible y resiliente a menos. La pelota representa el sistema mismo. La flecha ancha una perturbación o un choque que puede sacar a la pelota de su copa actual. La flecha larga la trayectoria potencial del SSE. La altura de las copas, un umbral que al ser rebasado simboliza el cambio hacia un régimen distinto. Si bien se considera un modelo muy esclarecedor, este poco aporta a entender el cómo se llevan a cabo las transformaciones (Lade et al., 2017).

⁵ Si bien la mayor parte de los autores utilizan estos conceptos como sinónimos, ya se han llevado a cabo esfuerzos para diferenciarlos. Para Sievers-Glotzbach y Tschersich (2019) estos conceptos si son diferentes: i) Transformación se entiende como un proceso complejo que requiere de un cambio fundamental en la estructura del SSE que resulta en diferentes controles sobre las propiedades del sistema y cuyos objetivos están en proceso de definición; ii) Transición se define como una reorganización intencional de algún subsistema individual del SSE hacia objetivos específicos previamente definidos, por ejemplo, la transición energética hacia energías limpias; iii) Trayectoria es la evolución que, a lo largo del tiempo, sigue generalmente un subsistema y por lo tanto se le considera un atributo individual; iv) Camino (trajectory pathway) es el camino de un SSE de un punto hacia a otro punto más sustentable y se considera un atributo del sistema.

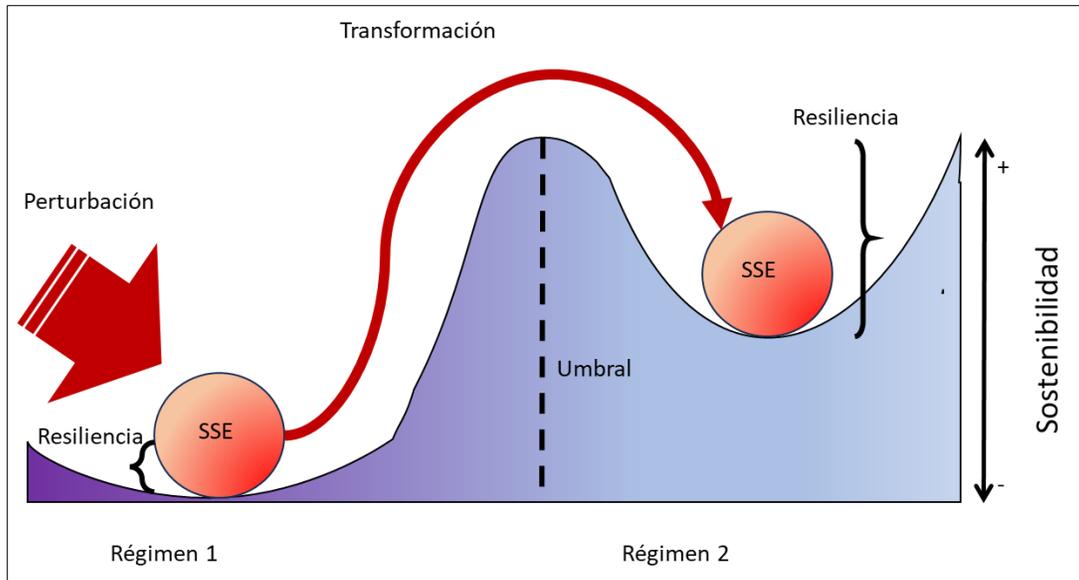


Figura 9.-Modelo de la pelota y la copa. Fuente: elaboración propia con base en Walker et al., (2004).

Un modelo que si explica el cómo se lleva a cabo una transformación es el de Olsson et al. (2006), este plantea una secuencia de pasos que da un SSE para transformarse a otro estado más sostenible y resiliente (Figura 10). Ello requiere de una transformación en el sistema de gobernanza ambiental. Este esboza dos fases, emergencia e institucionalización, en las cuales se modifican varios elementos: la interacción entre las variables, las relaciones entre actores implicados en la gestión formal y en procesos de conocimiento-aprendizaje, el cambio en los liderazgos y el cambio en las instituciones (Figura 10).

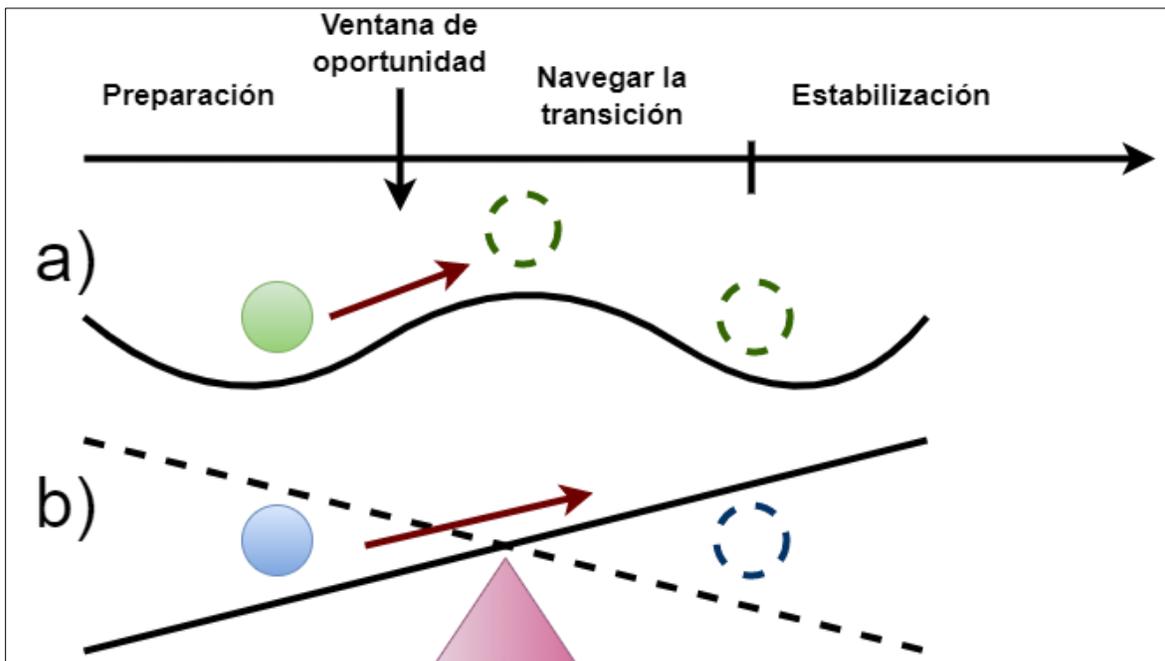


Figura 10.-Modelo de transformación. Fuente: elaboración propia con base en Olsson (2006, 2010).

En la fase de emergencia, la primera etapa es la preparación y consiste en varios elementos:

1. Primero, una variable proveniente de otra escala, por ejemplo, un cambio político o ambiental, sacude las interacciones del sistema de gobernanza ambiental y lo desbloquea.
2. Esto impulsa a los actores involucrados en el manejo a reorganizarse, con ello entran nuevos actores, algunos generan vinculaciones independientes al sistema vigente, como resultado se dan incrementos en su número y origen, es decir mayor diversidad (Pelling et al., 2008).
3. Simultáneamente, los actores se reúnen para discutir los valores vinculados al manejo ecosistémico y co- construyen un nuevo modelo de la realidad a través del intercambio de saberes; así mismo, proponen nuevas estrategias para lograr un estado deseado (Plummer y Armitage, 2010; Sandström y Rova, 2010).
4. Entre los actores surgen líderes que: i) alientan a participar de manera formal o informal a otros en el manejo, lo que genera multiplicidad de lazos; ii) favorecen la creación conjunta de conocimiento al facilitar relaciones de confianza; iii) tienen la capacidad de identificar el momento político adecuado para actuar (ejem. - la ventana de oportunidad) (Crona y Bodin, 2006; Westley et al., 2013).
5. Como resultado, comienza a experimentarse con formas innovadoras de instituciones de manejo e incluso se crean nuevos paradigmas.

La etapa de preparación puede suceder de manera incremental; sin embargo, los cambios radicales en la trayectoria del SSE se han relacionado con acumulaciones exponenciales (Olsson y Galaz, 2012).

Luego sigue la etapa de ventana de oportunidad, un momento en el tiempo, en el cual se alinean contingencias históricas y se crean circunstancias que permiten cambios radicales en el manejo, que implica un cambio sociopolítico de alto impacto (Brown et al., 2017; Gunderson y Light, 2006).

La fase de institucionalización inicia con “navegar la transición”, con interacciones entre las variables estables pero flexibles, y es cuando la variable desbloqueante pierde relevancia. Respecto a los actores, las redes informales se formalizan; con el conocimiento construido previamente se crea una multitud de planes de acción, para enfrentar escenarios que puedan surgir; los líderes se enfocan en disipar conflictos y mantener los ánimos; los cambios en el manejo se mantienen y los que no funcionan son modificados (Chaffin y Gunderson, 2016).

A ello le sigue la etapa de nueva dirección, aquí las interacciones entre las variables continúan estables, pero disminuye su flexibilidad. El nuevo grupo de actores mantiene el poder político y económico sobre el manejo, aunque la participación está abierta a nuevos actores y la toma de decisiones es de abajo hacia arriba; se dan reuniones de manera periódica para tomar decisiones, en ellas se valora a todas las epistemologías, se prioriza el respeto mutuo y se considera clave el conocimiento local y se adopta un modelo de manejo adaptativo con instituciones flexibles (Cosens et al., 2017).

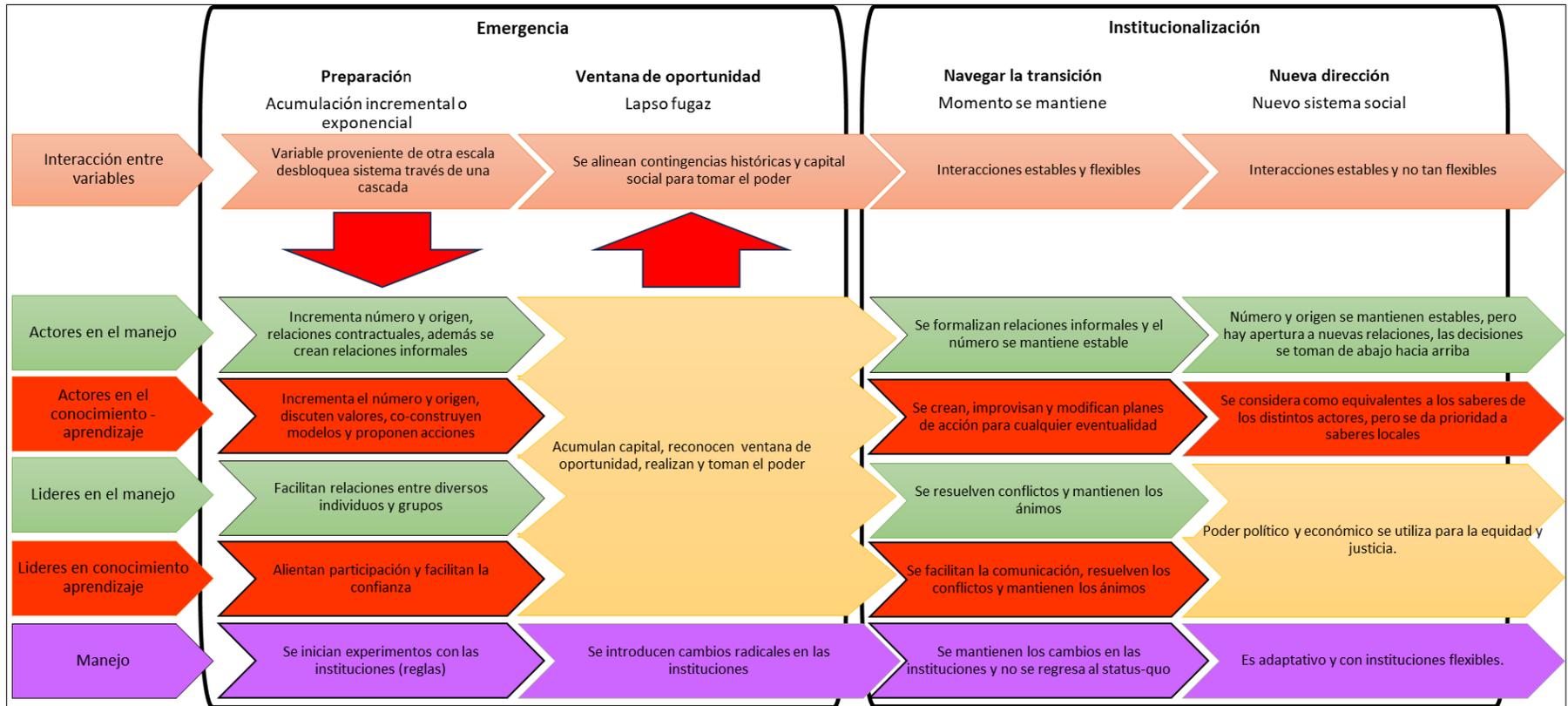


Figura 11.-Modelo de transformación de la gobernanza hacia la sostenibilidad. Fuente elaboración propia con base en Olsson (2006, 2010).

Como se mencionó anteriormente otra interpretación de la transformación se hace a través del ciclo adaptativo (Figura 12), este considera que un SSE es exitoso cuando a pesar de pequeños cambios, puede navegar por todas las fases del ciclo, manteniendo su identidad central. Posee cinco fases: nuevos conocimientos y crecimiento (r); conservación y status quo (K); crisis; umbral crítico; disolución y confusión (Ω); y reorganización e innovación (α) (Fath et al., 2015; Walker et al., 2004).

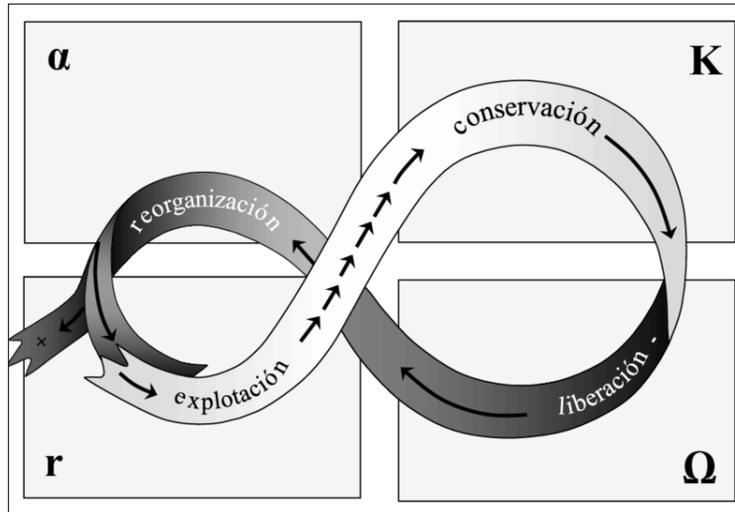


Figura 12.-Modelo del ciclo adaptativo. Fuente tomado de Holling y Gunderson, 2002

Hay circunstancias en las que por la combinación de atributos del SSE, estos pueden quedarse atrapados en etapas consideradas como maladaptativas o trampas que impiden al sistema reorganizarse (Allison y Hobbs, 2004; Gunderson y Holling, 2002). Se distinguen cuatro: i) rigidez, ahí el conocimiento o confianza son altos, se tiene muchas interconexiones y por lo tanto mucha resiliencia, ahí las novedades son sofocadas y los actores innovadores expulsados; ii) pobreza, son bajos el conocimiento-confianza, las interconexiones y resiliencia y aunque hay muchas posibilidades para reorganizar el sistema, los actores no tienen la capacidad de hacerlo; iii) confinamiento, en ella el conocimiento-confianza es bajo, pero hay muchas conexiones y resiliencia, como resultado se tiene a actores muy débiles dentro de un sistema muy rígido; iv) aislamiento, hay conocimiento-confianza alto, pero pocas conexiones y poca resiliencia, en este caso los actores innovadores no tienen la capacidad de persuasión o están aislados y por lo tanto, tienen pocas posibilidades de impulsar un cambio.

Dentro del ciclo adaptativo también se ubica el modelo de panarquía (Figura 13) que resalta las dinámicas trans escalares e interacciones entre ciclos adaptativos anidados, y se enfoca en variables a diferente escala que tienen una gran influencia sobre los dominios, social, ambiental o económico e inciden en modificar o mantener al sistema en una misma dinámica; estas pueden tener tanto implicaciones positivas o negativas en relación con la transformación presentada (Huber-Sannwald et al., 2012; Garmestani y Benson, 2013).

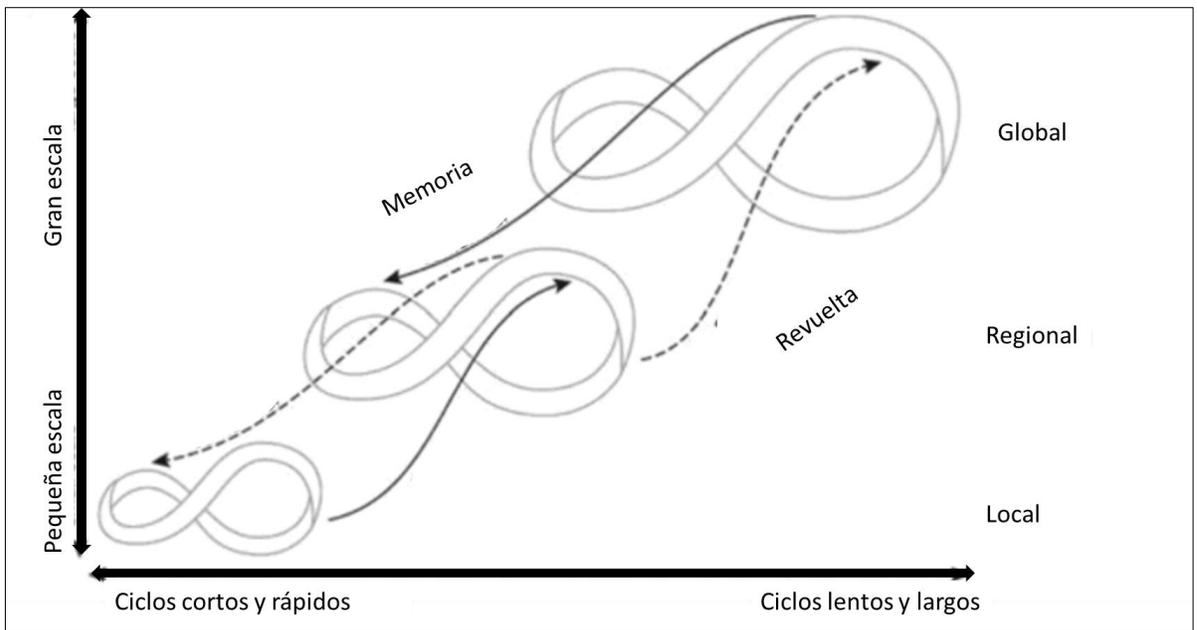


Figura 13.- Influencia de las dinámicas de panarquía en el ciclo adaptativo. Fuente: elaboración propia con base en Olsson et al., (2022).

Para Olsson et al., (2022) potencialmente existen múltiples conexiones entre ciclos anidados; sin embargo, solo han sido descritos dos: i) la “revuelta” que implica un mecanismo de retroalimentación positiva, donde una perturbación desencadena una cascada de eventos que la mueven a un nivel más grande y lento; y, ii) la “memoria” que implica una retroalimentación negativa, donde un proceso de un ciclo superior influye sobre ciclos más pequeños imponiendo límites. En algunos casos la memoria puede bloquear un movimiento transformativo positivo perpetuando instituciones o sistemas inequitativos (Greenlees y Cornelius, 2021).

Revuelta y memoria simbolizan lo que se considera un efecto cascado, uno hacia arriba y el otro hacia abajo, este se define como un efecto acumulativo en presiones en choques o impulsores que se propaga, generalmente de manera impredecible, de un nivel del SES a otro a través de interacciones intrasistema, lo que puede llevar a cruzar ciertos umbrales y derivar en cambios radicales que llevan a la transformación o al colapso (Galaz et al. 2011; Walker et al. 2004). En términos del modelo de Olsson el efecto cascado puede representar a la variable desbloqueadora del sistema.

Para cerrar el capítulo, se acentúa el cómo se vinculan los marcos teórico-conceptuales de la investigación. La teoría de los SSE plantea que están compuestos por el subsistema social, el subsistema ecológico, interacciones complejas y propiedades emergentes, incluyendo la sostenibilidad. Por igual, se reconoce a la gobernanza como un elemento crucial para influir en la trayectoria del SSE y lograr la sostenibilidad. La gobernanza se considera un subsistema dentro subsistema social, sin embargo, posee múltiples definiciones. Así, se hace un recorrido a través de varias teorías existentes y se elige el marco de gobernanza adaptativa, ya que este retoma el universo de conceptos de las otras escuelas y las relaciona con la complejidad inherente a los SSE. Así mismo, esta teoría posee los modelos de transformación, los cuales detallan los pasos necesarios para que el subsistema de gobernanza cambie y, en última instancia, transforme el SSE en uno más

sostenible. En una transformación los elementos clave del subsistema gobernanza se reorganizan de cierta manera, y el cómo lo hacen, ha sido estudiado mayoritariamente a través de un enfoque de narraciones analíticas (Herrfahrtd-Pähle et al., 2020). Así para el caso de estudio se plantea analizar el cambio en algunos elementos del subsistema gobernanza y analizar si a través del tiempo se ha llevado a cabo una transformación. Empero, en este análisis, además se busca operacionalizar el modelo de transformación de Olsson (2006) en un modelo de resultados numéricos a través del uso del Análisis de Redes Sociales, el cual ya ha sido utilizado en análisis previos de gobernanza en redes (Bixler et al., 2016; Chaffin et al., 2016). Adicionalmente los marcos teóricos representan las definiciones que se emplearán lo largo de la tesis para el análisis del caso de estudio. El cómo se buscará operacionalizar una transformación el subsistema de gobernanza a través del método ARS, se desarrolla con la propuesta metodológica en el siguiente capítulo, de igual modo se plantea la construcción de variables de transformación.

Referencias Capítulo 1.

- Aarts, N., y Drenthen, M. (2020). Socio-Ecological Interactions and Sustainable Development— Introduction to a Special Issue. *Sustainability*, 12, 6967.
- Agere, S. (2000). *Promoting Good Governance: Principles, Practices and Perspectives*. London, United Kingdom: Commonwealth Secretariat.
- Aguilar Villanueva, L. F. (2006). *Gobernanza y Gestión Públicas*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Aligica, P., y Tarko, V. (2011). Polycentricity: From Polanyi to Ostrom, and Beyond. *Governance*, 25(2), 237-262. doi:10.1111/j.1468-0491.2011.01550.x
- Andara, A. (2007). La segunda generación de Reforma del Estado y su efecto en la administración pública local de América Latina. *Provincia* (17), 77-105.
- Anderies, J., Walker, B., y Kinzig, A. (2006). Fifteen Weddings and a Funeral: Case Studies and Resilience-based Management. *Ecology and Society*, 11(1), 21.
- Andrachuk, M., y Armitage, D. (2015). Understanding social-ecological change and transformation through community perceptions of system identity. *Ecology and Society*, 20(4), 26. doi:10.5751/ES-07759-200426
- Arnold, C., Green, O., DeCaro, D., Chase, A., y Ewa, J.-G. (2015). The Social-Ecological Resilience of an Eastern Urban-Suburban Watershed: The Anacostia River Basin. *Idaho Law review*, 51, 29-90. doi:10.2139/ssrn.2584968
- Arts, B. (2014). Assessing forest governance from a 'Triple G' perspective: Government, governance, governmentality. *Forest Policy and Economics*, 49, 17-22. doi:10.1016/j.forpol.2014.05.008
- Ayre, M., y Nettle, R. (2017). Enacting resilience for adaptive water governance: a case study of irrigation modernization in an Australian catchment. *Ecology and Society*, 22(3), 1. doi:10.5751/ES-09256-220301
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., , Hall, J., Lara, A., Laterra, P., Peña-Claros, M., Silva Matos, D.M., Vogl, A.L., Romero-Duque, L.P., Arreola, L.F.,

- Caro-Borrero, A.P., Gallego, F., Jain, M., Little, C., de Oliveira Xavier, R., Paruelo, J.M., Peinado, J.E., Poorter, L., Ascarrunz, N., Correa, F., Cunha-Santino, M.B., Hernández-Sánchez, A.P., Vallejos, M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem services*, 2, 56-70. doi:10.1016/j.ecoser.2012.09.006
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, IX, 194:36.
- Berardo, R., y Lubell, M. (2016). Understanding What Shapes a Polycentric Governance System. *Public Administration Review*, 76(5), 738-751. doi:10.1111/puar.12532
- Bixler, R., Wald, D., Ogden, L., Leong, K., Johnston, E., y Romolini, M. (2016). Network governance for large-scale natural resource conservation and the challenge of capture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(3), 165-171. doi:10.1002/fee.1252
- Böcher, M., Giessen, L., y Kleinschmit, D. (2007). *Environmental and Forest Governance. The Role of Discourses and Expertise*. Göttingen: Universitätsdrucke Göttingen.
- Bogason, P., y Zølner, M. (2007). Methods for Network Governance Research: An Introduction. En P. Bogason, y M. Zølner, *Methods in Democratic Network Governance* (págs. 1-20). New York: Palgrave Macmillan.
- Bray, D., Duran, E., y Molina, O. (2012). Beyond harvests in the commons: multi-scale governance and turbulence in indigenous/community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal of the Commons*, 6(2), 151-178. doi:10.18352/ijc.328
- Brian C. Chaffin, A. S. (2016). Transformative Environmental Governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 41, 399-423. doi:10.1146/annurev-environ-110615-085817
- Brown, K., Naylor, L., y Quinn, T. (2017). Making Space for Proactive Adaptation of Rapidly Changing Coasts: A Windows of Opportunity Approach. *Sustainability*, 9(8), 1408. doi:10.3390/su9081408
- Bruckmeier, K. (2016). *Social-Ecological Transformation: Reconnecting Society and Nature*. London: Palgrave Macmillan. doi:10.1057/978-1-137-43828-7
- C. Raudsepp-Hearne, G. D. (2020). Seeds of good anthropocenes: developing sustainability scenarios for Northern Europe. *Sustainability Science*, 15, 605–617. doi:10.1007/s11625-019-00714-8
- Canet, R. (2004). *“Qu’est-ce que la gouvernance?”*. Montreal: Documento presentado en el.
- Carmichael, T., y Hadžikadić, M. (2019). The Fundamentals of Complex Adaptive Systems. En T. Carmichael, A. Collins, y M. Hadžikadić, *Complex Adaptive Systems Views from the Physical, Natural, and Social Sciences* (págs. 1-16). Cham, Switzerland: Springer.
- Chaffin, B., y Gunderson, L. (2016). Emergence, institutionalization and renewal: Rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 165, 81-87. doi:10.1016/j.jenvman.2015.09.003

- Chaffin, B., Gosnell, H., y Cosens, B. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. *Ecology and Society*, 19(3), 56. doi:10.5751/ES-06824-190356
- Colding, J., y Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. *Ecology and Society*, 24(1), 2. doi:10.5751/ES-10598-240102
- Cosens, B. A. (2017). The role of law in adaptive governance. *Ecology and Society*, 20(1), 30. doi:10.5751/ES-08731-220130
- Crona, B., y Bodin, Ö. (2006). What You Know is Who You Know? Communication Patterns Among Resource Users as a Prerequisite for Co-management. *Ecology and Society*, 2(11), 7. doi:10.5751/ES-01793-110207
- Daily, G. (1997). Introduction: what are ecosystem services? En G. Daily, S. Postel, K. Bawa, y L. Kaufman, *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems* (págs. 1-10). University of Chicago Press.
- Dedeurwaerdere, T. (2005). *The contribution of network governance to sustainable development*. Institut du développement durable et des relations internationales .
- Delgado-Serrano, M., y Ramos, P. (2015). Making Ostrom's framework applicable to characterise social ecological systems at the local level. *International Journal of the Commons*, 9(2), 808–830. doi:10.18352/ijc.567
- Díaz, S. D. (2015). The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. doi:10.1016/j.cosust.2014.11.002.
- Dietz, T., Ostrom, E., y Stern, P. (2003). The Struggle to Govern the Commons. *Science*, 302(5652), 1907-1912.
- Dixon, J., y Dogan , R. (2003). Analyzing Global Governance Failure: A Philosophical Framework. *Journal of Comparative Policy Analysis*, 5, 209–226.
- Dwiartama, A., y Rosin, C. (2014). Exploring agency beyond humans: the compatibility of Actor-Network Theory (ANT) and resilience thinking. *Ecology and Society*, 19(3), 28. doi:10.5751/ES-06805-190328
- Enfors, E. (2013). Social–ecological traps and transformations in dryland agro-ecosystems: Using water system innovations to change the trajectory of development. *Global Environmental Change*, 23(1), 51-60. doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.10.007
- Fath, B., Dean, C., y Katzmair, H. (2015). Navigating the adaptive cycle: an approach to managing the resilience of social systems. *Ecology and Society*, 20(2), 10. doi:10.5751/ES-07467-200224
- Felipe-Lucia, M., Guerrero, A., Alexander, S., Ashander, J., Baggio, J., Barnes, M., Bodin Ö, Bonn A., Fortin M.J., Friedman R.S., Gephart J.A., Helmstedt K.J., Keyes A.A., Kroetz K., Massol F., Pocock M.J.O., Sayles J., Thompson R.M., Wood S.A., Dee, L. (2022). Conceptualizing ecosystem services using social–ecological networks. *Trends in Ecology and Evolution*, 37(2), 211-222. doi:10.1016/j.tree.2021.11.012

- Fischer, J., Gardner, T., Bennett, E., Balvanera, P., Biggs, R., Carpenter, S., Daw, T., Folke, C., Hill, R., Hughes, T., Luthe, T., Maass, M., Meacham, M., Norström, A., Peterson, G., Queiroz, C., Seppelt, R., Spierenburg, M., Tenhunen, J. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a social–ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 144-149. doi:10.1016/j.cosust.2015.06.002
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C., y Walker, B. (2002). Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. *AMBIO*, 31(5), 437-40. doi:10.1579/0044-7447-31.5.437.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., y Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473. doi:10.1146/annurev.energy.30.050504.144511
- Folke, C., R. Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., y Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4):20.
- Fragkias, M., Islam, S., y Sprague, C. (2017). Modeling teleconnected urban social–ecological systems: opportunities and challenges for resilience research. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9:2, 207-225.
- Galaz, V., Biermann, F., Crona, B., Loorbach, D., Folke, C., Olsson, P., Nilsson, M., Allouche, J., Persson, A., Reischl, G. (2012). ‘Planetary boundaries’ — exploring the challenges for global environmental governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1), 80-87. doi:10.1016/j.cosust.2012.01.006
- Garmestani, A. (2013). Sustainability science: accounting for nonlinear dynamics in policy and social–ecological systems. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 9. doi:10.1007/s10098-013-0682-7
- Garmestani, A., y Benson, M. (2013). A Framework for Resilience-based Governance of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(1), 9. doi:10.5751/ES-05180-180109
- Giessen, L., y Buttoud, G. (2014). Defining and assessing forest governance. *Forest Policy and Economics*, 49, 1-3. doi:10.1016/j.forpol.2014.11.009
- GIZ. (2019). *Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación y gestión urbana. Un enfoque sistemático en pasos para profesionales*. Ciudad de México: SEDATU, SEMARNAT, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- González-Jiménez, D., y Balvanera, P. (2021). Relevancia de las contribuciones de la IPBES para la valoración de la naturaleza en América Latina. En A. Rincón Ruiz, P. Arias Arévalo, y M. Clavijo Romero, *Hacia una valoración incluyente y plural de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Visiones, avances y retos en América Latina* (págs. 32-43). Universidad Nacional de Colombia .

- Gore, T., y Fothergill, S. (2007). Cities and their hinterlands: how much do governance structures really matter? *People, Place y Policy* , 1/2, pp-55-68.
- Görg , C., Brand, U., Haberl, H., Hummel, D., Jahn, T., y Liehr, S. (2017). Challenges for Social-Ecological Transformations: Contributions from Social and Political Ecology. *Sustainability*(9), 1045. doi:10.3390/su9071045
- Greenlees, K., y Cornelius , R. (2021). The promise of panarchy in managed retreat: converging psychological perspectives and complex adaptive systems theory. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 503–510.
- Gunderson, L., y Light , S. (2006). Adaptive management and adaptive governance in the everglades ecosystem. *Policy Sciences*, 39, 323–334. doi:10.1007/s11077-006-9027-2
- Gunderson, L., Cosens, B., y Garmestani, A. (2016). Adaptive governance of riverine and wetland ecosystem goods and services. *Journal of Environmental Management*, 183(2), 353-360. doi:10.1016/j.jenvman.2016.05.024
- Güneralp, B., Seto, K., y Ramachandran, M. (2013). Evidence of urban land teleconnections and impacts on hinterlands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5,5:445-451.
- Gupta, A., Singh, S., Wajih, S., Mani, N., y Singh, A. (s.f.). *Urban Resilience and Sustainability through Peri-Urban Ecosystems: Integrating Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction*. Gorakhpur Environmental Action Group.
- Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J., Gomez-Baggethun E., Gren Å., Hamstead Z., Hansen R., Kabisch N., Kremer P., Langemeyer J., Rall E.L., McPhearson T., Pauleit S., Qureshi S., Schwarz N., Voigt A., Wurster D., Elmquist T. (2014). A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation. *AMBIO*(43), 413–433. doi:10.1007/s13280-014-0504-0
- Haberman, D., y Bennett, E. (2019). Ecosystem service bundles in global hinterlands. *Environmental Research Letters*, 14: 084005.
- Hernández Flores , J. (2021). Estrategias de reproducción social en hogares periurbanos: un modelo para su análisis. *Espiral*, XXVIII(80), 187-228.
- Herrfahrdt-Pähle, E., Schlüterb, M., Olsson, P., Folke, C., Gelcicd, S., y Pahl-Wostlef, C. (2020). Sustainability transformations: socio-political shocks as opportunities for governance transitions. *Global Environmental Change*, 63, 102097. doi:10.1016/j.gloenvcha.2020.102097
- Holling, C., y Gunderson, L. (2002). Resilience and Adaptive Cycles. En L. Gunderson, y C. Holling, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems* (págs. 25-62). Washington DC: Island Press.
- Hooghe, L., y Marks, G. (2003). Unraveling the Central State, but How? Types of Multi-level Governance. *American Political Science Review*, 97(2), 233-243.

- Huber-Sannwald, E., Ribeiro Palacios, M., Arredondo Moreno, J., Braasch, M., Martínez Peña, R., de Alba Verduzco, J., y Monzalvo Santos, K. (2012). Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development in dryland social–ecological systems: a case study from Mexico. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 3158-3177. doi:10.1098/rstb.2011.0349
- Hufty, M. (2011). Governance: Exploring Four Approaches and Their Relevance to Research . En H. H. Wiesmann U., *Research for Sustainable Development: Foundations, Experiences, and Perspectives* (págs. 165-183). Berna: Geographica Bernensia.
- Hwang, S., y Moon, I.-C. (2009). Are We Treating Networks Seriously? The Growth of Network Research in Public Administration y Public Policy. *Connection Science*, 29, 4-17.
- IDS. Institute of Development Studies . (2014). The Potential and Limits of the ‘Resilience Agenda’ in Peri-urban Contexts. *IDS Policy Briefing*, 63:3.
- Imperial, M., Johnston, E., Pruett-Jones, M., Leong, K., y Thomsen, J. (2016). Sustaining the useful life of network governance: life cycles and developmental challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(2), 135-144. doi:10.1002/fee.1249
- Janssen, M. (2015). A behavioral perspective on the governance of common resources. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 12, 1-5. doi:10.1016/j.cosust.2014.08.002
- Jessop, B. (1998). The rise of governance and the risks of failure: the case of economic development. *International social science journal*, 50(155), 29-45.
- Jessop, B. (2002). Governance and Meta-governance in the Face of Complexity: On the Roles of Requisite Variety, Reflexive Observation, and Romantic Irony in Participatory Governance. En H. G. Heinelt, *Participatory Governance in Multi-Level Context* (págs. 33-34). VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. doi:10.1007/978-3-663-11005-7_2
- Jones, C., Hesterly, W., y Borgatti, S. (1997). A General Theory of Network Governance: Exchange Conditions and Social Mechanisms. *Academy of Management Review*, 22(4). doi:10.5465/amr.1997.9711022109
- Juknevičienė, V., y Kareivaite, R. (2012). Good Governance as the Instrument for the Implementation of the Sustainable Development's Conception. *Social Research*, 3(28), 28-42.
- Kapucu, N. (2014). Complexity, governance and networks: perspectives from public administration. *Complexity, Governance and networks*, 1(1), 29-37.
- Kishor, N., y Rosenbaum, K. (2012). *Assessing and Monitoring Forest Governance: A user's guide to a diagnostic tool*. Washington DC: PROFOR, Banco Mundial.
- Klijin, E.-H., y Koppenjan, J. (2012). Governance Network Theory: Past, Present and Future. *Policy and Politics*, 40(4), 187-206. doi:10.1332/030557312X655431
- Klijin, E.-H., y Koppenjan, J. (2014). Complexity in Governance Network Theory. *Complexity, Governance and Networks*, 1(1), 587-606.

- Knox, H., Savage, M., y Harvey, P. (2006). Social networks and the study of relations: networks as method, metaphor and form. *Economy and Society*, 35(1), 113-140. doi:10.1080/03085140500465899
- Lemos, M., y Agrawal, A. (2006). Environmental Governance. *Annual Review of Environment and Resources*(31), 297–325.
- Levin, S., Xepapadeas, T., Crépin, A.-S., Norberg, J., de Zeeuw, A., Folke, C., Hughes, T., Arrow, K., Barrett, S., Daily, G., Ehrlich, P., Kautsky, N., Mäler, K., Polasky, S., Troell, M., Vincent, J., Walker, B. (2012). Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications. *Environment and Development Economics*, 18, 111–132. doi:10.1017/S1355770X12000460
- Locatelli, B., Lavorel, S., Sloan, S., Tappeiner, U., y Geneletti, D. (2017). Characteristic trajectories of ecosystem services in mountains. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(3), 150-159. doi:10.1002/fee.1470
- Lubell, M. (13 de Abril de 2017). *Polycentric Governance: A Concept Searching for a Theory*. Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de <http://environmentalpolicy.ucdavis.edu/node/453>
- Mansilla, P. (2013). Los instrumentos del desorden: estado y actores subnacionales en la producción de los espacios periurbanos. *Persona y Sociedad*, (XXVII)2: 41-68.
- Mansilla-Quiñones, P. (2017). Transformaciones Socio Territoriales en el Periurbano y Desigualdad Espacio-temporal. *Espacios*, Vol. 39, 16: 27.
- Marks, G. (1992). Structural Policy in the European Community. En A. Sbragia, *Euro-politics. Institutions and Policymaking in the "New" European Community* (págs. 191-225). Washington, DC: The Brookings Institution.
- Marshall, F. (2016). Recognizing sustainability frontiers in the peri-urban. *Shoth Asian Water Studies*, 5(3), 98-102.
- Marshall, F., Waldman, L., MacGregor, H., Mehta, L., y Randhawa, P. (2009). *On the Edge of Sustainability: Perspectives on Peri-urban Dynamics*. Steps Centre.
- McGinnis, M., y Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2), 30. doi:10.5751/ES-06387-190230
- Méndez-Lemus, Y., Vieyra, A., y Poncela, L. (2017). Peri-urban local governance? Intra-government relationships and social capital in a peripheral municipality of Michoacán, Mexico. *Progress in Development Studies*, 17, 1, 1–23.
- Merino Pérez, L. (2014). Perspectivas sobre la gobernanza de los bienes y la ciudadanía en la obra de Elinor Ostrom. *Revista Mexicana de Sociología*, 76(5), 77-104.
- Meuleman, L. (2008). *Public Management and the Metagovernance of Hierarchies, Networks and Markets: The Feasibility of Designing and Managing Governance Style Combinations*. Leipzig: Physica-Verlag Heidelberg.

- Meuleman, L. (2010). The Cultural Dimension of Metagovernance: Why Governance Doctrines May Fail. *Public Organization Review*, 10, 49-70.
- Meuleman, L. (2014). Governance Frameworks. En B. Freedman, *Global Environmental Change* (págs. 885-901). Springer Science; Business Media Dordrecht.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press.
- Moon, K., y Blackman, D. (2014). A Guide to Understanding Social Science Research for Natural Scientists. *Conservation Biology*, 28(5), 1167-1177.
- Morcol, G. (2014). Complex Governance Networks: An Assessment of the Advances and Prospects. *Complexity, Governance y Networks*(1), 5-16. doi:10.7564/14-CGN5
- Mwangi, E., y Wardell, A. (2012). Multi-level governance of forest resources (Editorial to the special feature). *International Journal of the Commons*, 6(2), 79–103. doi:10.18352/ijc.374
- Nagendra, H., y Ostrom, E. (2012). Polycentric governance of multifunctional forested landscapes. *International Journal of the Commons*, 6(2), 104–133. doi:10.18352/ijc.321
- Newig, J., Günther, D., y Pahl-Wost, C. (2010). Synapses in the Network: Learning in Governance Networks in the Context of Environmental Management. *Ecology and Society*, 15(4), 24.
- OLACEFS, CTPBG y GIZ. (2017). *Fundamentos conceptuales sobre la gobernanza*. OLAEFS.
- Olsson, P., y Galaz, V. (2012). Social-Ecological Innovation and Transformation. En A. Nicholls, y A. Murdock, *Social Innovation* (págs. 223–247). London: Palgrave Macmillan. doi:10.1057/9780230367098_10
- Olsson, P., Folke, C., y Moore, M. (2022). Capacities for navigating large-scale sustainability transformations: Exploring the revolt and remembrance mechanisms for shaping collapse and renewal in social-ecological systems. En L. C. Gunderson, *Applied Panarchy: Applications and Diffusion across Disciplines* (págs. 155-180). Washington DC: Island Press.
- Olsson, P., Gunderson, L., Carpent, S., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., y Holling, C. (2006). Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18.
- Ostrom, E. (2000). *El Gobierno de los Bienes comunes* (Primera en español ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Ostrom, E. (2015). *Comprender la diversidad institucional*. Ciudad de México: UAM-FCE.
- Ostrom, E., y Cox, M. (2010). Moving beyond panaceas: a multi-tiered diagnostic approach for social-ecological analysis. *Environmental Conservation*, 1-13. doi:10.1017/S0376892910000834
- Ostrom, E., Janssen, M., y Anderies, J. (2007). Going beyond panaceas. *PNAS*, 104(39), 15176-15178. doi:10.1073/pnas.0701886104

- Ostrom, V., Tiebout, C., y Warr, R. (1961). The Organization of Government in Metropolitan Areas: A Theoretical Inquiry. *The American Political Science Review*, 55(4), 831-842.
- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., Watson R.T., Dessane E.B., Islar M., Kelemen E., Maris, V., Quaas, M., Subramanian, S.M., Wittmer, H., Adlan, A., Ahn, S., Al-Hafedh, Y.S., Amankwah, E., Asah, S.T., - ... - Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26, 7-16. doi:10.1016/j.cosust.2016.12.006
- Paye, O. (2005). La gouvernance : D'une notion polysémique à un concept politologique. *Études internationales*, 36(1), 13-40. doi:10.7202/010730
- Pearson, C. (2003). Sustainability: Perceptions of Problems and Progress of the Paradigm. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1(1), 3-13. doi: 10.3763/ijas.2003.0102
- Pelling, M., High, C., Dearing, J., y Smith, D. (2008). Shadow Spaces for Social Learning: A Relational Understanding of Adaptive Capacity to Climate Change within Organisations. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 40(4), 867–884. doi:10.1068/a39148
- Pereira, L., Karpouzoglou, T., Frantzeskaki, N., y Olsson, P. (2018). Designing transformative spaces for sustainability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 23(4), 32. doi:10.5751/ES-10607-230432
- Perevochtchikova, M., y Oggioni, J. (2013). Global and Mexican analytical review of the state of the art on ecosystem and environmental services: A geographical approach. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*(85), 47-65. doi:10.14350/ig.41239
- Piattoni, S. (2009). Multi-level Governance: a Historical and Conceptual Analysis. *Journal of European Integration*, 31, 163-180.
- Plummer, R., y Armitage, D. (2010). Integrating Perspectives on Adaptive Capacity and Environmental Governance. En D. Armitage, y R. Plummer, *Adaptive Capacity and Environmental Governance* (págs. 1-19). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-642-12194-4_1
- Poteete, A., Janssen, M., y Ostrom, E. (2012). *Trabajar Juntos. Acción Colectiva, Bienes Comunes y Múltiples Métodos en la Práctica*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Rissman, A., y Gillon, S. (2016). Where are Ecology and Biodiversity in Social–Ecological Systems Research? A Review of Research Methods and Applied Recommendations. *Conservation Letters*, 10(1), 86-93. doi:10.1111/conl.12250
- Rodríguez, M., Bodini, A., Escobedo, F., y Clerici, N. (2021). Analyzing socio-ecological interactions through qualitative modeling: Forest conservation and implications for sustainability in the peri-urban bogota (Colombia). *Ecological Modelling*, 439: 109344.
- Röling, N. (1997). The soft side of land: socio-economic sustainability of land use systems. *ITC journal*, 248-262.
- Saito-Jensen, M. (2015). *Theories and Methods for the Study of Multi-Level Environmental Governance*. Center for International Forestry Research. doi:10.17528/cifor/005541.

- Sandström, A., y Rova, C. (2010). The network structure of adaptive governance: a single case study of a fish management area. *International Journal of the Commons*, 4(1), 528-551. doi:10.18352/ijc.156
- Santos-Martín, F., González García-Mon, B., González, J., Iniesta-Arandia, I., García-Llorente, M., Montes, C., Ravera, F., López-Santiago, C., Carpintero, O., Benayas, J., Martín-López, B. (2019). Identifying past social-ecological thresholds to understand long-term temporal dynamics in Spain. *Ecology and Society*, 24(2), 10. doi:10.5751/ES-10734-240210
- Schipper, D., y Spekkink, W. (2015). Balancing the Quantitative and Qualitative Aspects of Social Network Analysis to Study Complex Social Systems. *Complexity Governance y Networks*, 2(1), 5-22. doi:10.7564/15-CGN23
- Schlüter, A., y Madrigal, R. (2012). The SES Framework in a Marine Setting : Methodological Lessons. *Rationality, Markets and Moral*, 3, 158-179.
- Schoon, M., y van der Leeuw, S. (2015). The shift toward social-ecological systems perspectives: insights into the human-nature relationship. *Natures Sciences Sociétés*(23), 166-174. doi:10.1051/nss/2015034
- Schoon, M., Robards, M., Meek, C., y Galaz, V. (2015). Principle 7 – Promote polycentric governance systems. En R. Biggs, M. Schlüter, y M. Schoon, *Principles for building resilience* (págs. 226-250). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781316014240.010
- Schultz, L., Folke, C., Österblom, H., y Olsson, P. (2015). Adaptive governance, ecosystem management, and natural capital. *PNAS*, 112(24), 7369-7374. doi:10.1073/pnas.1406493112.
- Shirin Schröder, N. (2018). The lens of polycentricity: Identifying polycentric governance systems illustrated through examples from the field of water governance. *Environmental Policy and Governance*, 28(4), 236-251. doi:10.1002/eet.1812
- Sievers-Glotzbach, S., & Tschersich, J. (2019). Overcoming the process-structure divide in conceptions of Social-Ecological Transformation: Assessing the transformative character and impact of change processes. *Ecological Economics*, 164, 106361.
- Sørensen, E., y Torfing, J. (2007). *Theories of Democratic Network Governance*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Spyraa, M., La Rosac, D., Zasadad, I., Syllaf, M., y Shkarubah, A. (2020). Governance of ecosystem services trade-offs in peri-urban landscapes. *Land Use Policy*, 95, 104617. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104617
- Steen-Adams, M., Langston, N., Adams, M., y Mladenoff, D. (2015). Historical framework to explain long-term coupled human and natural system feedbacks: application to a multiple-ownership forest landscape in the northern Great Lakes region, USA. *Ecology and Society*, 20(1), 1-28. doi:https://doi.org/10.5751/ES-06930-200028
- Talavera, P., y Armijo, M. (2007). Instituciones y desarrollo: reformas de segunda generación en América Latina. *Apuntes del CENES*, 27(44), 89-112.

- TEEB. (2010). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad: Incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza, una síntesis del enfoque las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.
- Termeer, C., Dewulf, A., y van Lieshout, M. (2010). Disentangling Scale Approaches in Governance Research: Comparing Monocentric, Multilevel, and Adaptive Governance. *Ecology and Society*, 15(4), 29.
- Termeer, C., Dewulf, A., Breeman, G., y Stiller, S. (2015). Governance Capabilities for Dealing Wisely With Wicked Problems. *Administration y Society*, 47(6), 680-710. doi:10.1177/0095399712469195
- Thiel, A., y Moser-Priewich, C. (2019). Foundational aspects of polycentric governance: overarching rules, social problem characteristics and heterogeneity. En A. Thiel, W. Blomquist, y D. Garrick, *Governing Complexity: Analysing and Applying Polycentricity* (págs. 65-90). Cambridge: Cambridge University Press.
- Thiel, A., Adamseged, M., y Baake, C. (2012). Evaluating an instrument for institutional crafting: How Ostrom's social–ecological systems framework is applied. *Environmental Science y Policy*, 53 B, 152-164. doi:10.1016/j.envsci.2015.04.020
- UNESCAP. (2009). *What is Good Governance?* United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.
- Vervoort, J., Rutting, L., Kok, K., Hermans, F., Veldkamp, T., Bregt, A., y Lammeren, R. (2012). Exploring Dimensions, Scales, and Cross-scale Dynamics from the Perspectives of Change Agents in Social–ecological Systems. *Ecology and Society*, 17(4): 24.
- Vicher, D. (2014). *El laberinto de “governance”. La gobernanza de los antiguos y la de los modernos*. Instituto de Administración Pública del Estado de México; A.C.
- Villegas-Salgado, R., Contreras-Alonso, M., y Ubilla-Bravo, G. (2016). Planificación territorial: Coherencia y propiedades de emergencia entre los instrumentos de planificación comunal y regional. El caso de las comunas de la Región Metropolitana de Santiago. *halshs-01252910f*, 1-23.
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., y Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.
- Westley, F., Tjornbo, O., Schultz, L., Olsson, P., Folke, C., Crona, B., y Bodin, Ö. (2013). A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(3), 27. doi:10.5751/ES-05072-180327
- Zuidema, C. (2016). *Decentralization in Environmental Governance: A Post-contingency Approach*. Groningen, Netherlands.: Taylor y Francis.
- Zurbriggen, C. (2011). Gobernanza: una mirada desde América Latina. *Perfiles latinoamericanos*, 19(38), 39-64.

Capítulo 2. Propuesta metodológica

2.1.-Escuelas y metodologías que analizan la transformación socio-ecológica

El cambio en los sistemas socio-ecológicos (SSE) es una situación ineludible ya que es producto de los intercambios internos y externos de materia y energía, sumado al uso y aprovechamiento de los recursos naturales por la actividad humana (Spash, 2019). El cambio modifica la dirección y puede llevar a la transformación⁶ del SSE, así existe todo un campo de conocimiento que estudia como la transformación puede ser anticipada, guiada o estudiada (Shah et al., 2018).

El campo de conocimiento de las transformaciones es diverso (Fisher et al., 2022). En este es posible distinguir diferentes escuelas, cada una con su propia visión de las transformaciones y metodologías asociadas para valorar y estudiarlas, como son: i) transformaciones sociotécnicas, ii) pathways, iii) adaptación transformativa y iv) de resiliencia. Dependiendo de la escuela, éstas se enfocan en transformaciones deliberadas o no deliberadas⁷ (Fisher et al., 2022). Aunque la mayoría de las transformaciones tienen tanto elementos deliberados, como elementos no deliberados (Shah et al., 2018).

La escuela de las transformaciones sociotécnicas se enfoca en transformaciones deliberadas y no deliberadas y utiliza los marcos analíticos de manejo de transiciones (TM) y de perspectiva multinivel (MLP) (Fisher et al., 2022; Geels y Schot, 2007). El TM es un marco que ayuda a las organizaciones a gestionar la transformación, al identificar y abordar factores que la afectan como la resistencia al cambio, la comunicación y el liderazgo, también considera como la cultura, la política y la estructura pueden influir en el proceso (Loorbach y Rotmans, 2006). El MLP enfatiza que las transformaciones ocurren en diferentes niveles de la sociedad, cada uno con propios actores, redes e instituciones que dan forma al proceso de transición y que los cambios en un nivel pueden influir y ser influenciados por cambios en otros niveles (Geels, 2004). Entre las metodologías utilizadas para el análisis de las transformaciones está el método de configuración sociotécnica (STCA) que combina elementos de análisis del discurso con análisis de redes sociales (ARS), presentando resultados a través de métricas y representaciones gráficas de las redes, que al mostrar las modificaciones en el tiempo y espacio indican una transformación del SSE (Heiberg et al., 2022).

La aproximación metodológica por Pathways, propuesta por el centro STEPS⁸, que forma parte del Instituto de Estudios del Desarrollo (IDS), se enfoca en presentar las transformaciones deliberadas a través de aplicación de análisis participativos en los laboratorios de transformación (T-labs)

⁶ A las transformaciones también se les llama transiciones o cambios de trayectoria.

⁷ Deliberada refiere a transformaciones intencionadas, como en el caso de la metagobernanza, mencionada en el capítulo anterior, donde un agente externo crea las condiciones para propulsar cambios. No deliberada refiere a cambios propulsados desde los procesos internos y se consideran propiedades emergentes.

⁸ De 2006 a 2021, el Centro STEPS (Social, Technological and Environmental Pathways to Sustainability) llevó a cabo una investigación global interdisciplinaria que unió los estudios de desarrollo con los estudios de ciencia y tecnología. Esto con el objetivo de resaltar, revelar y contribuir a caminos justos y democráticos hacia la sostenibilidad que incluyan las necesidades, el conocimiento y las perspectivas de las personas pobres y marginadas. Fue alojado por el Instituto de Estudios de Desarrollo y la Unidad de Investigación de Políticas Científicas (SPRU) de la Universidad de Sussex en el Reino Unido. Más información en la página: <https://steps-centre.org/>.

(Pathways Network, 2018). Este método ha sido retomado en Latinoamérica por el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México, y ya sido aplicado para valorar si una transformación se ha llevado a cabo en entornos rurales. Para esto se han utilizado mapas cognitivos y de valores, con ellos se identificaba como los actores conceptualizaban un problema del SSE y se observaba si esta conceptualización se había modificado después de un proceso de intervención. Así mismo, se ha utilizado ARS como método para determinar el cambio en el capital social (Charli-Joseph et al., 2018).

La escuela de transformación adaptativa, con origen en la comunidad científica que estudia el cambio climático, propone que la transformación del SSE consiste en la suma de diversas modificaciones incrementales, que en conjunto llegan al punto de alterar todo el sistema; lo que permite analizar y proponer medidas para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático (Fisher et al., 2022). Dos de las metodologías que se han empleado para valorar si se está llevando a cabo una transformación han sido: a) vías de adaptación, que son diagramas de ruta que ilustran una secuencia a lo largo del tiempo basado en variables discretas y, b) el ARS, que provee información sobre la influencia y el intercambio de información; ambas metodologías permiten conocer el contexto del proceso de toma de decisiones (Clyde-Rebuilt, 2020).

La escuela de resiliencia se enfoca en las transformaciones no deliberadas (Shah, et al, 2018). En sus análisis de transformación dominan métodos cualitativos (Laden et al., 2017), cuyos resultados buscan entrelazar los hallazgos con heurísticas de la pelota y la copa, el modelo de Olsson (2006) o el modelo del ciclo adaptativo (Laden et al., 2017). Estos modelos fueron desarrollados a detalle en el capítulo correspondiente al marco teórico y en síntesis se refieren a como un SSE responde a diferentes presiones o perturbaciones y cómo pasan por diferentes etapas a través del tiempo.

Respecto a los análisis cuantitativos utilizados en la escuela de resiliencia las metodologías más frecuentes son: i) la modelación basada en agentes (MBA) y ii) el ARS. La MBA se realiza mediante una simulación en software⁹, donde cada actor se identifica como agente individual, que puede percibir su entorno y determinar sus acciones y consecuencias (Schulze et al., 2017). Así, dependiendo de las condiciones iniciales y las reglas del juego, el modelo puede representar varios escenarios de transformación en un SSE (Lorig et al., 2016). La MBA puede incorporar tanto la estructura como la dinámica del SSE, pero sus herramientas estadísticas, analíticas y conceptuales aún no han sido plenamente desarrolladas (Laden et al., 2017). Mientras que el ARS comprende un conjunto de métodos enfocados en establecer nodos (actores), vínculos (relaciones), posiciones y estructuras relacionales emergentes, cuyas configuraciones y valores matemáticos resultantes se pueden usar para comparar o explicar diversas dinámicas sociales (Kapucu, 2014; 2015). Si bien este método ayuda a entender las interacciones en un SSE, en general, la mayoría de los trabajos se restringen a estudiar la estructura del subsistema de gobernanza (Fisher et al., 2022; Provan y Kenis, 2008).

De lo presentado y de acuerdo con Laden, et al. (2017), se observa que el ARS posee algunas ventajas para el análisis de la transformación socioecológica respecto a los modelos tradicionales y la MBA, dado que una transformación implica un cambio donde los elementos existentes en el SSE se recombinan de manera novedosa y pueden ser vistos a través de su estructura. En este sentido, el

⁹ Softwares que más comúnmente se usan para la MBA en SSE son NetLogo, Repast y MASON (Abar et al., 2017).

ARS permite estudiar la estructura de elementos y sus relaciones a partir de la idea que las propiedades de nodos y la topología de la red coevolucionan. Además, posee un conjunto de las herramientas conceptuales y estadísticas para analizar la dinámica y la estructura de las redes, con respaldo analítico a la trazabilidad de los resultados (Figura 14). Entre los elementos que ayudan a identificar una transformación se encuentran: el análisis de los mecanismos que la crearon, es decir el contexto, el análisis en el tiempo y el de la agencia (Laden et al., 2017).

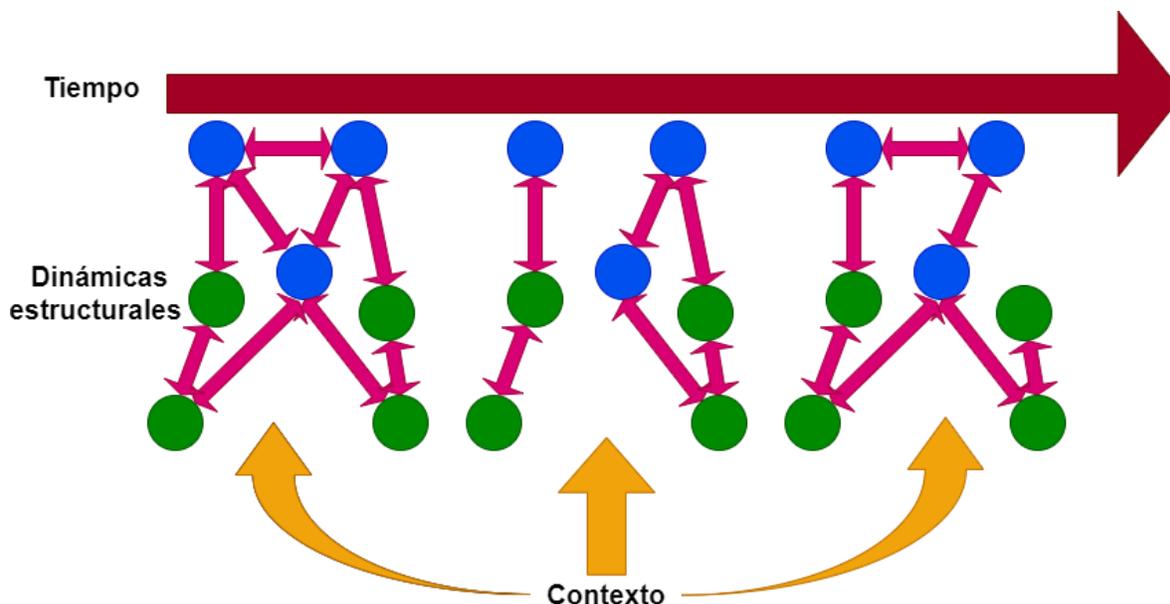


Figura 14.- Transformación de una red en el tiempo. En la imagen los puntos azules y verdes representan elementos con atributos diferentes los cuales se mantienen estables. Las flechas rosas representan las relaciones cambiantes entre los elementos a través del tiempo. Este cambio en las relaciones esta influenciado por el contexto. Fuente: Elaboración propia

No obstante, es importante diferenciar entre alteraciones en la estructura de la red que solo llevan a la persistencia y a la adaptación, de aquellas que llevan a la transformación del SSE (Laden et al., 2017). Para Shah et al. (2018), una verdadera transformación se diferencia de una adaptación, ya que en la transformación se pueden identificar los impulsores de cambio (internos y externos), que se manifiestan en diferentes escalas, y como resultado, llevan a las modificaciones de instituciones, relaciones de poder e interacciones ecológicas, postura que coincide con los elementos del modelo planteado por Olsson et al. (2006, 2010). De este modo, la presente investigación considera que el ARS no necesariamente es un reemplazo de los modelos de transformación, sino que es más bien un elemento que abona al análisis de esta, el ARS da cuenta de los cambios, mientras que los modelos de transformación permiten entender el contexto y dan elementos para diferenciar la transformación de una adaptación. Por lo que, parece adecuado integrar el ARS al análisis de la transformación de gobernanza local para el caso de estudio y en parte operacionalizar el modelo de Olsson et al. (2006 y2010), esto permitirá analizar los cambios en el subsistema de gobernanza del

SSE, así como el contexto en el que se desarrolla una transformación. A continuación, se profundiza más sobre el método de ARS, sus elementos y formas de abordaje.

2.2.- Análisis de Redes Sociales (ARS)

2.2.1.-Origen y ARS en México

El ARS tiene su origen en múltiples disciplinas, psicología, sociología y antropología, por lo que pertenece al campo interdisciplinario de la investigación científica. A través de su historia se pueden distinguir distintas etapas reflejadas también en la evolución de la teoría de redes (Freeman, 2004).

Primera etapa, de origen y fundamentos, corresponde a la época de 1930-1950, cuando se llevaron a cabo los primeros estudios que buscaban entender las estructuras y patrones de distribución de grupos sociales. Destacan los trabajos del antropólogo Roger Brown y del psicólogo Jacob Levy Moreno (Freeman, 2004). En 1950-1970, se comenzaron a incorporar métodos matemáticos y cuantitativos para analizar las estructuras, proyectar los modelos y presentar las dinámicas de las redes; yes cuando destaca el trabajo de Harrison White y su grupo de investigación quienes realizaron importantes aportaciones teóricas al ARS (Freeman, 2004).

Segunda etapa, de avances y expansión corresponde a 1970-1990, cuando gracias a nuevas tecnologías se comenzaron adelantos teóricos y metodológicos para la recolección de datos, la visualización y el análisis de las redes. Sobresale el trabajo del sociólogo Mark Granovetter quien resaltó la importancia de los vínculos débiles y desarrolló mejor el concepto de "embeddedness", argumentando con este que la economía está incrustada en la estructura social, siendo esta una de las redes sociales que forman los individuos (Granovetter, 1973).

Tercera etapa, de integración y macrodatos, del periodo 1990-2000, es cuando comienza a aplicarse el ARS a nuevos campos de investigación, como la biología o los sistemas complejos, y surgen softwares como Pajek, Gephi o UNICET que brindan una mayor facilidad para el análisis y visualización de redes a gran escala. En los años 2000-2021, con el advenimiento de estudios de los macrodatos, se facilita el análisis de redes a gran escala y se incorporan técnicas para el análisis de redes dinámicas, redes en el tiempo y redes multicapa (Holme y Saramäki, 2019).

En lo que respecta a México, los trabajos pioneros en el ARS se realizaron entre los años 1970-2000, y las investigaciones se centraron en las redes de apoyo entre las poblaciones marginadas, la estructura científica de México y las redes políticas; donde destacan los trabajos de la antropóloga Larissa Adler-Lomnitz y el ingeniero Jorge Gil (Ruiz León y Jung, 2014). Para Dettmer-González (2019), en la actualidad, existen varias líneas de investigación en el ARS en México, y entre las más relevantes está el análisis de las redes políticas bajo el concepto de gobernanza, que analizan las interacciones entre actores dentro del proceso de política pública. Otra línea de investigación es la de análisis de redes de conocimiento, cuya mayoría se ha centrado en como la acumulación de capital social se relaciona con el establecimiento de espacios de investigación en la academia (Ruiz León y Jung, 2014).

2.2.2.-Elementos de una red

La construcción de una red social comienza con la ubicación de actores sociales vinculados de diversas maneras en un entorno determinado. En el ARS una red se materializa al representar una serie de puntos nombrados nodos, unidos por líneas llamadas vértices, a través de una imagen llamada grafo, al que le pueden ser aplicados análisis matemáticos para cuantificar sus propiedades.

De acuerdo con Borgatti et al., (2009 y 2013), los nodos o puntos representan a diversos actores (Figura 14), que son entendidos como unidades sociales individuales o colectivas, tales como personas, grupos, municipios o agencias de gobierno, o entidades no humanas como objetos, animales, fenómenos naturales, eventos etc. Los nodos poseen atributos o características que permiten diferenciarlos unos de los otros, como, por ejemplo, el género, la edad o la adscripción a un grupo social. Los atributos pueden ser representados gráficamente a través de diferentes formas y colores, mientras que el tamaño del nodo se relaciona típicamente con el número de vértices que posee.

También para Borgatti et al., (2009, 2013), los vértices son vínculos que establecen una relación entre un par de nodos (Figura 15), y dependiendo de la naturaleza de la relación se pueden distinguir varios tipos de vínculos. Vínculos no dirigidos no distinguen entre emisor y receptor de la relación; en este caso la posición de los nodos puede ser intercambiable, por ejemplo, compañeros de clase, colegas de trabajo, matrimonios o intercambios de información. Vínculos dirigidos distinguen la relación que se establece entre emisor y receptor, y los nodos no pueden intercambiar lugar sin que cambie el sentido de la relación, por ejemplo, relaciones de amistad, transferencias de recursos materiales, comunicaciones, etc. Vínculos bidireccionales son aquellos en que una relación direccional es recíproca. Los vértices pueden representar diferentes tipos de relaciones a través de diferentes colores o formas, así como la fuerza de una relación a través del ancho del vértice. Las relaciones por su parte pueden darse entre nodos del mismo nivel o a diferentes niveles de agrupación, por ejemplo, individuo-individuo o individuo-grupo. Así mismo, se pueden dar entre diferentes categorías de nodos como la interacción entre un actor y un evento. Existen varias estructuras básicas de las redes resultado del cómo se vinculan los actores, estas son: i) diada, es un par de nodos directamente conectados por un vértice, ii) tríada, es un grupo de tres nodos que están todos conectados, iii) un subgrupo o clique que es un grupo de nodos que están todos conectados entre sí.

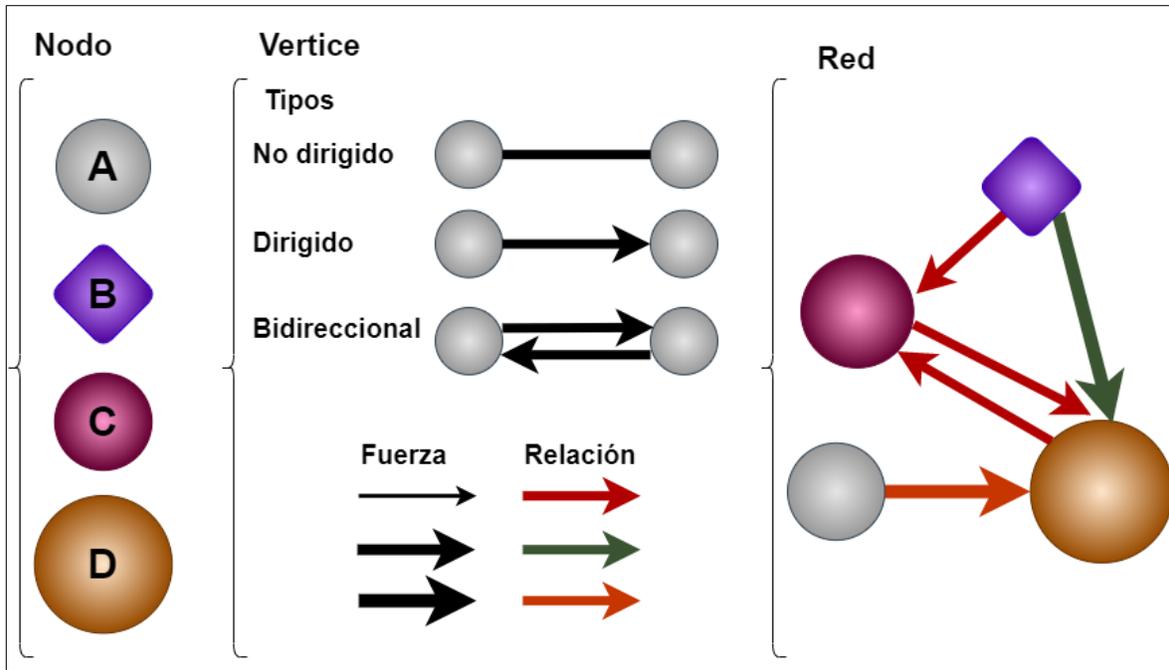


Figura 15.-Elementos de una red, nodos y vértices. Nota: se muestra red de con relaciones dirigidas, con fuerza y relaciones distintas entre nodos con diferentes atributos. Fuente: Elaboración propia.

Una vez representada, existen posiciones en la red que a los nodos les otorga gran relevancia llamada centralidad (Figura 16). De esta existen varios tipos (Freeman, 1979; Newman et al., 2006): i) centralidad de grado que implica que un nodo está rodeado de varios nodos periféricos, lo que indica una mayor influencia; ii) centralidad de intermediación que involucra un nodo con una posición intermedia entre conjuntos y, por lo tanto, funge como un puente o cuellos de botella entre sus relaciones; iii) centralidad de cercanía que es la capacidad de un nodo de acceder a los otros nodos en la red; y, iv) la centralidad de vector que representa la cercanía de un nodo a otro nodo considerado como relevante o más central. Con el propósito de comparar la centralidad de los nodos en redes distintas, se tiende a normalizar las centralidades, dividiendo el valor sin procesar por una constante de normalización, lo que da por resultado valores entre 0 y 1 y entre más cercano el valor está a 1, mayor será la centralidad. En general, las medidas de centralidad no presentan una alta correlación; sin embargo, nodos con alta centralidad de grado tienden a tener alta centralidad de intermediación y de cercanía. De forma semejante, nodos con alta centralidad de vector tienden a tener una centralidad de grado alta, pero eso no significa que estas medidas sean intercambiables y en ningún momento, equivalentes.

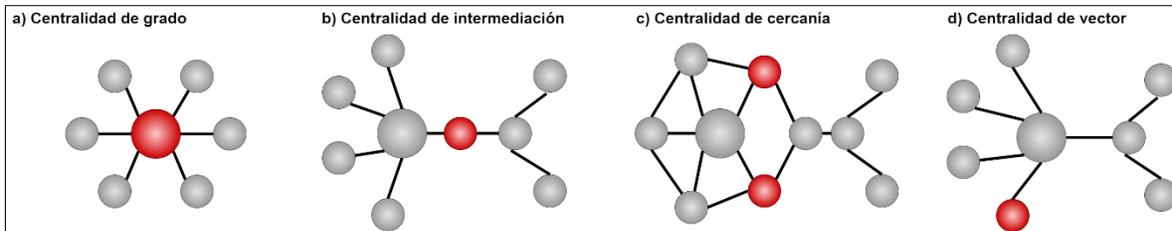


Figura 16.- Tipos de centralidades de los nodos en la red. Nota: Nodo rojo indica mayor centralidad que nodo de color gris. Fuente: Elaboración propia.

Respecto al grafo de una red, este puede ser visualizada mediante imágenes y además, descrita como un conjunto de sus atributos y medidas globales. Los atributos de una red incluyen: número y tipo de nodos, número y tipo de vínculos, conexiones por actor, número de subgrupos y frecuencia de interacciones (Bixler, 2017; Bixler et al., 2016). Las medidas globales más comunes de una red incluyen (Freeman, 1979 ; White, 1992): a) la densidad, que indica el número total de vínculos dividido entre el total de posibles vínculos y se interpreta como mucha o poca conexión entre todos los nodos de la red; b) la centralización que es el grado de varianza expresado como un porcentaje de una red perfectamente centralizada y se traduce en el que tanto una red está dominada por un nodo; y c) la heterogeneidad que refiere a la diversidad en la posición de los nodos y su intercambio transfronterizo, es decir refleja los grupos de nodos y colaboración entre estos. Además de estas medidas globales, también se pueden obtener medidas de: i) el camino más corto promedio, que es el camino entre dos nodos con el menor número de vínculos e influye sobre como los flujos atraviesan la red; y, ii) coeficiente de aglomeración, que mide cuantos nodos vecinos se agrupan en triángulos, es decir quienes forman comunidad. Al igual que las medidas de centralidad, los valores de cada medida global pueden ser transformados a un rango de valor entre 0 y 1, con el fin de facilitar la comparación entre distintas redes (Johnson y Chew, 2021). Aunque puede haber algunas correlaciones entre las diferentes medidas globales, éstas no siempre están presentes, y tampoco implican causalidad y por lo tanto no son medidas reemplazables o equivalentes.

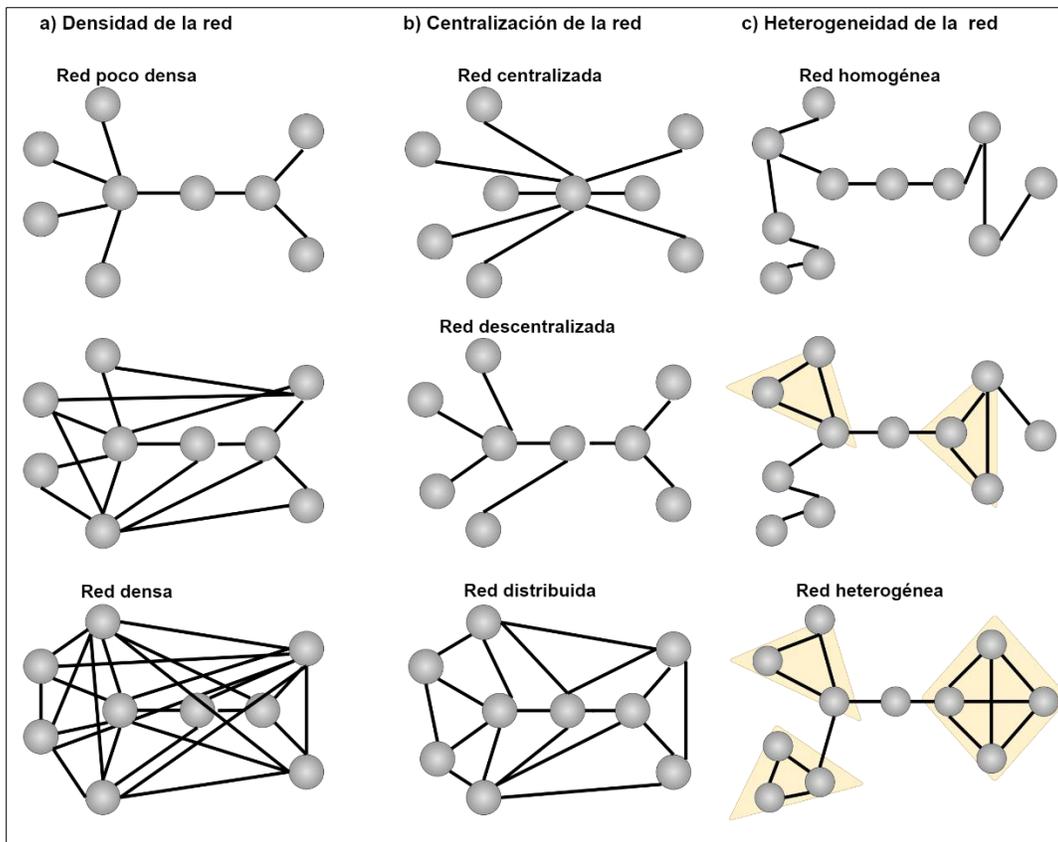


Figura 17.- Medidas globales de la red a) densidad de la red de mayor a menor, b) centralización de la red de mayor a menor y c) heterogeneidad de la red de mayor a menor. Fuente: Elaboración propia.

2.3.-Construcción de una red

2.3.1.-Recopilación y sistematización de la información

El ARS implica primero recopilar datos relacionales, estos son los que describen relaciones o revelan algún tipo de conexión entre actores sociales (Degenne y Forse, 1999; Marsden, 2005; Wasserman y Faust, 1994). Estos pueden provenir de fuentes de información primaria, como cuestionarios, entrevistas, observaciones, experimentos. También, pueden provenir de fuentes secundarias, como registros documentales de revistas, periódicos, documentos legales, publicaciones científicas, etc. Los datos que se recopilan pueden representar papeles sociales, parentesco, relaciones afectivas, acceso a recursos, acciones, distancia, coocurrencia, etc. Por lo que, pueden estar en forma de datos binarios simples, datos categóricos o datos numéricos. Asimismo, es posible coleccionar la información de manera longitudinal, esto implica recolectar datos relacionales a lo largo de varios intervalos de tiempo para analizar el cambio en una red, con el objetivo de analizar su comportamiento en el pasado hacia el presente e incluso para hacer predicciones hacia el futuro.

Con el fin de sistematizar los datos, administrarlos e ingresar a un software especializado en el ARS, los datos se capturan en formatos llamados matrices de adyacencia. De acuerdo con Hanneman y Riddle (2005), una matriz es una disposición rectangular de un conjunto de elementos o entradas,

como números o símbolos, que se organizan en filas y columnas. Las filas y columnas se refieren a los actores y las celdas brindan información sobre una variable que describe la relación, su presencia, ausencia y/o intensidad, entre cada par de actores. Se le nombra matriz de adyacencia, porque las entradas indican si dos nodos son adyacentes o no, un ejemplo se da en la Tabla 1.

Tabla 1.-Matriz de adyacencia representando relaciones de amistad entre actores.

	Ignacio	Juan	Karla	Lucia	Mario	Norma
Ignacio	0	1	0	0	0	0
Juan	1	0	0	0	0	0
Karla	0	0	0	1	0	1
Lucia	0	0	1	0	0	0
Mario	0	0	0	0	0	1
Norma	0	0	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia con base en con Hanneman y Riddle (2005).

Para construir una matriz de adyacencia en la hoja de cálculo, tanto en las filas como en las columnas, se colocan las etiquetas de los nodos que conforman la red. La matriz se llena con un número o símbolo en las celdas donde exista la relación. Estas relaciones pueden ser capturadas en programas que permiten capturar la información por filas y columnas¹⁰.

Los tipos más comunes de matrices son: 1) matriz cuadrada actor por actor (Tabla 2), su estructura contiene el mismo número de filas que de columnas, por lo que se le denomina "bidimensional" y "cuadrada", cada celda proporciona información sobre la relación entre un par particular de actores, y son insumo para la construcción de redes a "un modo"; 2) matriz multiplex de tercera dimensión, donde a la matriz cuadrada se le puede agregar un segundo tipo de relación entre los mismos actores; 3) matriz de incidencia o afiliación o bipartitas (Tabla 2), que se usa para registrar información sobre las relaciones entre dos categorías de nodos, llamados datos bipartitos, por ejemplo, las filas pueden estar indexadas por actores y las columnas por incidentes (tiempo, espacio, evento), estas son de importancia para los análisis "multinivel" ya que vinculan actores en un mismo incidente y pueden señalar relaciones macro-micro.

Tabla 2.-Matriz de incidencia.

	Evento 1	Evento 2	Evento 3	Evento 4	Evento 5
Ignacio	1	1	1	0	0
Juan	0	1	1	1	0
Karla	0	1	0	1	1
Lucia	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en con Hanneman y Riddle (2005).

De acuerdo con Opsahl (2013), las matrices de incidencia son la base para la construcción de redes a "dos modos". Es común que las matrices de incidencia a "dos modos" sean transformadas a matrices cuadradas "a un modo" a través de un proceso llamado proyección para aprovechar el uso

¹⁰ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), Statistical Analysis System (SAS) o Excel

de análisis estadísticos establecidos para las redes a un modo. Con el proceso de proyección, la participación de los actores en un mismo incidente se convierte en un vínculo no dirigido, por ejemplo, entre más incidentes en común se tengan, se asume que hubo más posibilidades de intercambio y, por lo tanto, se tienen vínculos más fuertes (Tabla 3).

Tabla 3.-Proceso de proyección de la Tabla 2 de matriz de “dos modos” a “un modo”.

	Ignacio	Juan	Karla	Lucia
Ignacio	3	2	1	0
Juan	2	3	2	0
Karla	1	2	3	1
Lucia	0	0	1	1

Fuente: Elaboración propia con base en con Hanneman y Riddle (2005).

2.3.2.-Análisis en software especializado

Una vez capturada la información en matrices, el conjunto de datos debe ser modificado para ser ajustado al formato requerido por el software especializado en ARS a ejecutar. Existen diversos softwares para el análisis de redes, algunos se centran en la visualización y otros en el análisis estadístico, pero, entre los más populares se encuentran:

- Gephi (<https://gephi.org/>), es un software gratuito que permite el análisis estadístico de redes pequeñas y tiene una edición sencilla de la visualización, por lo que se considera adecuado para análisis exploratorios (Pavlopoulos et al., 2017).
- UCINET (<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>), es un software de paga, de uso no tan sencillo, posee un análisis estadístico complejo para grandes bases de datos; sin embargo, sus visualizaciones no se consideran muy atractivas (De Nooy, Mrvar, y Batagelj, 2005).
- Pajek (<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>), es un software gratuito de navegación no tan sencilla, que requiere de datos en formatos muy estrictos, posee un análisis estadístico complejo y permite analizar redes de hasta millones de datos, aunque presenta visualizaciones poco atractivas (De Nooy, Mrvar, y Batagelj, 2005).
- Cytoscape (<https://cytoscape.org/>), es un software gratuito, inicialmente utilizado para analizar la interacción molecular y vías biológicas, que actualmente se utiliza para todo tipo de redes; posee una navegación sencilla, permite realizar análisis estadísticos de forma fácil, y sus visualizaciones muy atractivas visualmente, aunque tiene dificultades para el análisis de bases de datos muy grandes (Pavlopoulos et al., 2017; Shannon et al., 2003).

Después de esta revisión, se eligió hacer el análisis para el estudio de caso con el uso del software Cytoscape. Se considera que este puede aportar al estudio de caso por ser gratuito, presentar herramientas estadísticas sencillas y arrojar graficas atractivas. Así mismo, se hace énfasis en que para este caso el ARS solo representa un elemento para visualizar el cambio en las redes de gobernanza dentro un análisis de transformación más complejo.

2.4.-ARS en vínculo con los supuestos teóricos en la gobernanza

El ARS ya ha sido utilizado para analizar procesos de gobernanza y existe un importante cuerpo de interpretaciones teóricas (Barriga et al., 2017; Berkes, 2017; Bodin, 2017; Borg et al., 2015). En la literatura los nodos se consideran como actores involucrados en un proceso de gestión ambiental, los vértices implican relaciones durante la toma de decisiones para la gestión, reflejadas a través de acuerdos, contratos, procesos judiciales, flujos de dinero, autoría en documentos y participación en actividades.

Las métricas globales de la red pueden ser interpretadas desde la gobernanza:

1. Se considera que una red más densa facilita una interacción más estrecha entre actores, es decir que haya mayor comunicación, menos costos de transacción y mayor interacción para compartir la información y producir el conocimiento.
2. Una mayor centralización facilita el flujo de información, así como la participación y la colaboración en torno a líderes, pero, se les considera redes vulnerables dado que si el líder desaparece, éstas también se caen, lo que refleja un desbalance de poder en la toma de decisiones (Newig et al., 2010).
3. Una mayor heterogeneidad, implica la presencia de varios grupos de actores y, por lo tanto, en esta red se cuenta con distintos tipos de conocimiento, acceso a diversos recursos y una mejor división del trabajo, aunque también puede dificultar el llegar a acuerdos por tener visiones, intereses, motivaciones, relaciones, poder y recursos dispares (Huppé et al., 2012; Sandström y Rova, 2010).

Para las medidas de centralidades, existen diferentes interpretaciones desde la mirada de gobernanza se considera que actores con altos valores de centralidad representan diferentes tipos de líderes en el proceso de gestión ambiental (Berdej y Armitage, 2016; Westley et al., 2013).

1. En la centralidad de grado los actores con altos valores median los flujos entre los actores periféricos, lo que les permite concentrar poder y tener mayor influencia en la toma de decisiones.
2. En la centralidad de cercanía, al no depender de intermediarios, los actores con altos valores pueden acceder fácilmente a recursos o información y, por lo tanto, actuar con mayor independencia.
3. En la centralidad de intermediación los actores controlan flujos entre grupos, lo que les permite influenciar sobre la colaboración y el intercambio de recursos o información entre grupos.
4. En la centralidad de vector los actores son cercanos a actores poderosos, lo que permite influenciarlos o beneficiarse de las decisiones de los mismos. Por lo tanto, la permanencia o cambio en los valores de centralidad de los actores pueden reflejar dinámicas de liderazgos que dan continuidad o limitan un posible proceso de transformación.

2.4.1.-Variables de transformación en la estructura de gobernanza

Como se observó previamente, el ARS está equipado para estudiar como los elementos de un sistema se recombinan en estructuras novedosas, mientras que el modelo de Olsson et al., (2006, 2010) plantea una serie de pasos que denotan el inicio de una transformación en un sistema de gobernanza. Así, son tres los elementos fundamentales que se considera pueden ser analizados con las herramientas del ARS: 1) las relaciones de formales de manejo, 2) las relaciones de conocimiento-aprendizaje, y 3) la aparición de liderazgos. A continuación, se presentan indicadores de transformación que vinculan lo planteado en el modelo de transformación de Olsson (2006 y 2010) con las métricas del ARS.

1. *Las relaciones formales de manejo* refieren a las reglas dentro de un marco institucional que obligan a los actores a interactuar de una manera determinada. Así, en una primera etapa de emergencia de un cambio en el sistema se va a incrementar el número y el tipo de relaciones entre actores. En términos del ARS, las relaciones de manejo pueden ser vistas, por ejemplo, como contratos que los actores establecen para intercambios económicos, de colaboración o prestación de servicios. De esta manera, construyendo una red de manejo se pueden identificar cambios en los atributos y las métricas globales que señalan el camino a una transformación hacia la sostenibilidad o no. En este caso, un aumento en la densidad indicaría una mayor cantidad y diversidad de relaciones, una menor centralización significaría reducción de dependencia entre actores, e incremento en la heterogeneidad implicaría mayores posibilidades para establecer nuevas relaciones y acceder a más recursos por parte de los actores (Moeliono et al., 2016; Purnomo et al., 2017).
2. *Las relaciones de conocimiento-aprendizaje* reflejan la participación de actores en la arena de acción, en la que se discute y se construye el conocimiento en torno a los procesos socioecológicos y al manejo de una zona específica y sus recursos naturales (Berkes y Turner, 2006). En el modelo de Olsson et al. (2006 y 2010), en la etapa de emergencia se plantea que estas relaciones se incrementan en el número y el tipo. De este modo, en términos del ARS relaciones de conocimiento-aprendizaje pueden representar la participación de los actores en actividades, como: publicaciones, foros de discusión, procesos de consulta, eventos académicos u otras. Las modificaciones en los atributos y métricas globales de la red de conocimiento-aprendizaje estarán señalando cambios que llevarían hacia la transformación del sistema. Específicamente, una mayor diversidad de actores y vínculos significaría una mayor diversidad de valores, propuestas y acciones para la gestión ambiental; una mayor densidad indicaría un mayor intercambio de conocimiento entre los actores; y una disminución en la centralización señalaría más resiliencia y menos desbalance de poder y significaría un mayor acceso a visiones y conocimientos diversos (Klijin y Koppenjan, 2014).
3. Por otro lado, para Olsson (2006) una transformación en gobernanza también implica *la aparición de liderazgos* entre los actores. Tal, en la etapa de emergencia de un cambio en el sistema, nuevos líderes surgen y se relacionan con diferentes individuos o grupos y los alientan a participar en la gestión ambiental, para posteriormente dar cabida a la entrada de nuevos líderes. En términos del ARS, los liderazgos corresponden a una mayor centralidad de los nodos, tanto en las redes de relaciones de manejo, como en las relaciones

de conocimiento-aprendizaje; y una transformación del sistema se asocia con un cambio en los grados de centralidad de los nodos que representan a los actores (Crona et al., 2011). Además, la correspondencia de mayores grados de centralidad de grado, de cercanía, de intermediación y vector del mismo actor indicarían que este es el actor con mayor influencia de la red.

2.5.-Propuesta del ARS para el caso de estudio

Como se menciona en el apartado anterior, los tres rubros fundamentales de transformación de un sistema socioecológico que se pueden analizar a través del ARS se relacionan con: las relaciones de manejo, las de conocimiento-aprendizaje y el surgimiento de liderazgos. En este sentido, el presente estudio plantea la construcción de dos redes dinámicas, una correspondiente a las relaciones de manejo y otra a las de conocimiento-aprendizaje, mientras que los liderazgos se obtendrán de las métricas de los nodos con mayor centralidad para cada red. De esta forma, el proceso del ARS se llevará a cabo en dos etapas: 1) la recopilación y la sistematización de la información, y 2) el análisis de las redes a partir de las estadísticas y sus métricas. El periodo de estudio abarcará la temporalidad de 2000-2018, con la construcción de dos redes en seis cortes de tres años, ello con la finalidad de relacionar los tiempos administrativos de sexenios a nivel federal y trienios a nivel local para reflejar posibles modificaciones en las redes que pudiera estar ejerciendo el cambio en la administración pública y posiblemente dar pistas sobre la transformación de todo el SSE. A continuación, se describe el proceso de la construcción de las redes de manejo y de conocimiento-aprendizaje y la obtención de métricas para la determinación de liderazgos aplicado para el caso de estudio. En cuanto al caso de estudio, el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, es hasta el Capítulo 4 que se profundiza en él.

2.5.1.-Recopilación y sistematización de la información

Redes de manejo

Dado que los insumos para construir una red son datos relacionales, para la construcción de la red de relaciones de manejo se usó la documentación oficial, referente a los documentos de acceso libre relacionados con la asignación de incentivos directos para la conservación ambiental-forestal dentro del periodo 2000-2018 para el área de estudio; cuya descarga se realizó desde las páginas web oficiales de las instituciones federales y de locales, como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX (SEDEMA)¹¹. A estos datos se les consideró dentro de la categoría de relaciones formales de manejo que se establecen entre los actores, por establecer un contrato de por medio entre las agencias de gobierno y los individuos o colectivos pertenecientes a los núcleos agrarios para el otorgamiento de los incentivos.

Para la formación de la matriz de adyacencia los datos de los apoyos económicos se vertieron en un archivo Excel, estableciendo la tabla de base de datos con cinco apartados: i) el proveedor del recurso, para indicar el origen del apoyo económico a la CONAFOR o la SEDEMA, ii) el componente o el programa, para especificar el origen, iii) el beneficiario, para señalar el receptor (núcleo agrario, agencia de gobierno, actores privados), iv) el año, y v) el monto del apoyo (en pesos mexicanos).

¹¹ www.gob.mx/conafor, www.sedema.cdmx.gob.mx

Posteriormente, la base de datos fue trasladada a una matriz cuadrada a “un modo”, dado que los nodos corresponden a la misma categoría (actores que participan en el manejo ambiental) y los flujos de dinero se trasladaron a rangos de relación para especificar el peso diferencial de las relaciones de manejo.

Redes de conocimiento-aprendizaje

Para los insumos de la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, se realizó una extensa búsqueda de publicaciones y eventos en internet (páginas web oficiales de las instituciones de gobierno, académicas y redes sociales), referidas a la realización de: artículos, tesis, libros, talleres, manuales, reportes, evaluaciones, planes, programas, agendas, reuniones, consultas, talleres, foros, manifestaciones, procesos participativos y otros; en los que quedara de manifiesto que se había dado una discusión entre diversos actores en torno el estado biofísico, procesos socioecológicos o manejo ambiental en la zona de estudio. De estos documentos se identificaron los actores que participaron de manera conjunta en formato de coautorías, listas de asistencia, firmas o menciones de participación, actores como: gobierno, academia, ciudadanía, núcleos agrarios y entes privados. La información se vació en una base de datos en Excel con tres apartados: i) el participante, para indicar el actor, ii) el evento, para indicar el tipo de documento o reunión, y iii) la fecha. Esta base de datos fue trasladada a una matriz bipartita a “dos modos”, debido a que los eventos o publicaciones representaban una categoría de nodo distinto a los actores involucrados en el manejo ambiental. Posteriormente, se realizó un proceso de proyección para transformar la matriz de “dos modos” a “un modo” y de esta manera enfocar el análisis en los actores, así como, aprovechar los análisis estadísticos existentes.

Como resultado de este proceso de recopilación y sistematización se obtuvieron dos matrices de adyacencia, cada una con miles de datos. Sin embargo, es importante reconocer que, durante el proceso de su construcción, se encontraron algunas limitantes para la recolección de información. Para la red de relaciones de manejo, en algunos años además de apoyos ubicados en datos abiertos, existe la evidencia secundaria de que fueron entregados más incentivos; sin embargo, no fue posible localizar documentos oficiales que den cuenta de ello, lo que puede ser resultado de alguna omisión por parte de las agencias de gobierno o por pueden no estar disponibles por cuestiones de confidencialidad de datos, lo cierto es que se han dado más incentivos económicos a los núcleos agrarios de los que están reflejados en esta red. Respecto a las relaciones de conocimiento-aprendizaje, no fue posible localizar los documentos que reflejaran las constantes capacitaciones que la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de la CDMX (DGCORENADR)¹² provee a los núcleos agrarios, las cuales son parte importante del proceso de gestión ambiental.

2.5.2.-Análisis en el software

La información de cada matriz para el periodo de tiempo 2000-2018 dividida en 6 trienios fue trasladada directamente al software Cytoscape 3.7.1. dado que este software puede leer las bases de datos representadas en múltiples formatos, incluyendo archivos de Excel (*.xls, *.xlsx). Lo que se requiere es que los datos de origen deben estar en formatos de interacción simple, donde una columna indica los nodos de origen, la otra los nodos de destino, la siguiente el tipo de interacción

¹² También se le suele abreviar como CORENA o DGCORENA

y la posterior la existencia de interacción. Una vez cargado el archivo de las interacciones, la red se visualiza en la ventana operativa del software.

Para mejorar la presentación visual de las redes, se utilizó la herramienta Layout, que aplica algoritmos de diseño automático para organizar la red. Se seleccionó el algoritmo Edge-weighted spring-embedded, basado en el paradigma Kamada y Kawai (1989), en el cual los nodos se repelen entre sí y los vínculos se acortan o alargan en función de la fuerza de relación. Para personalizar la apariencia de los nodos y vértices se utilizó la herramienta Style que permite controlar los atributos visuales, como tamaño, forma, color, opacidad y etiqueta. En ambas redes a los nodos se les asignó un mismo esquema de color y forma conforme al tipo de actor, y a los vértices se les asignó el color y la forma basándose en la direccionalidad y la fuerza de las relaciones.

Para reflejar los cambios en las redes en el tiempo, se utilizó la herramienta Copycat layout en conjunto con Dynamic Layout. Copycat layout. La primera permite preservar las posiciones relativas de nodos seleccionados de un diseño a otro, de modo que se tiene un ancla visual en la red. Mientras que Dynamic Layout muestra la red en diferentes puntos de tiempo. Ambas permiten que los cambios en la red se visualicen y sean detectables más fácilmente. Para el análisis de los datos se utilizó la herramienta de Network Analyzer, que calcula un conjunto integral de parámetros, como número de nodos y vértices, y arroja los valores de centralidad por nodo y las métricas globales de la red.

Como resultado, se obtuvieron dos redes dinámicas de relaciones con métricas asociadas a lo largo del tiempo; dando en total 12 redes temporales (dos redes por seis trienios).

Referencias Capítulo 2.

- Abar, S., Theodoropoulos, G., Lemarinier, P., y O'Hare, G. (2017). Agent Based Modelling and Simulation tools: A review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, 24, 13-33. doi:10.1016/j.cosrev.2017.03.001
- Barriga, M., Campos, J., Corrales, O., y Prins, C. (2017). *Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos. Diez experiencias en cinco países latinoamericanos*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Berdej, S., y Armitage, D. (2016). Bridging Organizations Drive Effective Governance Outcomes for Conservation of Indonesia's Marine Systems. *PLOS ONE* , 11(1):e0147142. doi:10.1371/journal.pone.0147142
- Berkes, F. (2017). Environmental Governance for the Anthropocene? Social-Ecological Systems, Resilience, and Collaborative Learning. *Sustainability*, 9(7), 1232. doi:10.3390/su9071232
- Berkes, F., y Turner, N. (2006). Knowledge, Learning and the Evolution of Conservation Practice for Social-Ecological System Resilience. *Human Ecology*, 34(4), 479-494. doi:10.1007/s10745-006-9008-2
- Bixler, P. (2017). *Northwest Boreal Landscape Conservation Cooperative: An Assessment of a Large-Scale Conservation Social Network*. Center for Philanthropy and Community Service

Lyndon B. Johnson School of Public Affairs, University of Texas. Obtenido de <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5c81c23ce4b0938824476733>

- Bixler, R., Wald, D., Ogden, L., Leong, K., Johnston, E., y Romolini, M. (2016). Network governance for large-scale natural resource conservation and the challenge of capture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(3), 165-171. doi:10.1002/fee.1252
- Bodin, Ö. (2017). Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, Vol 357, Issue 6352. doi:10.1126/science.aan1114
- Borg, R., Toikka, A., y Primmer, E. (2015). Social capital and governance: a social network analysis of forest biodiversity collaboration in Central Finland. *Forest Policy and Economics*, Volume 50, 90-97. doi:10.1016/j.forpol.2014.06.008
- Borgatti, S., Everett, M., y Johnson, J. (2013). *Analyzing Social Networks*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Borgatti, S., Mehra, A., Brass, D., y Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 232, 892-895.
- Charli-Joseph, L., Siqueiros-Garcia, J., Eakin, H., Manuel-Navarrete, D., y Shelton, R. (2018). Promoting agency for social-ecological transformation: a transformation-lab in the Xochimilco social-ecological system. *Ecology and Society*, 23(2), 46. doi:10.5751/ES-10214-230246
- Clyde Rebuilt. (2020). *What Does Transformational Adaptation Look Like?* Glasgow, Scotland: Climate Ready Clyde.
- Crona, B., Ernstson, H., Prell, C., Reed, M., y Hubacek, K. (2011). Combining social network approaches with social theories to improve understanding of natural resource governance. En Ö. Bodin, y C. Prell, *Social Networks and Natural Resource Management. Uncovering the Social Fabric of Environmental Governance* (págs. 44-72). NY: Cambridge University press.
- De Nooy, W., Mrvar, A., y Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social network Analysis with Pajek*. New York: Cambridge University Press.
- Degenne, A., y Forse, M. (1999). *Introducing Social Networks*. Londres: SAGE.
- Dettmer González, J. (2019). Análisis de Redes Sociales (ARS): Estado del arte del caso mexicano. *Espacio Abierto*, 28(3), 5-24.
- Fisher, E., Brondizio, E., y Boyd, E. (2022). Critical social science perspectives on transformations to sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 55, 101160. doi:10.1016/j.cosust.2022.101160
- Freeman, L. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239. doi:https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7
- Freeman, L. (2004). *The Development of Social Network Analysis. A study in the sociology of science*. North Charleston, South Carolina: BookSurge.

- Geels, F. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6-7), 897-920. doi:10.1016/j.respol.2004.01.015
- Geels, F., y Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*(36), 399-417. doi:10.1016/j.respol.2007.01.003
- Granovetter, M. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.
- Hanneman, R., y Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. Riverside, California: University of California,.
- Heiberg, J., Truffer, B., y Binz, C. (2022). Assessing transitions through socio-technical configuration analysis – a methodological framework and a case study in the water sector. *Research Policy*, 51(1), 104363. doi:10.1016/j.respol.2021.104363
- Holling, C., y Gunderson, L. (2002). Resilience and Adaptive Cycles. En L. Gunderson, y C. Holling, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems* (págs. 25-62). Washington DC: Island Press.
- Holme, P., y Saramäki, J. (2019). A Map of Approaches to Temporal Networks. En P. Holme, y J. Saramäki, *Temporal Network Theory* (págs. 1-24). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-23495-9_1
- Huppé, G., Creech, H., y Knoblauch, D. (2012). *The Frontiers of Networked Governance*. Manitoba, Canada: The International Institute for Sustainable Development. Obtenido de https://www.iisd.org/system/files/publications/frontiers_networked_gov.pdf
- Johnson, E., y Chew, R. (2021). *Social Network Analysis Methods for International Development*. Research Triangle Park, NC: RTI International. doi:10.3768/rtipress.2021.rb.0026.2105
- Kamada, T., y Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information Processing Letters*, 31(1), 7-15.
- Kapucu, N. (2014). Complexity, Governance, and Networks: Perspectives from Public Administration. *Complexity, Governance y Networks*, 29-38. doi:10.7564/14-CGN3
- Kapucu, N. (2015). Introduction Social Network Analysis Applications in Complex Governance Networks. *Complexity, Governance y Networks*, 2(2), 1-4. doi:10.7564/15-CGN29
- Klijin, E., y Koppenjan, J. (2014). Complexity in Governance Network Theory. *Complexity, Governance y Networks*, 61-70. doi:10.7564/14-CGN8
- Laden, S., Bodin, Ö., Donges, J., Enfors Kautsky, E., Galafassi, D., Olsson, P., y Schlüter, M. (2017). Modelling social-ecological transformations: an adaptive network proposal. Obtenido de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1704/1704.06135.pdf>
- Loorbach, D., y Rotmans, J. (2006). Managing Transitions for Sustainable Development. En X. Olsthoorn, y A. Wiczorek, *Understanding Industrial Transformation* (págs. 187-206). Dordrecht: Springer. doi:10.1007/1-4020-4418-6_10

- Lorig, F., Reuter, L., Zolitschka, J.-F., Timm, I., Emmerling, C., y Udelhoven, T. (2016). An Agent-based Approach for Simulating Transformation Processes of Socio-ecological Systems as Serious Game. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*(31), 98-114.
- Marsden, P. (2005). Recent Developments in Network Measurement. En P. Carrington, J. Scott, y S. Wasserman, *Models and Methods in Social Network Analysis* (págs. 8-30). New York, USA: Cambridge University Press.
- Moeliono, M., Pham, T., Le, N., Brockhaus, M., Wong, G., Kallio, M., y Nguyen, D. (2016). Local Governance, Social Networks and REDD+: Lessons from Swidden Communities in Vietnam. *Human Ecology*, 44, 435–448. doi:10.1007/s10745-016-9839-4
- Newig, J., Günther, D., y Pahl-Wostl, C. (2010). Synapses in the Network: Learning in Governance Networks in the Context of Environmental Management. *Ecology and Society*, 15(4), 24.
- Newman, M., Barabási, A.-L., y Watts, D. (2006). *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton University Press. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/j.ctt7ssgv>
- Olsson, P., Bodin, Ö., y Folke, C. (2010). Building Transformative Capacity for Ecosystem Stewardship in Social–Ecological Systems. En D. Armitage, y R. Plummer, *Adaptive Capacity and Environmental Governance* (págs. 263-285). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-642-12194-4_13
- Olsson, P., Gunderson, L., Carpent, S., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., y Holling, C. (2006). Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18.
- Opsahl, T. (2013). Triadic closure in two-mode networks: Redefining the global and local clustering coefficients. *Social Networks*, 35(2), 159-167. doi:<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2011.07.001>
- Pathways Network. (2018). *T-Labs: A Practical Guide - Using Transformation Labs (T-Labs) for innovation in social-ecological systems*. Brighton, UK: STEPS Centre.
- Pavlopoulos, G., Paez-Espino, D., Kyrpidis, N., y Iliopoulos, I. (2017). Comparación empírica de herramientas de visualización para análisis de red a mayor escala. *Advances in Bioinformatics*, 8. doi:<https://doi.org/10.1155/2017/1278932>
- Provan, K., y Kenis, P. (2008). Modes of Network Governance: Structure, Management, and Effectiveness. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(2), 229–252. doi:10.1093/jopart/mum015
- Purnomo, H., Shantiko, B., Sitorus, S., Gunawan, H., Achdiawan, R., Kartodihardjo, H., y AyuDewayani, A. (2017). Fire economy and actor network of forest and land fires in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, Volume 78, 21-31.
- Ruiz León, A., y Jung, N. (2014). Siguiendo las huellas de Jorge Gil. *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 114-124.

- Sandström, A., y Rova, C. (2010). The network structure of adaptive governance: a single case study of a fish management area. *International Journal of the Commons*, 4(1), 528-551. doi:10.18352/ijc.156
- Schulze, J., Müller, B., Groeneveld, J., y Grimm, V. (2017). Agent-Based Modelling of Social-Ecological Systems: Achievements, Challenges, and a Way Forward. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 20(2), 8. doi:10.18564/jasss.3423
- Shah, S., Rodina, L., Burt, J., Gregr, E., Chapman, M., Williams, S., Wilson, N.J., McDowell, G. (2018). Unpacking social-ecological transformations: Conceptual, ethical and methodological insights. *The Anthropocene Review*, 5(5), 250–265. doi:10.1177/2053019618817928
- Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N., Wang, J., Ramage, D., Amin, N., Schwikowski, B., Ideker, T. (2003). Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome Research*, 13(11), 2498-504.
- Spash, C. (2019). Social Ecological Transformation, Whether You Like It or Not! *Environmental Values*, 28, 263–273. doi:10.3197/096327119X15519764179782
- Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Westley, F., Tjornbo, O., Schultz, L., Olsson, P., Folke, C., Crona, B., y Bodin, Ö. (2013). A Theory of Transformative Agency in Linked Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(3): 27.
- White, H. (1992). *Identity and control : a structural theory of social action*. NJ: Princeton University Press.

Capítulo 3. Caso de estudio

En este capítulo se presenta el sitio de estudio, el Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México. Primero se describe su ubicación geográfica y se relata el cómo fue establecido legalmente. Después se presenta como un sistema socioecológico (SSE) compuesto por un subsistema ecológico, un subsistema social y sus respectivas interacciones. En la parte ecológica se muestran sus elementos naturales, como los ecosistemas de bosques y humedales. Después, se ahonda en lo social a través de datos y estadísticas relativas a características socioeconómicas de los habitantes de la zona, así como del régimen de propiedad y sus bases históricas. Por último, se presentan las interacciones entre los dos subsistemas mediante la provisión de servicios ecosistémicos y su problemática socioambiental y el cómo estas se ven reflejadas en las políticas públicas ambientales implementadas en este territorio.

3.1 Historia y ubicación

El SC es una de dos grandes categorías administrativas en las que se divide el uso del suelo en la Ciudad de México, la otra categoría es el suelo urbano (Figura 18). Estas categorías fueron establecidas en 1996 por la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (DF) y refrendadas en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF del año 2000. A través de las cuales se delimitaron los instrumentos de política pública, usos y aprovechamientos que se pueden llevar a cabo en el territorio, con el fin de favorecer acciones encaminadas a la preservación ecológica, la producción y el desarrollo rural sustentable (DOF, 1996; SEDEMA, 2000).

El territorio del SC comprende 88,554 ha, ubicadas en su mayoría al sur y el sur-poniente de la Ciudad de México y una pequeña parte en la zona norte, en la llamada Sierra de Guadalupe en la Alcaldía Gustavo A. Madero en colindancia con el Estado de México (Figura 18).

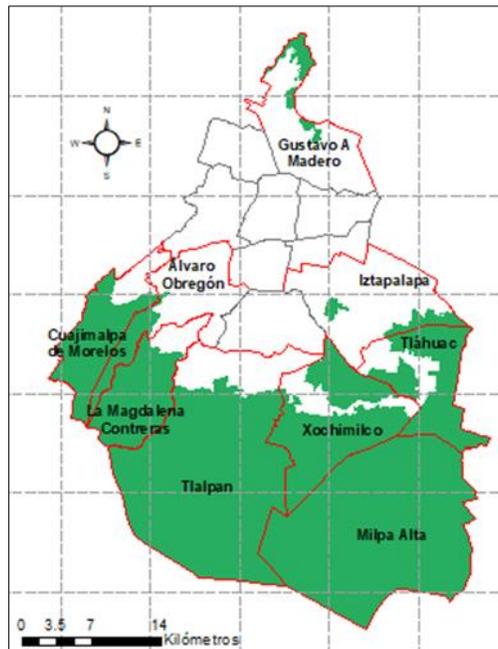


Figura 18.- Localización y extensión del Suelo de Conservación en la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con datos del SEDEMA (2022).

3.2 Sistema socioecológico del caso de estudio

3.2.1 Subsistema ecológico

Por su extensión, el SC posee grandes diferencias de altitud y características climatológicas asociadas (como precipitación y temperatura), las que se reflejan en una variedad climática y de vegetación (Tabla 4).

Tabla 4.-Clima, temperatura y vegetación del Suelo de Conservación de la Ciudad de México

	SUR-PONIENTE		SUR-ORIENTE	
CLIMA	Cb'(w2)(w)	Cb(w1)(w)	Cb(w2)(w)	BS1kw (w)
PRECIPITACIÓN	1,401 - 1,676 mm 1,201 - 1,400 mm	1,001 - 1,200 m	801 - 1,000 mm 1,001	478 - 600 mm 601 - 800 mm
TEMPERATURA	478 - 600 mm 601 - 800 mm	11.1 - 12.0 °C 2.1 - 13.0 °C	14.1 - 15.0 °C	15.1 - 16.0 °C 16.1 - 17.0 °C
VEGETACIÓN	Pastizal- Bosque	Matorral	Chinampas (Humedales)	Pastizal inducido

Fuente: Elaboración propia con base en SEDEMA y PAOT (2012).

De acuerdo con CONABIO y SEDEMA (2016), la vegetación en el SC se puede dividir en dos grandes regiones: de bosques y de humedales. La región de bosques en 2010 cubría alrededor de 46 mil ha, el equivalente al 53% del SC (CONABIO y SEDEMA, 2016). Tan solo en la cuenca del río Magdalena se presenta una gran diversidad vegetal de alrededor de 87 familias, con 251 géneros y 487 especies, donde la composición de cada zona varía por comunidad vegetal (Ávila-Akerberg et al., 2008). Las comunidades vegetales que conforman la región de bosques son: pastizal y pradera, bosque de pino, oyamel, encino, mesófilo de montaña y matorral xerófilo (Tabla 5) (CONABIO y SEDEMA, 2016). En lo que respecta a la región de humedales, esta abarca aproximadamente 3 mil ha y los principales grupos de vegetación son humedal y pastizal inducido (CONABIO y SEDEMA, 2016).

Tabla 5.-Tipos de vegetación en el Suelo de Conservación.

Regiones	Comunidad vegetal	Definición	Especies dominantes	Altura	Extensión
Bosque	Pastizal y pradera	Sin estrato arbóreo ni arbustivo, predominan las gramíneas (pastos o zacatonales altos)	<i>M. macroura</i> <i>Festuca tolucensis</i> <i>F. amplissima</i> <i>Stipa ichu</i> <i>Potentilla candicans</i>	3,860- 2,800 msnm	1,600 ha
	Bosque de pino	Estrato arbóreo domina el pino de montaña, prácticamente no	<i>Pinus hartwegii</i> <i>P. montezumae</i> <i>P. teocote</i> <i>P. rudis</i>	3,800- 2,700 msnm	24,000 ha

		posee estrato arbustivo y el estrato herbáceo está comúnmente conformado por zacatón.	<i>Muhlenbergia macroura</i> <i>Solanum cervantesii</i> <i>Alchemilla procumbens</i> <i>P. teocote</i> y <i>P. rudis</i> .	3,100-2,700 msnm	
	Bosque de oyamel	Estrato arbóreo domina el oyamel, con estrato arbustivo y herbáceo escaso	<i>Abies religiosa</i> <i>Roldana angulifolia</i> <i>Arracacia atropurpurea</i>	3,500-2,500 msnm	11,000 ha
	Bosque de encino	Estrato arbóreo dominan <i>Quercus spp.</i> con algunos pinos y madroño, el estrato arbustivo es abundante y también lo es el estrato herbáceo	<i>Quercus rugosa</i> <i>Q. laeta</i> <i>Q. crassipes</i> <i>Q. castanea</i> <i>Q. obtusata</i> <i>Q. candicans</i> <i>Q. crassifolia</i> <i>Q. dysophylla</i> <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Solanum cervantesii</i> <i>Penstemon roseus</i>	3,000-2,300 msnm	4,000 ha
	Bosque mesófilo de montaña	Ubicado en las cañadas húmedas, en el estrato arbóreo se entremezclan encinos con garrapato y aceitunillo. Cercano a los cuerpos de agua se encuentra el acezintle. Con estrato arbustivo y arboreo.	<i>Quercus spp.</i> <i>Symplocos citrea</i> <i>Ilex toluicana</i> <i>Acer negundo</i> <i>Ageratina aschenborniana</i> <i>Iresine ajuscana</i> <i>Cestrum anagyris</i> <i>Archibaccharis asperifolia</i>	2,700-2,500 msnm	374 ha
	Matorral xerófilo	Ubicada en las partes más secas, posee elementos arbóreos aislados como el tepozán, el estrato arbustivo es el dominante con palo loco y palo dulce, también posee un estrato herbáceo abundante.	<i>Pittocaulon praecox</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i> <i>B. Cordata</i> <i>Verbesina virgata</i> <i>Cosmos bipinnatus</i> <i>Commelina coelestis</i>	3,000-2,300 msnm	4,000ha

Humedal	Humedal (bosque de galería y chinampas)	Bosque adyacente a cuerpos de agua, en el estrato arbóreo dominan especies con afinidad a la humedad como el ahuehuate y tules . Los canales son superficies cubiertas de agua, que temporal o permanente con especies flotantes. Y en las chinampas se encuentra un amplio estrato herbáceo con diferentes malezas.	<i>Taxodium mucronatum</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Baccharis salicifolia</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Schoenoplectus californicus</i> <i>Salix bonplandiana</i> <i>Juncus spp</i> <i>Carex spp.</i> <i>Ranunculus spp.</i> <i>Veronica spp.</i> <i>Epilobium ciliatum,</i> <i>Mimulus glabratus</i> <i>Equisetum spp.</i> <i>Cardamine obliqua</i> <i>Lemna spp.</i> <i>Azolla filiculoides</i> <i>Eichhornia crassipes</i>	2,400-2,300 msnm	2,550 ha
	Pastizal inducido	Surge al ser eliminada la original, en áreas agrícolas, sin estrato arbóreo o vegetación permanente, conformada principalmente de pastos y plantas anuales.	<i>Enchinonchloa crus pavonis</i> <i>Cinodel dactylon</i> <i>Eragotis mexicana</i> <i>Hordeum adscendens</i> <i>Muhlebergia robusta</i> <i>Andropogon spp.</i> <i>Boutelou spp</i> <i>Panicum spp.</i>	2,400-2300 msnm	500 ha

Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO y SEDEMA (2016).

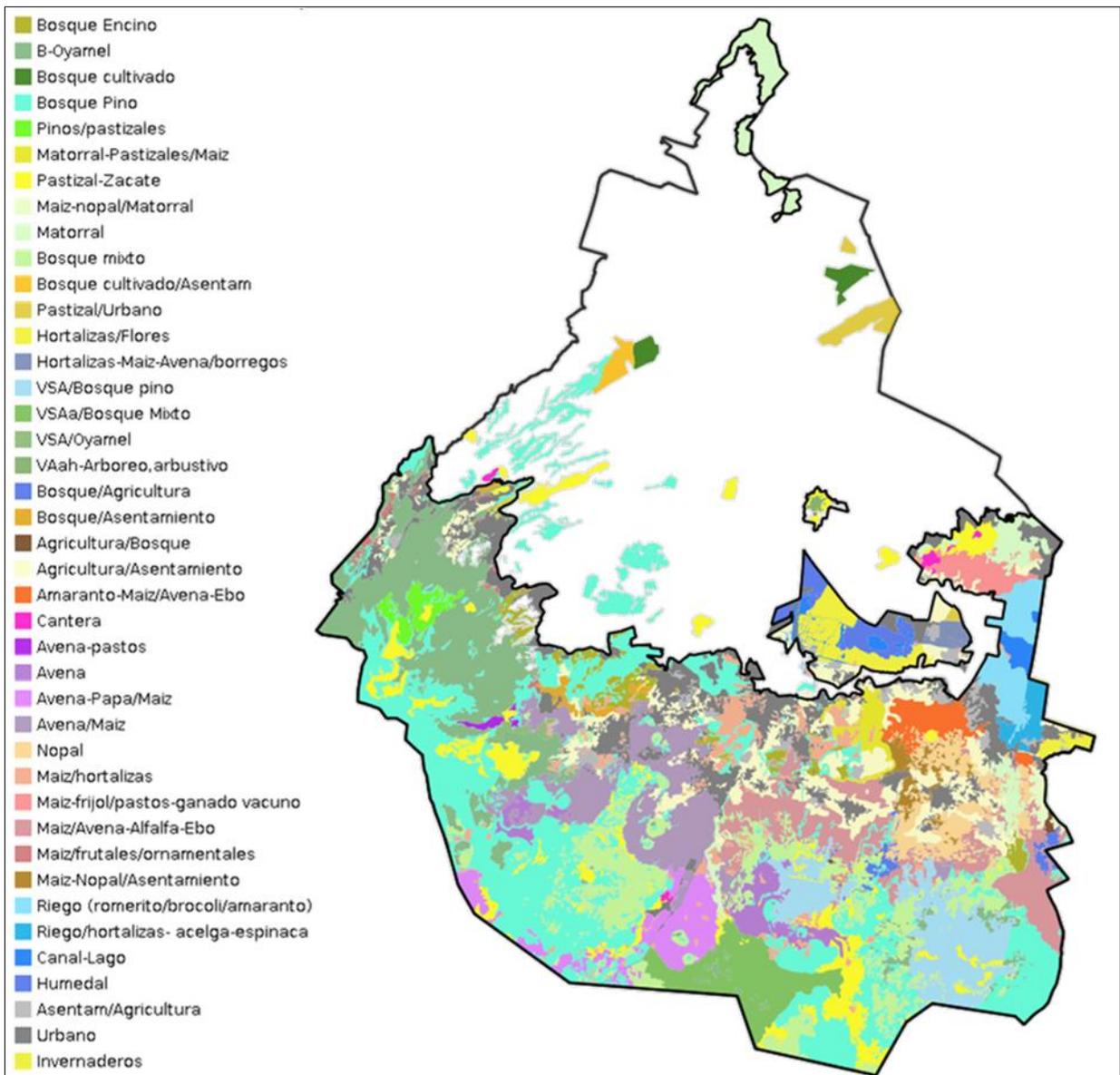


Figura 19.-Uso del suelo y vegetación del Suelo de Conservación 2020. Fuente: Plataforma digital CentroGEO. (2020).

3.2.2 Subsistema social

3.2.2.1 Situación socioeconómica

En el SC habitan cerca de 2.2 millones de personas, de acuerdo con los datos del último censo poblacional de 2020 (INEGI, 2020). La pirámide poblacional del SC, referida al género y las edades, se presenta en la Figura 20 y muestra aparente igualdad entre mujeres y hombres, con una dominancia de edades entre 25 y 59 años y una reducida población de jóvenes entre 12 y 17 años.

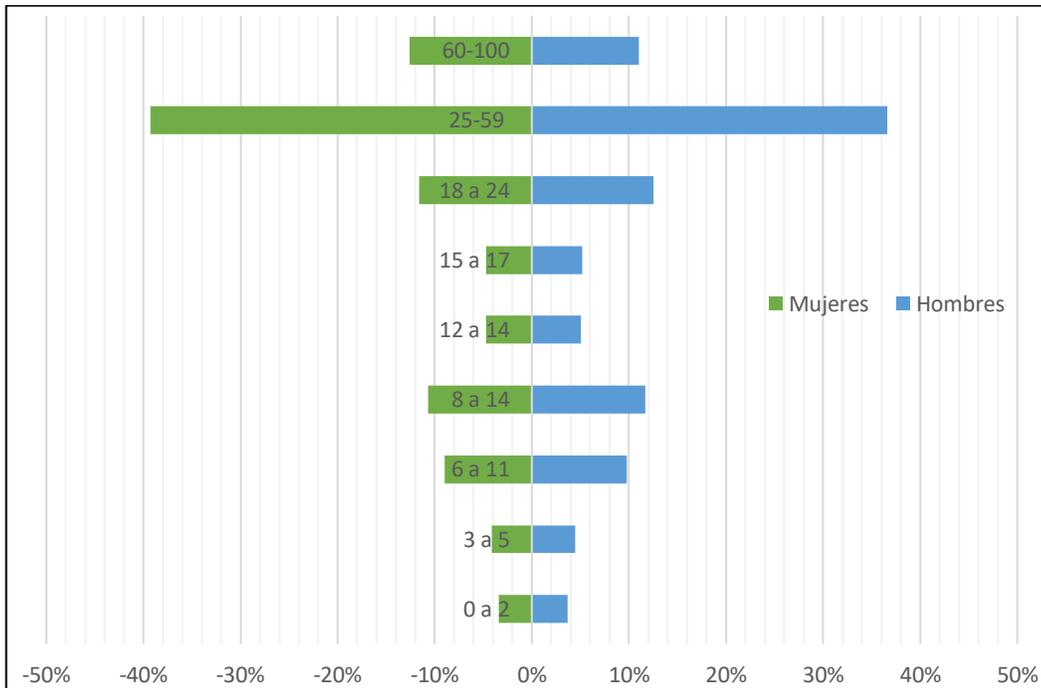


Figura 20.-Pirámide poblacional del SC Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

La mayor parte de la población local se ubica en las alcaldías de Xochimilco, Tlalpan e Iztapalapa (Figura 21); sin embargo, la mayor densidad de población se encuentra en las alcaldías Gustavo A. Madero y Cuajimalpa de Morelos (INEGI, 2020).

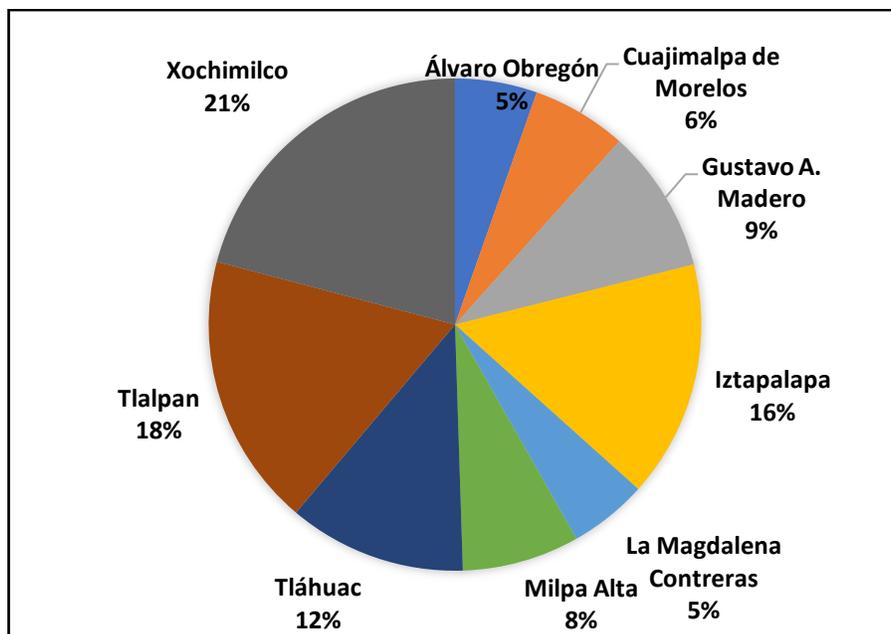


Figura 21.-Distribución de la población por alcaldía en el SC. Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Según datos del INEGI (2020), el 81% de la población del SC, ha manifestado haber nacido en la entidad, el 2% hablar alguna lengua indígena (en cuanto en la zona urbana es 1.4%), y auto identificarse como afrodescendientes alrededor del 2.0% (el mismo porcentaje que en la zona urbana). Referente a la vivienda, en términos de servicios y equipamiento, casi el 100% de las viviendas particulares disponen de luz eléctrica, 96% de agua entubada, 99% de excusado, 99% de drenaje, 85% poseen tinaco, 86% se abastecen del servicio público de agua, mientras que un 45% disponen de cisterna. Así mismo, alrededor de un 1.5 % de las viviendas tienen piso de tierra, un punto porcentual mayor que en el resto de la ciudad. Con un promedio de 3.8 habitantes por vivienda y un habitante por cuarto.

En cuanto a la disponibilidad de bienes, 88% de las viviendas particulares disponen de refrigerador, 75% de lavadora, 54% de horno de microondas, 39% de automóvil, 8% de motocicleta y 17% de bicicleta. En términos de tecnologías de la información y la comunicación 79% disponen de radio, 95% de televisor, 61% de línea telefónica fija, 90% de teléfono celular, 45% de computadora, tablet o laptop, 65% disponen de Internet y 32% de televisión de paga (INEGI, 2020).

Con lo que respecta a la educación, la población en el SC tiene en promedio 8.5 años de escolaridad acumulada, que es dos años y medio menos respecto a los habitantes urbanos. La población económicamente activa es de un 53%, con la distribución entre 43% de las mujeres y 57% de los hombres. Respecto a la ocupación, 4% de la población se dedica a las actividades económicas primarias, 9% a las actividades secundarias y 87% a las terciarias (Figura 22).

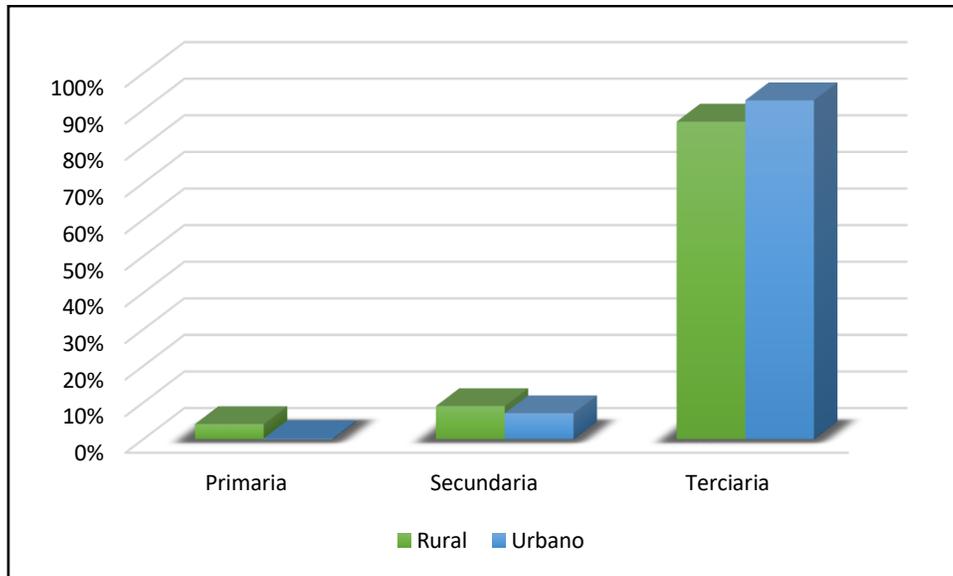


Figura 22.-Población del SC ocupada en actividades productivas, divididas por sector económico.
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Además de la participación en actividades productivas tradicionales, una parte de la población recibe ingresos por su participación en diversos instrumentos de política pública ambiental vinculados con el desarrollo de actividades de conservación forestal y de producción rural sustentable (Moreno Unda y Perevochtchikova, 2021). Los instrumentos de política pública ambiental que demandan la realización de este tipo de actividades se exploran a mayor detalle en el capítulo siguiente.

3.2.2.2 Tenencia de la tierra

La posesión de la tierra en el SC corresponde en su mayoría a la propiedad social en manos de núcleos agrarios (Figura 23), pertenecientes a comunidades y ejidos (Tabla 6), los cuales se rigen por usos y costumbres (Sánchez y Díaz Polanco, 2011).

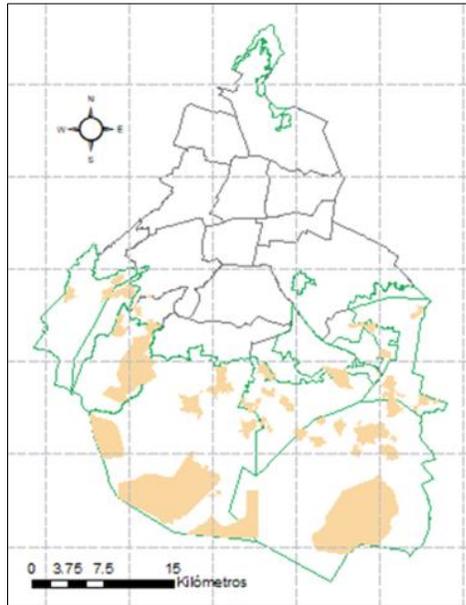


Figura 23.-Localización de las poblaciones en el SC que cuentan con propiedad social. Fuente: Elaboración propia con datos del RAN (2022).

Dentro del SC se localizan un total de 53 núcleos agrarios, siendo Tlalpan la alcaldía la que más posee, con doce comunidades y ejidos. Del total de núcleos, cinco aún están en trámite de su reconocimiento oficial ante Registro Agrario Nacional (RAN), mientras que doce núcleos han perdido prácticamente todo su territorio (CIBIOGEM, 2019; RAN, 2022).

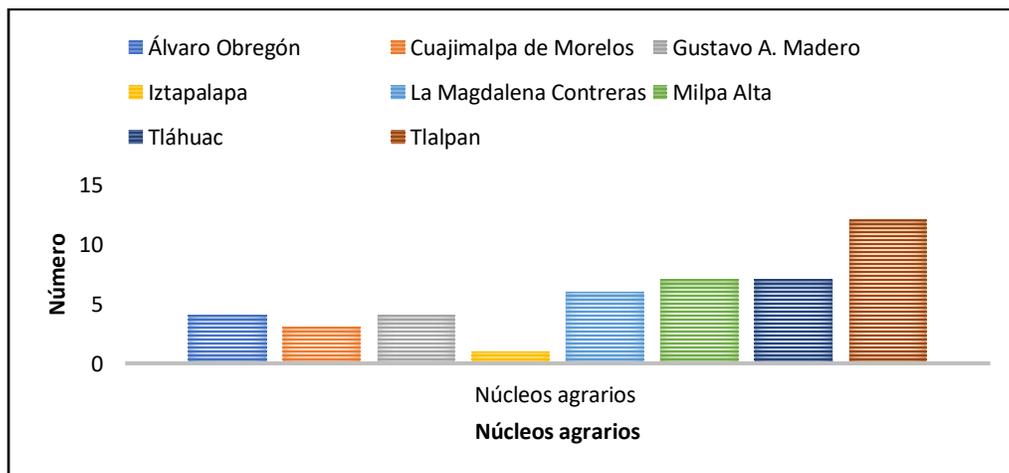


Figura 24.- Número de núcleos agrarios por alcaldía en el SC. Fuente: Elaboración propia con datos del RAN (2022).

Tabla 6.-Núcleos agrarios del Suelo de Conservación de la Ciudad de México.

Alcaldía	Núcleos agrarios del SC	Fecha de reconocimiento y área (hectáreas)	Cantidad de comuneros o ejidatarios iniciales	Extensión actual (hectáreas)	Cantidad de comuneros o ejidatarios actuales	Fuente de información
Álvaro Obregón	Comunidad San Bartolo Ameyalco	1987-430 ha	260	430 ha	260	(DOF, 1987)
	Ejido San Bartolo Ameyalco	1924-77 ha 1938 54 ha Total 132 ha	142	2 ha	203	(RAN, 2022)
	Ejido Santa Rosa Xochiac	1936- 27 ha	52	27 ha	52	(RAN, 2022)
	Comunidad Santa Rosa Xochiac	1976-343 ha (en trámite, aún no reconocidas)	NA	343 ha	NA	(DOF, 1976)
Cuajimalpa de Morelos	Comunidad San Lorenzo Acopilco	1992- 1608 ha	2,344	1,524 ha	2,344	(DOF, 2016)
	Ejido San Mateo Tlaltenango	1922-250 ha 1936-27 ha Total 390 ha	244	390	244	(DOF, 1922)
	Comunidad San Mateo Tlaltenango	1981-1,954 ha	338	119 ha	338	(DOF, 1981)
Gustavo A. Madero	Ejido Cuauhtepc	1917-753 ha 1928-644 ha 1939-56 ha 1947-31 ha Total 1,484 ha	486	41 ha	487	(RAN, 2022)
	Ejido San Pedro Zacatenco	1923-199 ha 1938-31 ha Total 230 ha	74	72 ha	74	(RAN, 2022)
	Ejido Santa María Ticoman	1924-544 ha 1938-101 ha Total 645 ha	213	0 ha	0	(RAN, 2022)
	Comunidad Santa Isabel Tola	1967- 24 ha	199	0 ha	0	(RAN, 2022)
Iztapalapa	Ejido Los Reyes Culhuacán	1950-145ha	202	47 ha	197	(RAN, 2022)
La Magdalena Contreras	Comunidad Magdalena Atlitric Contreras	1975-2,393 ha	1,779	2,310 ha	591	(RAN, 2022)
	Ejido Magdalena Contreras	1924.- 130 ha	286	0 ha	0	

	Ejido San Nicolas Totolapan	1924.- 1,300 ha 1939.- 1,404 ha Total 2,704 ha	293	2,200 ha	327	(RAN, 2022)
	Comunidad San Bernabé Ocotepec	1998- 337 ha	125	337 ha	125	(DOF, 1998)
	Ejido San Bernabé Ocotepec	1924- 383 ha	143	33 ha	110	(DOF, 1981)
	Ejido San Jerónimo Aculco	1923-200 ha + 1938-205 Total 405 ha	171	3 ha	104	(DOF, 1985)
Milpa Alta	Ejido San Antonio Tecomitl	1924-1,096 ha 1936- 179 ha Total 1,275	334	1,100	251	(DOF, 2000)
	Ejido San Francisco Tecoxpa	1930- 82 ha	123	81 ha	112	(DOF, 1930)
	Ejido San Jerónimo Miacatlán	1930-59.5	89	59 ha	60	(DOF, 1930)
	Ejido San Juan Tepenahuac	1930-27 ha	41	27 ha	32	(DOF, 1930)
	Ejido Santa Ana Tlacotenco	1930-350 ha	525	350 ha	249	(DOF, 1930)
	Comunidad San Salvador Cuauhtenco	1952-6,913 ha (en trámite, aun no reconocidas)	NA	6,913 ha	NA	(RAN, 2022)
	Comunidad Milpa Alta y pueblos anexos: a) Villa Milpa Alta b) San Lorenzo Tlacoyucan, c) San Pedro Atocpan d) San Agustín Ohtenco, e) San Pablo Oztotepec f) San Bartolomé Xilcomulco	1952-17,944 ha (en trámite, aun no reconocidas)	NA	17,944 ha	NA	(RAN, 2022)
Tláhuac	Ejido Mixquic	1918-557 ha 1930- 100 ha Total 657 ha	708	655 ha	405	(RAN, 2022)
	Ejido San Francisco Tlaltenco	1923-766 ha 1936-182 ha 1946-58 ha Total 1,006 ha	571	672 ha		(RAN, 2022)
	Ejido San Juan Ixtayopan	1917-405 ha 1936-155 ha Total 561	424	498 ha	424	(RAN, 2022)

	Ejido Tláhuac	1923-1048 ha 1936-113 ha Total 1162 ha	898	866 ha	898	(RAN, 2022)
	Ejido Santa Catarina Yecahuitzol	1924-207 ha 1938-261ha Total 468 ha	211	152 ha	111	(RAN, 2022)
	Ejido Santiago Zapotitlán	1922-244 ha	354	71 ha	354	(RAN, 2022)
	Ejido Tetelco	1924-540 ha 1936-58 ha Total 598 ha	142	365 ha	142	(RAN, 2022)
Tlalpan	Ejido Colonia Padierna	1938-476	21	0	0	(RAN, 2022)
	Ejido Huipulco	1922-36 ha 1938-133 Total 169 ha	111	0 ha	168	(RAN, 2022)
	Ejido San Pedro Mártir	1924-231 ha 1949-100 ha Total 331 ha	191	0.5 ha	142	(RAN, 2022)
	Ejido Colonia Héroes de 1910	1951-5 ha	207	5 ha	64	(RAN, 2022)
	Ejido Magdalena Petlascalco	1930-141 ha+ 1938-622 ha Total 763 ha	141	755 ha	134	(RAN, 2022)
	Comunidad San Miguel y Santo Tomas Ajusco	1975.-7,619 ha	606	7,110 ha	604	(RAN, 2022)
	Comunidad San Miguel Topilejo	1976-10,365 ha	446	9,950 ha	446	(RAN, 2022)
	Ejido Topilejo	1936-1373 ha	266	648 ha	262	(RAN, 2022)
	Ejido el Guarda o Parres	1936-286 ha	35	232 ha	29	(RAN, 2022)
	Ejido San Andrés Totoltepec	1930.- 348 ha 1939.- 145 ha Total.- 493 ha	581	385 ha	190	(RAN, 2022)
	Ejido San Miguel Xicalco	1930-86 ha	43	86 ha	84	(RAN, 2022)
	Comunidad Magdalena Petlascalco	2007.-155 ha	446	155 ha	446	(RAN, 2022)
Xochimilco	Comunidad San Andrés Ahuayucan	1978- 250 ha	NA	250 ha	NA	(DOF, 1978)
	Comunidad San Francisco Tlalnepantla	2007-1,134 ha (en trámite, aun no reconocidas)	NA	1,134 ha	NA	(RAN, 2022)

	Comunidad San Mateo Xalpa	2011-320 ha (en trámite, aun no reconocidas)	NA	320 ha	NA	(RAN, 2022)
	Comunidad Santiago Tepalcatlalpan	1999-388 ha (en trámite, aun no reconocidas)	416	362 ha	416	(RAN, 2022)
	Ejido San Gregorio Atlapulco	1922-476 ha	751	206 ha	751	(RAN, 2022)
	Ejido San Lucas Xochimanca	1924-53 ha	53	3 ha	0	(RAN, 2022)
	Ejido Santa Cruz Xochitepec	1923-60 ha	114	0 ha	0	(RAN, 2022)
	Ejido Tepepan	1922-113 ha	335	0 ha	0	(RAN, 2022)
	Ejido Tulyehualco	1923-406 ha	352	362 ha	512	(RAN, 2022)

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Diario Oficial de la Federación y el Registro Agrario Nacional (RAN, 2022).

Estas formas de tenencia social de la tierra son el resultado de un proceso histórico, el cual buscó restituir las tierras a los pueblos originarios (Falcon, 2020). Después de la revolución de 1910 y a partir de 1917, México sostuvo como política de Estado el reparto de tierras bajo dos modalidades: i) los bienes comunales (comunidades), esquema que devolvía tierras a un pueblo prehispánico; y ii) los ejidos, cuando se dotaba de tierra a un grupo solicitante, sin que este grupo necesariamente contara con conexiones históricas con el espacio (Medina Hernández, 2007; Morett Sánchez y Cosío Ruiz, 2017).

En este sentido, en los años 1920 los pueblos situados en el ahora SC, armados con documentos virreinales llamados “Títulos primordiales” iniciaron procesos legales para convertirse en comunidades, pero en su mayoría y por diversos motivos les fue rechazado el trámite (Sánchez Pérez, 2020). Posteriormente, los mismos pueblos comenzaron procesos para constituir ejidos, los cuales dieron por resultado el otorgamiento de los títulos a finales de los 1920 y principios de los 1930, seguidos de una ola de concesiones de ampliación de los territorios en las siguientes dos décadas. Así, en la primera mitad del siglo XX se constituyen la mayoría de los ejidos (Percheron, 2010). Y es hasta la segunda mitad del siglo, que algunos pueblos vuelven a solicitar restitución de bienes comunales, nuevamente respaldados por los títulos primordiales, dando como resultado en la década 1990-2000 el reconocimiento de algunas comunidades, mientras que otras aún continúan a la espera del reconocimiento legal (Percheron, 2010).

Actualmente, la extensión territorial de los núcleos agrarios es menor a su original, e incluso hay aquellos que perdieron la totalidad de su territorio (Tabla 6). Esto se debe a que durante las décadas de los 1980-1990 inicia un periodo de expropiación de tierras, destinado a la construcción de vialidades, apropiación por agencias de gobierno y regularización de viviendas, etc. (SEDEMA, 2007).

Hay que aclarar que, además de la propiedad social de la tierra, existe propiedad privada en el SC, con mayores extensiones en las alcaldías Tláhuac y Xochimilco (CIBIOGEM, 2019).

3.3 Interacciones socioecológicas

3.3.1 Servicios ecosistémicos

El SC genera múltiples servicios ecosistémicos (SE) de soporte, aprovisionamiento, de regulación y culturales, tanto para sus pobladores locales, como para la Ciudad de México y escala regional (CONABIO y SEDEMA, 2016; Perevochtchikova, 2016).

Servicios de soporte

Los SE de soporte se refieren a aquellos procesos básicos que aseguran el funcionamiento y continuidad de los ecosistemas, incluyen hábitat para las especies y la formación del suelo (Quijas y Balvanera, 2014). En este sentido, el SC funge como refugio de biodiversidad para aproximadamente 3-5 mil especies de flora y fauna (SEDEMA, 2013). Por ejemplo, en Milpa Alta se tienen registros de más de 45 mamíferos silvestres, algunos bajo categorías en riesgo de extinción (Navarro-Frias et al., 2007). En los ecotonos de la Sierra de Guadalupe se encuentra una gran diversidad de aves (Puga-Caballero et al., 2014). En Xochimilco se tiene registro de más de 180 especies vegetales y 139 especies de animales entre peces, anfibios, reptiles y aves, varias de ellas bajo alguna categoría de protección (Zambrano y Rojas, 2021).

También el SC es un sitio importante para el proceso de pedogénesis, dado que los suelos en las áreas montañosas son de gran fertilidad por ser de reciente creación (Caballero et al., 2010). En la

zona chinampera predominan los sedimentos lacustres y palustres de muy alta fertilidad (González Carmona y Torres Valladares, 2014; Ibarra-Arzave et al., 2019). En la Sierra de Guadalupe los suelos también son ricos en materia orgánica y tienen alta capacidad de intercambio catiónico (Flores Roman et al., 2009). En sitios donde se encuentra vegetación nativa, esta mantiene estable la estructura, composición y microbiota del suelo (Moreno Espíndola et al., 2010).

Servicios de aprovisionamiento

Los SE de aprovisionamiento se refieren al potencial del ecosistema de proveer bienes tangibles, como alimento, agua, combustible, material de construcción y, por lo tanto, representan beneficios directos para la gente (Quijas y Balvanera, 2014). En este sentido, el SC es importante para la producción agrícola, tanto para el autoconsumo como para la venta; aquí se producen alrededor de 28 cultivos de ciclo corto de crecimiento y 8 perennes (CIBIOGEM, 2019). Por ejemplo, en Milpa Alta históricamente se ha cultivado nopal, maíz, avena (Bonilla Rodríguez, 2009); y en San Nicolás Totolapan se practica la agricultura tradicional de maíz, frijol, avena, haba, papa, hortalizas y vegetales (Miranda Zambrano y Alejo López, 2017). Además, en el sistema chinampero se producen alrededor de 19 mil toneladas de alimentos, en su mayoría hortalizas y maíz (AZP, 2017; FAO, 2018); y el pueblo Santiago Tulyehualco se destaca por la producción de amaranto (De Jesús Contrera et al. 2016).

También, en el SC se producen plantas de ornato y medicinales. En la región de bosques están establecidas plantaciones de árboles de navidad en las que anualmente se cosecha alrededor de 11,250 ton de árboles (SAGARPA, 2017). Mientras que en la zona chinampera de Xochimilco y Tláhuac se producen cempasúchil, nochebuena, azalea y begonia (Ruz Varas, 2018). Así mismo, provee de plantas medicinales, por ejemplo, en el pueblo de San Francisco Tlaltenco, alcaldía Tláhuac, se reconoce el uso de 59 plantas con fines medicinales, 39 de las cuales crecen de forma silvestre en los alrededores del volcán Guadalupe (Ortiz Palacios et al., 2017).

Respecto a la provisión de materias primas, madera proveniente de tala hormiga es usada como combustible en entornos domésticos y madera resultante de tala de pequeña comercialización es usada para la producción de muebles y otros fines comerciales (Manzano Delgado, 2020). También es frecuente la sustracción del suelo para su venta en mercados de plantas de ornato y la extracción de arena y rocas para su uso en la construcción (Gómez Sántiz, 2021).

Por otro lado, el SC aprovisiona de agua dulce a los habitantes de los pueblos locales y algunas colonias de la ciudad de México, aquí se encuentra uno de los últimos escurrimientos superficiales de la ciudad, el Río Magdalena que genera 20 millones de metros cúbicos de agua al año, una parte del cual es consumida directamente por comerciantes de la zona, mientras que otra parte es potabilizada y se consume en la zona urbana (Jujnovsky et al., 2010). También, el territorio posee numerosos manantiales, muchos de los cuales son capturados para el uso público urbano (Perevochtchikova y Sandoval Romero, 2020).

Servicios de regulación

Los SE de regulación, son aquellos vinculados a los ciclos biogeoquímicos y regulación de condiciones climáticas, hídricas y plagas (Quijas y Balvanera, 2014). Específicamente, el SC funge como regulador del clima, sobre todo a escala local, dado que la cubierta vegetal absorbe gran cantidad de radiación solar, lo que genera una diferencia de temperatura entre la zona forestal con

la zona urbanizada de 1 a 2°C (Luna Pérez, 2019) y entre zona urbanizada y zona lacustre de 1 a 2.7°C (Ruiz-Angulo y López Espinoza, 2015).

En cuanto a regulación hídrica, es la principal zona de recarga del acuífero de la ciudad (SEDEMA, 2013). Por ejemplo, en Xochimilco y Tláhuac se estima que la recarga por infiltración en la zona de canales es de 6,700 l/s (Castelán Cabañas et al., 2015). Conjuntamente, según Montaña Caro (2021), la Sierra de las Cruces aporta al acuífero una recarga de 34 millones de m³/año, mientras que el Complejo Volcánico Chichinautzin aporta 61 millones de m³/año. Otro SE de regulación es la protección contra inundaciones; por ejemplo, el ANP Ciénega Chica y la Ciénega Grande que son lagunas artificiales, controlan el flujo del agua (Castelán Cabañas et al., 2015).

También, el SC contribuye a la captura de carbono en los suelos de las zonas forestales, donde se calcula el almacenamiento de carbono es mayor a 150 megagramos por hectárea (Vela Correa et al., 2012), también almacena en biomasa aérea entre 163 a 95 megagramos por hectárea (Galeana-Pizaña et al., 2013). Así mismo, la vegetación ayuda a la remoción de contaminantes en el aire, como ozono (O₃) y partículas suspendidas <10µm (PM10) (Escobedo y Chacalo, 2008); y en zona lacustre el lirio acuático captura metales pesados (Carrión et al., 2012).

Servicios culturales

Los SE culturales son beneficios intangibles que surgen de la percepción individual o colectiva y están estrechamente relacionados con la cultura y tradiciones, estos incluyen la recreación, la herencia cultural, la belleza escénica, entre otras (Quijas y Balvanera, 2014).

En este sentido, el SC provee de espacios de recreación, como el “Parque Ejidal San Nicolás Totolapan”, el “Parque de Ecoturismo y Educación Ambiental Los Laureles” y el “Parque y Corredor Ecoturístico: Los Dinamos”, que ofrecen actividades, como ciclismo de montaña, senderismo, campismo, tirolesa, cabalgata, pesca, educación ambiental, escalada en roca, carrera en campo, observación de flora y fauna, organización de eventos, agroturismo y talleres de medicina tradicional (Palomino Villavicencio y López Pardo, 2019).

También existe una amplia oferta gastronómica en la zona (Gutiérrez-Romero, 2019). Durante los fines de semana es común encontrar comedores donde se ofrecen platillos de recetas tradicionales (CONABIO y SEDEMA, 2016). En la alcaldía Milpa Alta se realiza anualmente la Feria del Nopal, donde se degustan platillos típicos con base en este cactus; así mismo, en el pueblo de San Pedro Atocpan, se lleva a cabo la Feria Nacional del Mole (Ortega Méndez, 2016). En el pueblo de Santiago Tulyehualco en la alcaldía Xochimilco se festeja La Feria del Amaranto, donde se pueden encontrar platillos y postres típicos de la región (Martínez-Salvador, 2019)

Adicionalmente, por la presencia de bosques, ríos, cascadas y manantiales, el SC posee espacios con gran belleza escénica (Parrot y Ramírez-Núñez, 2020). En relación con la zona de humedales existe amplia oferta de recorridos para la observación de aves autóctonas y migratorias (Revollo-Fernández, 2015).

Como se observa en esta sección, el SC ofrece un conjunto de SE relativos a los ecosistemas de bosques y humedales. Estos a su vez inciden en la formación de los significados y experiencias de los habitantes y pasa a conformar su identidad y el sentido de pertenencia, lo que se ve reflejado en sus tradiciones y fiestas patronales (Cruz Jurado y Estrada Rodríguez, 2019; Martínez Tovar, 2021).

3.3.2 Problemáticas socioecológicas

A pesar de contar con múltiples SE, el SC padece de diversas problemáticas socioecológicas, como contaminación, tala ilegal y asentamientos humanos irregulares (PAOT, 2009).

En cuanto a la contaminación, esta se presenta en diversos medios. Por un lado, existe un problema de contaminación de los cuerpos de agua; por ejemplo, las aguas superficiales son frecuentemente contaminadas por el vertimiento directo de aguas residuales domésticas, pequeñas empresas agrícolas y plantas de tratamiento (Perló-Cohen y Zamora-Saenz, 2017). Por otro lado, los espacios son utilizados como basureros a cielo abierto de residuos urbanos y cascajo, tan solo entre 2000 y 2008 la PAOT había iniciado 164 investigaciones en materia de tiraderos clandestinos y en el año 2009 se tenían identificados 30 tiraderos de cascajo en el SC de la alcaldía Tláhuac (PAOT, 2009; 2010).

También hay un fuerte problema relacionado con la tala ilegal, dado el contexto de veda forestal aplicada en el SC desde 1947, y se pueden distinguir tres dinámicas (DOF, 1947; PAOT y UAM, 2009). La primera trata de la tala hormiga, en la cual vecinos de la zona, cortan árboles para su uso doméstico como combustible, herramienta o material para construcción (Aguilar Martínez et al., 2021). La segunda refiere a la tala por parte de pobladores, con el fin de recibir ayudas económicas gubernamentales, cambiando el uso del suelo forestal a agrícola (Contreras Camero, 2021). La tercera implica tala por parte de grupos del crimen organizado, principalmente en las zonas de Milpa Alta, Topilejo y Ajusco. Esta problemática se ha reflejado en que tan solo en 2019 se habían localizado 24 aserraderos clandestinos en la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (SEDEMA, 2019), en Milpa Alta se habían clausurado 23 aserraderos ilegales en 2017 y dos en 2021 (PROFEPA, 2017), y en Magdalena Petlacalco y San Miguel Topilejo se clausuraron dos aserraderos ilegales en 2021 (PROFEPA, 2021); sin embargo, no se cuenta con estimaciones claras de la cantidad de madera que es sustraída en términos de toneladas anuales.

Respecto a los asentamientos irregulares, se pueden distinguir los siguientes procesos que han llevado a su incremento. Primero es el crecimiento de la población nativa, conocido como desdoblamiento, donde hijos de los originarios forman nuevas familias, construyen casas y con ello, urbanizan tierras que antes tenían usos rurales (Cruz Rodríguez, 2019). Segundo, cuando empresas inmobiliarias construyen fraccionamientos destinados a la clase media que busca una mejor calidad ambiental en su vivienda (Córdova Tapia et al., 2013). Tercero, es cuando clases bajas provenientes de la ciudad invaden terrenos cercanos a las carreteras, en miras de donde habitar, acciones que a menudo son impulsadas por partidos políticos a cambio de votos en periodo de elecciones (Mollá-Ruíz-Gómez, 2006).

Los procesos de contaminación de aguas superficiales, tiraderos clandestinos, tala ilegal y los asentamientos irregulares, reducen la infiltración el hábitat, e incrementan la erosión y la fragmentación a tal punto que las proyecciones a 2040 prevén una pérdida de la mitad de la superficie forestal (PAOT y CentroGeo, 2010); lo que se refleja en la afectación de los SE asociados a los ecosistemas presentes (Figura 25). Esta situación también incrementa la vulnerabilidad de sus habitantes (Pedraza Gama, 2021), especialmente de los habitantes de asentamientos resultado de invasiones, pues están ubicados en terrenos no aptos para vivienda y no cuentan con infraestructura

básica, lo que los hace más susceptibles a fenómenos naturales como sismos y el cambio climático (Méndez et al., 2018).

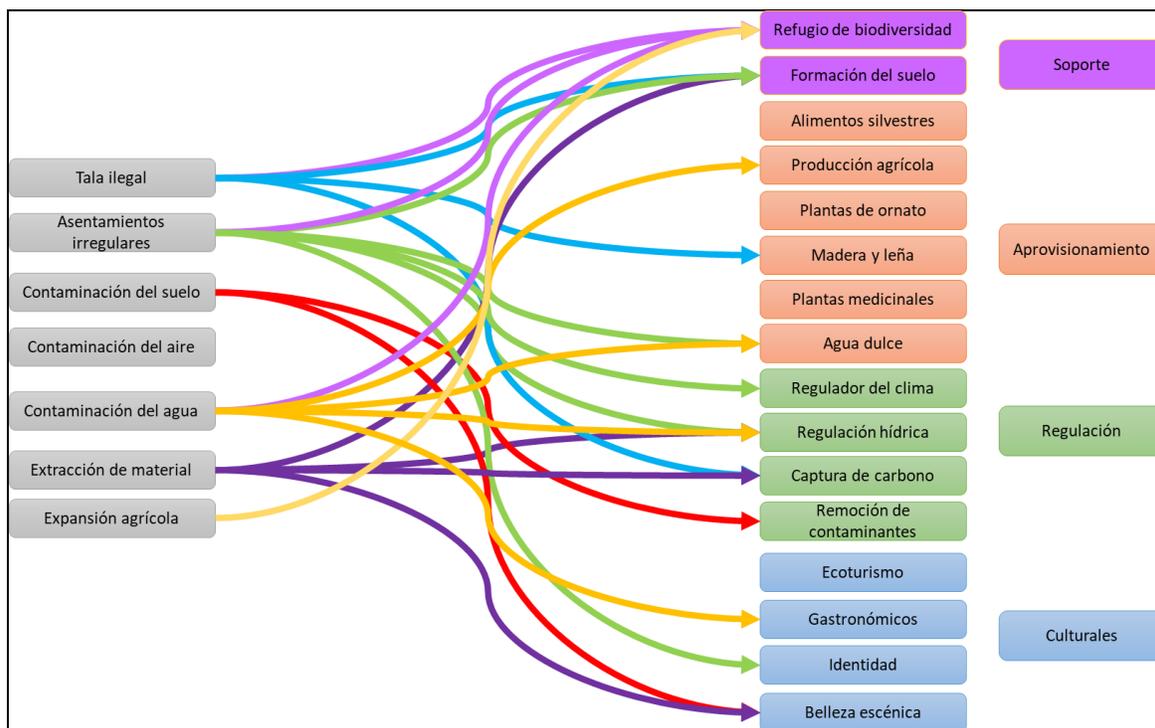


Figura 25.-Problemas socioambientales y sus efectos sobre los SE del SC. Fuente: Elaboración propia con base en la literatura basada en los autores citados en esta sección.

3.3.3 Política pública ambiental en el SC

Ante la complejidad que representa el sistema socioecológico (SSE) del SC y con el fin de enfrentar los problemas socioambientales mencionados y de preservar los servicios ecosistémicos que ofrece, se han implementado diversos instrumentos de política pública ambiental en este territorio por parte de los gobiernos federal y de la Ciudad de México (Moreno-Unda y Perevochtchikova, 2021; Pérez-Campuzano et al., 2016).

Entre ellos, se pueden mencionar decretos de veda, declaración de áreas naturales protegidas, áreas de protección especial, zonas de patrimonio, unidades de manejo ambiental, campañas de reforestación, entrega directa de incentivos económicos, e incluso programas desarrollados en conjunto con actores de la sociedad civil o actores privados (Tabla 7).

Tabla 7.- Instrumentos de política pública ambiental de conservación y desarrollo rural sustentable implementados en el SC.

Nivel	Organismo	Dependencia	Programa	Año
Federal	SEMARNAT	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	PROCYMAF PRONARE PROCOREF PRODEFOR PRODEPLAN	2000
			ProÁrbol	2007
			PRONAFOR	2013
	CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	Programa de Desarrollo Regional Sustentable (Proders)	2000
			Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (Procodes)	2011
Estatal	Gobierno de la Ciudad de México	Secretaría del Medio Ambiente (Sedema), a través de la Comisión de Recursos Naturales (Corena)	Peso por árbol	1998
			Programa Integral de Empleo Productivo y Sustentable (pieps)	2000
			Fondos Comunitarios para el Desarrollo Rural Equitativo y Sustentable (Focomdes)	2000
			Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas Comunitarias y Áreas Comunitarias de Conservación Ecológica (PRCSA)	2005
			Programa de Fondo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE)	2008
			Proyecto especial Pago de Servicios Ambientales de la Zona de Conservación (PSAZC)	2017

Fuente: elaboración propia con datos de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021) y Rojo et al. (2018).

Respecto a los instrumentos del tipo de incentivos económicos, cada uno se administra por sus propias reglas de operación (RO), las cuales determinan el marco general, la población beneficiaria, el objetivo de las acciones, las acciones de seguimiento y los tipos de apoyos. Sin embargo, algunos análisis han identificado contradicciones entre las diferentes RO, que se traducen en incoherencia y disfuncionalidad institucional, lo que a su vez dificulta el manejo y limita las actividades productivas (Cetina-Arenas et al., 2022; Rojo et al., 2018).

En relación con la teoría de transformación, tratada en el marco teórico, estos instrumentos representan las relaciones formales entre los actores, y que como ya se mencionó en la propuesta metodológica constituye una de las variables del modelo de Olsson (2006). De estos instrumentos, son los programas de incentivos económicos y sus pagos los que constituyen un vínculo claro entre los actores. Sin embargo, para el caso del SC aún no existe un diagnóstico que agrupe todos los recursos públicos y privados invertidos en este territorio para propósitos de conservación ambiental.

Es por ello que en el siguiente capítulo se presenta el diagnóstico faltante. En el que, además de las inversiones totales de los múltiples programas, se presentan distintos actores, gubernamentales y no gubernamentales a nivel local, federal e internacional que aportan los recursos económicos. Por

el otro lado, se visibiliza el papel de la población local de las comunidades, ejidos y pequeñas propiedades privadas, quienes se benefician (reciben ingresos) mediante la participación en estos programas, realizando distintas actividades de conservación que demandan las RO correspondientes (Moreno Unda y Perevochtchikova, 2021).

Este diagnóstico se retomará también en el capítulo de resultados, para el análisis de las interrelaciones entre diversos actores involucrados en la conservación ambiental en el SC, donde uno de los componentes se relaciona con intercambio económico, que en conjunto con el conocimiento y el liderazgo constituyen los tres principales ejes de interacciones que son considerados en la evaluación de la transformación socioecológica a través del tiempo.

Capítulo 3. Referencias

- Aguilar Martínez, S., Valtierra Pacheco, E., González Guillén, M., Salas González, J., León Merino, A., y Hernández Juárez, M. (2021). Brigadas comunitarias para la conservación y gestión de los recursos forestales en San Miguel Topilejo, Tlalpan, Ciudad de México. *Sociedad y Ambiente*(24), 1-24. doi:10.31840/sya.vi24.2361
- Ávila-Akerberg, V., González-Hidalgo, B., Nava-López, M., y Almeida-Leñero, L. (2008). Refugio de Fitodiversidad en la Ciudad de México, el Caso de la Cuenca del Río Magdalena. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2(1), 605 – 619.
- AZP. (2017). *Chinampa Agricultural System of Mexico City. A proposal for designation as globally important agricultural heritage systems (GIAHS)*. D.F.: Autoridad de la Zona Patrimonio.
- Bonilla Rodríguez, R. (2009). Agricultura y tenencia de la tierra en Milpa Alta. *Argumentos*, 22(61), 249-282.
- Brito Guadarrama, B., y Reyes Equiguas, S. (2009). The Meaning of the Codices for the Present-Day Indigenous People. En D. Graña-Behrens, *DAS KULTURELLE GEDÄCHTNIS MESOAMERIKAS IM KULTURVERGLEICH ZUM ALTEN CHINA Rituale im Spiegel von Schrift und Mündlichkeit* (págs. 235-250). Gebr. Mann Verlag.
- Caballero, M., Lozano García, S., Vázquez Selem, L., y Ortega, B. (2010). Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales y en cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo glacial. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(3) 359-377.
- Carrión, C., Ponce-de León, C., Cram, S., Sommer, I., Hernández, M., y Vanegas, C. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. *Agrociencia*, 46(6), 609-620.
- Castelán Cabañas, R., Contreras Silva, A., y Tapia Silva, F. (2015). Los últimos humedales en el Distrito Federal: Xochimilco y Tláhuac, servicios ambientales y la ruta hacia su preservación. En A. Sastre Merlín, I. Díaz Carrión, y J. Ramírez Hernández, *Gestión de humedales españoles y mexicanos. Apuesta conjunta por su futuro* (págs. 43-69). España: Universidad de Alcalá.

- Cetina Arenas, L., Koff, H., Maganda-Ramírez, C., y Almeida-Leñero, L. (2022). Los pagos por servicios ambientales en la Ciudad de México: un enfoque de coherencia de políticas públicas. *Región y sociedad*(34), e1601. doi:10.22198/rys2022/34/1601
- CIBIOGEM. (2019). *La Agricultura Campesina y su Agrobiodiversidad en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México*. CDMX: Secretaría Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados.
- Colindres Espinoza, L. (2016). *Las Fiestas Patronales, Escencia de la Identidad: El caso del Pueblo de San Andres Totoltepec, Tlalpan, México D.F.* Ciudad de México: Tesis de maestría. Posgrado en Desarrollo Rural, UAM Xochimilco.
- CONABIO y SEDEMA. (2016). *La Biodiversidad de la Ciudad de México, Volumen II*. D.F.: CONABIO.
- CONABIO y SEDEMA. (2016). *La Biodiversidad de la Ciudad de México, Volumen III*. D.F.: CONABIO.
- Contreras Camero, A. (20 de 05 de 2021). *ZonaDocs Periodismo en Resistencia*. Obtenido de Talan bosque con apoyo de alcaldesa que busca reelegirse: <https://www.zonadocs.mx/2021/05/20/talan-bosque-con-apoyo-de-alcaldesa-que-busca-reelegirse/>
- Córdova Tapia, F., Acosta Sinencio, S., y Álvarez Espinosa, H. (2013). Análisis del área en la que se pretende desarrollar el proyecto “Fraccionamiento Tepepan Country Club” bajo la perspectiva del Suelo de Conservación del Distrito Federal. doi:10.13140/RG.2.1.4376.4643
- Cruz Jurado, C., y Estrada Rodríguez, C. (2019). Identidad ambiental, sentido de lugar y la percepción del contexto en agricultores. *Revista de Sociología*, 34(2), 50-71. doi:10.5354/0719-529X.2019.54716
- Cruz Rodríguez, M. (2019). Urbanización y procesos locales en los pueblos del poniente de la zona metropolitana de la Ciudad de México. *CARTA ECONÓMICA REGIONAL*, AÑO 32 | NÚM. 124, 57-81. doi:10.32870/cer.v0i124.7768
- De Jesús Contrera, D., Ramírez De la O, I., y Thomé-Ortiz, H. (2016). Cultivos nativos y valorización simbólica del suelo rural de la Ciudad de México. *Eutopía*, 97-110.
- DOF. (19 de 12 de 1922). Diario Oficial de la Federación. *Resolución en el expediente de restitución de tierras promovido por vecinos del pueblo de San Mateo Tlaltenago, Distrito Federal*. Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=190980ypagina=1507ysecion=0
- DOF. (11 de 01 de 1924). Diario Oficial de la Federación. *Resolución en el expediente de dotación de tierras promovido por vecinos del pueblo de La Magdalena Contreras, Distrito Federal*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4560132yfecha=11/01/1924ycod_diario=195067

- DOF. (29 de 04 de 1924). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de restitución de tierras, promovido por vecinos del pueblo de San Nicolás Totolapam, Distrito Federal*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4573469yfecha=29/04/1924ycod_diario=195871
- DOF. (17 de 03 de 1930). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de restitución de tierras al pueblo de San Andrés Totoltepec, Delegación de Tlalpan, D. F.* Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4460583yfecha=17/03/1930ycod_diario=188691
- DOF. (08 de 03 de 1930). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de restitución de ejidos al pueblo de La Magdalena Petlascalco, Delegación de Tlalpan, D. F.* Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=188506ypagina=12yseccion=3
- DOF. (06 de 01 de 1930). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCIÓN en el expediente de restitución de ejidos a los pueblos de Santana Tlacotenco, San Francisco Tecoxpan, San Jeronimo Miacatlán y San Juan Tepenahuac, Delegación Milpa Alta, D.F.* Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=187682ypagina=5yseccion=1
- DOF. (05 de 11 de 1938). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de ampliación de ejidos al poblado San Nicolás Totolapam, Distrito Federal*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4441761yfecha=05/11/1938ycod_diario=187457
- DOF. (04 de 11 de 1938). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de ampliación de ejidos al poblado La Magdalena Petlascalco, Distrito Federal*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=187439ypagina=2yseccion=1
- DOF. (10 de 10 de 1939). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION en el expediente de ampliación de ejidos al poblado San Andrés Totoltepec, Distrito Federal*.
- DOF. (29 de 03 de 1947). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el cual se declara veda total indefinida de recuperación y de servicio para todos los bosques del Estado de México y del Distrito Federal*.
- DOF. (7 de 04 de 1975). Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (03 de 01 de 1975). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado denominado San Miguel Ajusco, Delegación de Tlalpan, D. F.* Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4738413yfecha=03/01/1975
- DOF. (09 de 07 de 1976). Diario Oficial de la Federación. *SOLICITUD de Confirmación de bienes comunales y Segregación de terrenos particulares del poblado de Santa Rosa Xochiac, D. F.* Obtenido de

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4847529yfecha=09/07/1976#gsc.tab=0

- DOF. (28 de 08 de 1978). Diario Oficial de la Federación. *INICIACIÓN del expediente sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales en favor de vecinos radicados en el poblado denominado San Andrés Ahuayucan, Delegación Xochimilco, D.F.* Obtenido de Registro Agrari:
https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=203670ypagina=15yseccion=0
- DOF. (18 de 02 de 1981). Diario Oficial de la Federación. *Decreto por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 116-6470 Has., a favor de la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, ubicado en el ejido de La Magdalena Contreras, perteneciente a la Delegación del mismo.* Obtenido de
http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4618112yfecha=18/02/1981
- DOF. (06 de 05 de 1981). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Mateo Tlaltenango, Delegación de Cuajimalpa, D. F. (Reg. 17113).* Obtenido de
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4645576yfecha=06/05/1981#gsc.tab=0
- DOF. (03 de 04 de 1981). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO que por causa de utilidad pública se expropia una superficie de 383-49-00 Has., en favor de la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, ubicada en el ejido de San Bernabé Ocotepéc, perteneciente a la Delegación La Magdalena Con.* Obtenido de
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4636977yfecha=03/04/1981#gsc.tab=0
- DOF. (14 de 06 de 1985). Diario Oficial de la Federación. *Decreto por el que se expropia una superficie al ejido de San Jerónimo Aculco, Delegación Magdalena Contreras, D. F. (Reg.- 5408).*
- DOF. (22 de 12 de 1987). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia una superficie de terrenos ejidales de poblado denominado la Magdalena Petlacalco, Delegación Tlalpan, D. F.*
- DOF. (27 de 08 de 1987). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado denominado San Bartolo Ameyalco, Delegación Villa Alvaro Obregón, D. F. (Reg.- 6839).* Obtenido de
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4678917yfecha=27/08/1987#gsc.tab=0
- DOF. (11 de 09 de 1991). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de terrenos de agostadero de uso colectivo, del ejido San Andrés Totoltepec, Delegación Tlalpan, D. F. (Reg.- 1419).* Obtenido de
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4743741yfecha=11/09/1991

- DOF. (15 de 12 de 1992). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 10-05-68.04 hectáreas temporal de uso común, de terrenos comunales del poblado La Magdalena Contreras, delegación Magdalena Contreras, D. F.* Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4703618yfecha=15/12/1992yod_diario=202708
- DOF. (09 de 12 de 1993). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 17-49-65 hectáreas de temporal de uso común, de terrenos ejidales del poblado San Nicolás Totolapan, Delegación La Magdalena Contreras, D.F. (Reg.- 2774).* Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4811205yfecha=09/12/1993
- DOF. (27 de 06 de 1994). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 29-59-49.98 hectáreas de agostadero de uso común, de terrenos ejidales del poblado San Andrés Totoltepec, Delegación Tlalpan, D.F.* Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4708140yfecha=27/06/1994
- DOF. (07 de 02 de 1996). Diario Oficial de la Federación. *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.* Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4869308yfecha=07/02/1996#gsc.tab=0
- DOF. (22 de 09 de 1998). Diario Oficial de la Federación. *SENTENCIA pronunciada en el juicio agrario número 18/TUA24/97, relativo al reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Bernabé Ocoatepec, Delegación Magdalena Contreras, D.F.* Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4893592yfecha=22/09/1998#gsc.tab=0
- DOF. (04 de 08 de 2000). Diario Oficial de la Federación. *SENTENCIA pronunciada en el expediente número 08/TUA24/98, relativo al reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado Magdalena Petlacalco, Delegación Tlalpan, D.F.* Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2058169yfecha=04/08/2000
- DOF. (04 de 09 de 2000). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 173-54-19.57 hectáreas de agostadero de uso común, de terrenos del ejido San Antonio Tecomitl, Delegación Milpa Alta, D.F. (Reg.- 1179).* Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2059562yfecha=04/09/2000#gsc.tab=0
- DOF. (22 de 08 de 2016). Diario Oficial de la Federación. *SENTENCIA pronunciada en el expediente 203/2007, relativo al reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Lorenzo Acopilco, Delegación Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México.* Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5448849yfecha=22/08/2016#gsc.tab=0
- Escobedo, F., y Chacalo, A. (2008). Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por el arbolado urbano de la ciudad de México. *Interciencia*, v.33 n.1.

- Falcon, R. (2020). Las corrientes subterráneas. Un caso de estudio en las disputas por el bosque en el suroeste de la Ciudad de México. 1856-1913. *Historia mexicana*, 70(1), pp.7-60. doi:10.24201/hm.v70i1.4075.
- FAO. (19 de 04 de 2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Chinampas of Mexico City were recognized as an Agricultural Heritage System of Global Importance: <https://www.fao.org/americas/informations/ver/fr/c/1118851/>
- Flores Roman, D., Vela Correa, G., Gama Castro, J., y Silva Mora, L. (2009). Diversidad pedológica y los sistemas geoecológicos de la Sierra de Guadalupe, centro de México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26(3), 609-622.
- Galeana-Pizaña, J., José Antonio Benjamín, O.-D., y Corona-Romero, N. (2013). Estimación de contenido de carbono en la cuenca del río Magdalena, México. *Madera y bosques*, 19(1), 53-69.
- Gómez Sántiz, F. (2021). *Medios de Vida Sustentable en el Sistema Socioecológico de Cuatro Microcuencas del Suelo de Conservación, Ciudad de México: Modelación Conceptual basada en Dinámica de Sistemas*. CDMX: Tesis de Doctorado en Estudios Urbanos y Ambientales.
- González Carmona, E., y Torres Valladares, C. (2014). La sustentabilidad agrícola de las chinampas en el Valle de México: caso Xochimilco. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 699-70.
- Gutiérrez Romero, L. (2019). *La Riqueza Alimentaria de los Pueblos Originarios de Milpa Alta y Xochimilco*. CDMX: Crisol Magico del Sur.
- Ibarra-Arzave, G., Solleiro-Rebolledo, E., Sedov, S., y Leonard, D. (2019). The role of pedogenesis in palaeosols of Mexico basin and its implication in the paleoenvironmental reconstruction. *Quaternary International*, 502,B, 267-279. doi:10.1016/j.quaint.2019.01.012
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. CDMX. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jujnovsky, J., Almeida-Leñero, L., Bojorge-García, M., Laura Monges, Y., Cantoral-Uriza, E., y Mazari-Hiriart, M. (2010). Servicios ecosistémicos hidrológicos: calidad y cantidad del agua en el río Magdalena, Ciudad de México. *Hidrobiológica*, 20(2), 113-126.
- Luna Pérez, E. (2019). *El efecto del crecimiento urbano sobre el climalocal de la ZMCM y sus implicaciones socio-ambientales*. CDMX: Tesis de licenciatura en Ciencias de la Tierra, UNAM.
- Manzano Delgado, M. (2020). *Entre la conservación gubernamental y la tala ilegal: conflictividad socioambiental el bosque de Milpa Alta*. CDMX: Tesis de Maestría en Estudios Regionales, Instituto Mora.
- Martínez Salvador, L. (2019). Experiencias de diagnóstico y vinculación para el fortalecimiento del sistema agroalimentario localizado de amaranto en la Ciudad de México. En R. Larroa

- Torres, *Experiencias de Trabajo de la Red SIAL México con Productores Agropecuarios* (págs. 93-108). CDMX: CONACYT.
- Martínez Tovar, E. (2021). *Identidad territorial, organización y agricultura en la Magdalena Contreras, Ciudad de México*. CDMX: Tesis de Licenciatura en Geografía Humana, UAM.
- Medina Hernández, A. (2007). Los Pueblos originarios del Sur del Distrito federal. En A. Medina Hernández, *La Memoria Negada de la Ciudad de México: sus Pueblos Originarios* (pág. 88). Ciudad de México, México: Instituto de Investigaciones Antropológicas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Méndez, M., Sven Binnqüist, G., y Méndez, S. (2018). Riesgo, vulnerabilidad y cambio climático en suelo de conservación ecológica de la Ciudad de México. El caso de los humedales de Tláhuac. *VEREDAS*, 36, 13-45.
- Miranda Zambrano, G., y Alejo López, S. (2017). Contribuciones del conocimiento tradicional a la sustentabilidad: los Sabios-Educadores del "Parque Ejidal Ecoturístico Totolapan", México. *El periplo sustentable*, (33), 690-722.
- Mollá Ruíz-Gómez, M. (2006). El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. *Investigaciones Geográficas*, 60, 83-109.
- Montaño Caro, J. (2021). *Modelo hidrológico del suelo de conservación de la Ciudad de México*. CDMX: Maestría en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México,.
- Moreno Espíndola, I., Ros, M., De León González, F., Ferrara Guerrero, M., Rivera Becerril, F., González Halphen, D., y García, C. (2010). El papel de las raíces y la microbiota en la estabilidad y fertilidad de suelos volcánico-arenosos del Valle de México. *SOCIEDADES RURALES, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE*, 17-38.
- Moreno Unda, A., y Perevochtchikova, M. (2021). Diagnóstico de inversiones en programas de conservación ambiental en la Ciudad de México, 2000-2018. *Madera y Bosques*, 27(3), e2732138. doi:10.21829/myb.2021.2732138
- Morett Sánchez, C., y Cosío Ruiz, C. (2017). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, vol.14 no.1.
- Navarro-Frias, J., González-Ruiz, N., y Álvarez-Castañeda, S. (2007). Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: Lista actualizada y consideraciones para su conservación. *Acta Zoológica Mexicana*, 23(3), 103-124.
- Ortega Méndez, V. (2016). Milpa Alta: "Una Delegación en la Ciudad de México con Potencial Turístico, pero ¿Qué es lo que esta fallando?". *Trama*, 5(2), 24-39.
- Ortiz Palacios, L., Cervantes Gutiérrez, V., y Chimal Hernández, A. (2017). *Plantas Medicinales de San Francisco Tlaltenco, Tlahuac, Ciudad de México*. D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

- Palomino Villavicencio, B., y López Pardo, G. (2019). Responsabilidad social de empresas de ecoturismo, normativa y política pública en ciudad de México. *JURÍDICAS CUC*, ol. 15 no. 1, pp. 353-382. doi:10.17981/juridcuc.15.1.2019.14
- PAOT. (2009). *Análisis de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos en la Delegación Tláhuac*. Distrito Federal: PAOT.
- PAOT. (2010). *Estudio de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos de la construcción en el Distrito Federal*. Distrito Federal: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal.
- PAOT y CentroGeo. (2010). *Modelo de análisis tendencial sobre la pérdida de cubierta forestal en el Suelo de Conservación del Distrito Federal*. D.F.: CentroGeo.
- PAOT y UAM. (2009). *Diagnóstico de las zonas afectadas por la tala clandestina y la presión urbana dentro de las tres ANP y propuesta de recomendaciones para su manejo, conservación y aprovechamiento sustentable*. D.F.: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal.
- Parrot, J.-F., y Ramírez Núñez, C. (2020). Parámetros morfológicos de la cuenca del río Magdalena a partir de datos LiDAR y modelos digitales de elevación. *Terra Digitalis*, Vol 4 No 1. doi:10.22201/igg.25940694.2020.1.68
- Pedraza Gama, A. (2021). *Vulnerabilidad Socioecológica ante el Cambio Climático y Cambio de Uso de Suelo a Nivel Cuenca en la Periferia Urbana, Caso CDMX, 1999-2039*. Ciudad de México: Tesis de maestría en estudios urbanos.
- Percheron, N. (2010). *Problemas Agrarios del Ajusco. Siete comunidades agrarias de la periferia de México (Siglos XVI-XX)*. Centro de estudios mexicanos y centroamericanos. doi:10.4000/books.cemca.3605
- Percheron, N. (2010). *Problemas Agrarios del Ajusco. Siete comunidades agrarias de la periferia de México (Siglos XVI-XX)*. Centro de estudios mexicanos y centroamericanos. doi:10.4000/books.cemca.3605
- Perevochtchikova, M. (2016). *Estudio de los efectos del programa de pago por servicios ambientales. Experiencia en Ajusco México*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Perevochtchikova, M., y Sandoval Romero, E. (2020). Monitoreo comunitario participativo del agua en la periferia suroeste de la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, 103. doi:10.14350/rig.60063.
- Pérez-Campuzano, E., Ávila-Foucat, V., y Perevochtchikova, M. (2016). Environmental policies in the peri-urban area of Mexico City: The perceived effects of three environmental programs. *Cities*, 50, 129-136. doi:10.1016/j.cities.2015.08.013
- Perló Cohen, M., y Zamora Saenz, I. (2017). Perspectivas ambientales sobre la Contaminación y la recuperación del Río Magdalena en la Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(3), 377-391. doi:10.20937/RICA.2017.33.03.02

- PROFEPA. (05 de Julio de 2017). *gob.mx*. Recuperado el 08 de Octubre de 2018, de <https://www.gob.mx/profepa/prensa/desmantela-profepa-6-aserraderos-ilegales-mas-en-milpa-alta-y-asegura-39-m3-de-madera-en-4-operativo-forestal>
- PROFEPA. (20 de 05 de 2021). *Procuraduría Federal del Ambiente*. Obtenido de La PROFEPA realiza tercer operativo de inspección en aserraderos: <https://www.gob.mx/profepa/prensa/la-profepa-realiza-tercer-operativo-de-inspeccion-en-aserraderos?idiom=fr>
- Puga-Caballero, A., MacGregor-Fors, I., y Ortega-Álvarez, R. (2014). Birds at the urban fringe: avian community shifts in different peri-urban ecotones of a megacity. *Ecological Research*(29), 619–628. doi:10.1007/s11284-014-1145-2
- Quijas, S., y Balvanera, P. (2014). Biodiversidad y servicios ambientales. En M. Perevochtchikova, *Pago por Servicios Ambientales, un Acercamiento para su Estudio* (págs. 41-64). D.F.: COLMEX.
- RAN. (01 de 02 de 2022). *PHINA Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. Obtenido de Registro Agrario Nacional: <https://phina.ran.gob.mx/buscarNucleoAgrario.php>
- Revollo-Fernández, D. (2015). Does Money Fly? The Economic Value of Migratory Birdwatching in Xochimilco, Mexico. *Modern Economy*, 643-663. doi:10.4236/me.2015.66061.
- Rojo, I., Castro, B., y Perevochtchikova, M. (2018). Análisis de disfuncionalidad institucional de programas de política pública ambiental en la Ciudad de México, 2000-2012. *Gestión y política pública, XXVII*(1), 211-236.
- Ruiz-Angulo, Á., y López Espinoza, E. (2015). Estimación de la respuesta térmica de la cuenca lacustre del Valle de México en el siglo XVI: un experimento numérico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 215-225.
- Ruz Varas, N. (2018). Un Patrimonio Agrícola con Valor Universal. *Pensamientos y Reflexiones*, 2(14), 217-221. doi:10.22201/fpsi.20074778e.7.2.14.67194
- SAGARPA. (2017). Programa de Concurrencia de las Entidades Federativas. *Compendio de Indicadores 2017, Ciudad de México*.
- Sánchez Pérez, I. (2020). *Historia y legitimidad. San Nicolás Totolapan y sus Títulos Primordiales*. Ciudad de México: Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Sánchez, C., y Díaz Polanco, H. (2011). Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la Ciudad de México. *Cuicuilco*, 18(52), 191-224.
- SEDEMA. (2000). *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*. D.F.: SEDEMA-GDF.
- SEDEMA. (2007). *Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal*. GDF.
- SEDEMA. (2013). *Primer Informe 2013 Secretaría del Medio Ambiente*. Ciudad de México: Gobierno del Distrito Federal.

SEDEMA. (11 de 11 de 2022). *Gobierno de la Ciudad de México*. Obtenido de Portal de Datos Abiertos: https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/?groups=desarrollo-urbano-vivienda-y-territorio&organization=secretaria-de-medio-ambiente-y-res_format=SHP

SEDEMA y PAOT. (2012). *Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. Distrito Federal: Gobierno del Distrito Federal.

Vela Correa, G., López Blanco, J., y Rodríguez Gamiño, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*(77), 18-30.

Zambrano, L., y Rojas, R. (2021). *Xochimilco en el siglo XXI*. Ciudad de México: Turner MX.

Capítulo 4. Diagnóstico de los Incentivos Directos de Conservación

4.1 Primeras acciones de conservación SXX

4.1.1 Primera mitad del SXX

La política pública ambiental (PPA) que actualmente se implementa en el Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México y que tiene especial énfasis en la preservación de los servicios ecosistémicos (SE) producidos en la zona boscosa, tiene importantes antecedentes históricos, que se pueden rastrear desde inicios del siglo XX. Así, después de la revolución de 1910 la política forestal se acopló a las prioridades de los revolucionarios, creando un espacio en el que las comunidades de la zona lograron negociar el uso de los bosques y sus recursos asociados dentro de un esquema conservacionista (Vitz, 2012).

En particular, se destaca la influencia de Miguel Ángel de Quevedo, quien sostuvo y apoyó la idea de que los bosques contribuyen a la infiltración del agua, por lo que en 1901 creó la Junta Central de Bosques, a través de la cual se promovieron diversas acciones conservacionistas, como la reforestación y la formación de cooperativas forestales en núcleos agrarios de San Nicolás Totolapan, Magdalena Contreras, San Bartolo Ameyalco, San Mateo Tlaltenango, San Lorenzo Acopilco y San Salvador Cuauhtenco (Vitz, 2012). Posteriormente, Lázaro Cárdenas lo invitó a encabezar el Departamento Forestal, alrededor de 1935, donde dio la continuación a esta labor de conservación ambiental a escala nacional (Boyer, 2007).

Sin embargo, esta política aún combinaba la explotación forestal con la conservación, y sólo llegó a su fin con la implementación de una serie de restricciones reglamentarias en los años 1940s (Vitz, 2012). Primero se implementaron una serie de vedas parciales y con esto, en 1941 se puso una veda a la tala forestal en el Distrito Federal, y en 1944 Ávila Camacho prohibió la tala en todos los estados del centro de México (Vitz, 2012). El 20 de marzo de 1947, con el objetivo de detener la degradación de los bosques, el presidente Miguel Alemán Valdés decretó la veda forestal total indefinida para todos los bosques del Estado de México y el Distrito Federal (DOF, 1947) que sigue vigente.

A pesar de ello, en otro decreto del 19 de mayo de 1947, se estableció que las zonas de abastecimiento de madera para las fábricas de papel Loreto y Peña Pobre, S.A. se mantendrían en funcionamiento y continuarían rigiendo por el decreto del establecimiento de una Unidad Industrial de Explotación Forestal, UIEF (DOF, 1947). Sin embargo, la UIEF solo lograba proveer el 60% de las necesidades de madera de la papelera, lo que incitaba a la papelera a comprar madera a las comunidades, sin importar que fuera legal o ilegal (Lomas Barrié, 2009).

En el siglo XX también inicia la implementación de áreas naturales protegidas (ANP), con el objetivo de preservar los bienes y SE que el SC proveía a la Ciudad de México. Se declaran múltiples Parques Nacionales (Tabla 8), cuya creación correspondió a un proyecto de nación que pretendía acercar a la sociedad y la naturaleza, a través de la conservación y el uso controlado de los recursos naturales (Boyer y Wakild, 2012). Además de los parques nacionales, se ha declarado la Zona Protectora Forestal “Los Bosques de la Cañada de Contreras” en la cuenca del Río Magdalena (DOF, 1932). Cabe mencionar que estos Parques Nacionales y la Zonas Protectoras Forestales se constituyeron sobre territorio expropiado a los núcleos agrarios (Latargère, 2009).

4.1.2 Segunda mitad del siglo XX

Para la segunda mitad del siglo, la veda forestal de 1947 daba la sensación de protección sobre los recursos naturales en el Distrito Federal y esto originó un letargo en la política ambiental de la entidad (Sheinbaum-Pardo, 2011).

A finales de 1970 y principios de la década de 1980 el Gobierno del Distrito Federal retoma su quehacer en cuestión ambiental. En 1978 el Plan Director para el Desarrollo Urbano del Distrito Federal divide al territorio en espacios urbanizados, reservas territoriales y espacios dedicados a la conservación (Sheinbaum-Pardo, 2011). Con base en el Plan Director del Distrito Federal de 1980, el 20 de noviembre de 1982 se publica el reglamento de zonificación del Distrito Federal para limitar usos del suelo en áreas de desarrollo urbano y áreas de conservación ecológica (DOF, 1982). El 29 de noviembre de 1982 se publica la declaratoria para los usos y destinos para el área de conservación ecológica del Distrito Federal, donde se restringen las actividades posibles en las áreas de conservación y se delimita una poligonal (DOF, 1982). Ese mismo día se decreta la Unidad de Ordenación Forestal (UOF), que tuvo por propósito reemplazar la UIEF de Loreto y Peña Pobre como mecanismo administrativo, técnico y económico, por uno que promovía el cultivo y aprovechamiento de los bosques, incluía los terrenos forestales de propiedad particular, ejidal o comunal que no estuviesen incluidos en la categoría de parques nacionales (DOF, 1982). La figura legal de UOF estaba contemplada en la ley forestal de 1960, pero no hubo registro del tipo de actividades que se llevaron a cabo (Islas Gutierrez et al., 1988; PAOT, 2003).

Tras una serie de protestas por parte de ambientalistas, en 1985 por orden del Gobierno Federal la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología cierra definitivamente la fábrica de Papel Loreto y Peña Pobre (SEDUE, 1986). Más que por motivos ecológicos, el cierre tuvo como trasfondo que la empresa dejó de ser rentable y se buscaba utilizar el terreno para la construcción de centros comerciales y oficinas (Monge, 1986).

En julio de 1987 se determina una nueva línea limítrofe entre el área de desarrollo urbano y de conservación ecológica, en congruencia con otros planes y programas, como el Programa Director del Desarrollo Urbano, el Plan de Desarrollo de la Zona Metropolitana y Región Centro, y el Plan Nacional de Desarrollo de 1983-1988 (DOF, 1987). Así, el 5 de octubre de 1992 se publica la declaratoria del área de preservación ecológica ratificando la línea limítrofe de 1987 (Sheinbaum-Pardo, 2011). Finalmente, en 1996 en el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal se cambia el término “área de preservación ecológica” a “Suelo de Conservación” (DOF, 1996; Sheinbaum-Pardo, 2011).

En 2000 se publica el Programa General de Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, en el cual se ratifica el polígono del SC y este se convierte en el instrumento rector de cualquier programa, proyecto o actividad que se pretenda desarrollar en este territorio (SEDEMA, 2000). En las subsecuentes versiones del documento los terrenos del SC fueron refrendados como tal (Sánchez y Díaz Polanco, 2011). Según la Ley de Desarrollo Urbano de la Ciudad de México, el SC refiere a la zona que por sus características ecológicas provee “servicios ambientales”, necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad (GODF, 2010). Según esta misma fuente, los servicios ambientales son derivados de los ecosistemas o sus elementos, cuyos valores o

beneficios son económicos, ecológicos o socioculturales, que propician una mejor calidad de vida de los habitantes presentes y futuras (GODF, 2010).

A la par del proceso de la creación del SC entre 1980 y 2010, en la Ciudad de México se crean nuevas categorías de ANP, las cuales se sobreponen sobre el territorio declarado del SC (Tabla 8). A diferencia de las ANP creadas en la primera mitad del siglo XX, el nuevo grupo no se establece a través de expropiaciones, dado que la tenencia de la tierra permanece en manos de sus propietarios, sino son resultado de acuerdos entre diferentes tipos de actores.

4.2 Instrumentos actuales de política pública ambiental

4.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Así en la actualidad, las ANP aplicadas en el SC se clasifican en diez categorías, cuya administración es llevada a cabo por el gobierno federal o por el gobierno local (Tabla 8).

- Parque Nacional (PN) son zonas naturales o seminaturales con escasa o nula población humana integrada por interrelaciones entre diversas comunidades de flora y fauna autóctona (LGEEPA, 2022).
- Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) son espacios donde se mezclan zonas urbanas con ecosistemas en buen estado de conservación y están destinadas a preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y al bienestar general (LAPTDF, 2022).
- Zona de Conservación Ecológica (ZCE) son aquellas áreas que contienen muestras representativas de uno o más ecosistemas en buen estado de preservación y que están destinadas a proteger los elementos naturales y procesos ecológicos que favorecen el equilibrio y bienestar social (LAPTDF, 2022).
- Zona Ecológica y Cultural (ZEC) son áreas con importantes valores ambientales y ecológicos, donde también se presentan elementos físicos, históricos o arqueológicos o se realizan usos y costumbres de importancia cultural (LAPTDF, 2022).
- Zona Protectora Forestal (ZPF) refiere a áreas que restringen, condicionan o prohíben algunas actividades de manejo o uso de los recursos forestales, esta es una clasificación vigente, pero, sin reconocimiento por SEDEMA o CONANP (Fernández, 1997).
- Reserva de Repoblación Forestal (RRF) son reservas forestales constituidas a través de la expropiación, donde el Ejecutivo coordina trabajos de repoblación, fijación del terreno, corrección de torrentes, formación de dunas artificiales, establecimiento de viveros, etc. Esta figura estuvo contemplada dentro de la ley forestal de 1926; sin embargo, nunca ha sido recategorizada y como tal se ha mantenido vigente (Camara de Senadores, 2007; DOF, 1926).
- Reserva Ecológica Comunitaria (REC) refiere a espacios propuestos por los pueblos o núcleos agrarios para el desarrollo de actividades de preservación, protección y restauración de la biodiversidad (GOCDMX, 2021). Esta categoría fue creada en 2002 y se establece por decreto en la Gaceta Oficial, su administración es conjunta y el polígono no puede ser modificado (GOCDMX, 2021; GODF, 2010).

- Área Comunitaria de Conservación Ecológica (ACCE) son espacios que se establecen a través de un acuerdo entre gobierno y núcleo agrario para preservar, proteger y restaurar la biodiversidad y servicios ecosistémicos, que es formalizado mediante la firma de un convenio y declaratoria constitutiva (GOCDMX, 2021). Esta categoría fue creada en 2006 y en ella existe la posibilidad de modificar el polígono periódicamente (GOCDMX, 2021; GODF, 2010).
- Zona Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad (ZPNCH), esta categoría busca consolidar, ampliar y eficientar las políticas, programas y acciones del gobierno de la Ciudad en materia de investigación, difusión, protección ecológica, conservación, mantenimiento, restauración y desarrollo sustentable, así como la realización y promoción de actividades sociales, culturales, artísticas y académicas tendientes a la preservación (GODF, 2012).
- Áreas de Valor Ambiental, son áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas, las cuales les permiten contribuir a mantener la calidad ambiental de la Ciudad (LAPTF, 2022).

Es importante mencionar las categorías de ANP, porque, además, de ser instrumentos de conservación que se aplican al SC, en el caso de la entrega de instrumentos económicos constituyen los polígonos de trabajo para las personas beneficiarias seleccionadas. Aunque la mayoría de los trabajos de conservación se llevan a cabo en tierra de propiedad colectiva, a nivel local son frecuentes los trabajos de brigadas en las ANP, como el Desierto de los Leones, La Sierra de Guadalupe, La Loma, Ecoguardas El Bosque de Tlalpan, ACCE Milpa Alta, la REC Comunidad San Miguel Topilejo, la REC San Andrés Totoltepec, la REC San Nicolás Totolapan, la REC Miguel y Santo Tomas Ajusco, el ACCE Santiago Tepalcatlalpan y la REC San Bernabé Ocotepc (Moreno Unda y Perevochtchikova, 2021).

Tabla 8. Áreas naturales protegidas dentro del SC, sus diferentes categorías y tipo de administración.

Alcaldía	No.	Nombre	Tipo	Administración	Decreto	Extensión actual en hectáreas	Referencia
Álvaro Obregón	1	Desierto de los Leones	PN	Federal	27 noviembre 1917	1,529 ha	(SEMARNAP y RDS, 2000)
	2	La Loma	ZCE	Local	20 de abril de 2010	77 ha	(GODF, 2012)
Cuajimalpa de Morelos	3	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	PN	Federal	18 de septiembre de 1936	1,836 ha (en CDMX)	(SEMARNAP y RDS, 2000)
Gustavo A. Madero	4	Sierra de Guadalupe	ZSCE	Local	20 de agosto de 2002	633 ha	(GOCDMX, 2016)
	5	El Tepeyac	PN	Federal	18 de febrero de 1937	1,500 ha	(DOF, 1937)
Iztapalapa	6	Cerro de la Estrella	PN	Federal	24 agosto 1938	1,100 ha	(SEMARNAP y RDS, 2000)
	7	Cerro de la Estrella	ZEC	Local	2 de noviembre de 2005	121 ha	(GODF, 2007)
La Magdalena Contreras	8	Bosques de la Cañada de Contreras	ZPF	Federal	27 de junio de 1932	3,100 ha	(DOF, 1932)
	9	Río La Magdalena	ZPF	Federal	19 de mayo de 1947	Faja de 12 km desde su nacimiento agua abajo y anchura de 500 m	(DOF, 1947)
	10	Lomas de Padierna	PN	Federal	22 de abril de 1938	1,161 ha	(DOF, 1938)
	11	Comunidad San Bernabé Ocoatepec	REC	Local	21 de junio de 2010	240 ha	(GODF, 2010b)
Milpa Alta	12	Comunidad Milpa Alta y Pueblos Anexos	ACCE	Local	21 de junio de 2010	5,000 ha	(GODF, 2010b)

Tláhuac	13	Sierra de Santa Catarina	ZSCE	Local	21 de agosto de 2003	528 ha	(DOF, 1994)
	14	Sierra de Santa Catarina	ZCE	Local	21 de agosto de 2003	220 ha	(GODF, 2005)
Tlalpan	15	Cumbres del Ajusco	PN	Federal	23 de septiembre de 1936	930 ha	(SEMARNAP y RDS, 2000)
	16	Cumbres del Ajusco	RRF	Federal	15 de abril de 1938	PN y colindancias	(SEMARNAP y RDS, 2000)
	17	Parque Ecológico de la Ciudad de México	ZSCE	Local	28 de junio de 1989	727 ha	(DOF, 1989)
	18	Ecoguardas	ZCE	Local	29 de noviembre de 2006	132 ha	(GODF, 2006)
	19	Bosque de Tlalpan	ZEC	Local	17 de junio de 2011	252 ha	(GODF, 2011)
	20	Comunidad San Miguel Topilejo	REC	Local	26 de junio de 2007	6,000 ha	(GODF, 2007a)
	21	Ejido de San Andrés Totoltepec	REC	Local	Decreto en proceso, reconocido desde 2015 en Acta de Asamblea	127 ha	(SEDEMA, 2017a)
	22	Ejido San Nicolas Totoloapan	REC	Local	29 de noviembre de 2006	1,984 ha	(GODF, 2006a),
	23	Comunidad San Miguel y Santo Tomás Ajusco	REC	Local	16 de noviembre de 2010	1,175 ha	(GODF, 2010c)
	Xochimilco	24	Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	ZSCE	Local	7 de mayo de 1992	132 ha
		Comunidad Santiago Tepacaltlalpan	ACCE	Local	Decreto en proceso, reconocido desde 2013 en Acta de Asamblea	150 ha	(SEDEMA, 2017b)
25		Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta	ZPNCH	Local	11 de diciembre 2012	7,534 ha	(GODF, 2012)

Fuente: elaboración propia en base a los decretos publicados columna de referencias).Nota: no se incluyen las AVA

4.2.2 Unidades de Manejo para Conservación de la Vida Silvestre (UMA)

Además de las vedas y las ANP, otro instrumento de conservación que se implementa en el SC son las Unidades de Manejo para Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Las cuales atraen visitantes al SC, lo que a su vez genera ingresos económicos en los pobladores (Avila-Foucat, 2012). En la Ciudad de México se tienen registradas 72 UMA, aquellas situadas en el SC se relacionan con la cría de venados como, por ejemplo, el “Grupo Cervicola de San Nicolás Totolapan”, la reproducción del ajolote mexicano como “Estación Biológica Para el Estudio Integral y Aprovechamiento Sustentable del Axolotl”, el cultivo de plantas autóctonas medicinales como “El Oyameyo” y el cultivo de árboles de navidad como la “Sociedad Campesina Productora de Árbol Navideño, El Encino”. Sin embargo, la realidad es que no se tiene una claridad de cuántas de ellas se sitúan en el SC y parece que no les han sido entregados incentivos económicos bajo esta modalidad (Rojo et al., 2018; SEMARNAT, 2022).

4.2.3 Incentivos directos de conservación (IDC)

Como se mencionó previamente, en 1996 se concibe el SC y en 2000 se refrenda (DOF, 1996; SEDEMA, 2000). Así, con el inicio del siglo XXI comienza una nueva etapa de política pública ambiental que se centra en instrumentos económicos (Moreno Unda y Perevochtchikova, 2021; Pérez Campuzano, 2011). Estos instrumentos provienen tanto del ámbito federal, como del local y tienen por objetivo preservar los bienes y servicios ecosistémicos y propiciar el desarrollo sustentable en el SC mediante compensaciones económicas que se hacen por realizar trabajos de conservación ambiental (Perevochtchikova, 2016). De tal manera, buscan resguardar los SE que se mencionaron en el capítulo anterior, como refugio de biodiversidad, sitio de pedogénesis, producción de alimentos y plantas de ornato, obtención de materiales de construcción, espacios de recreación, oferta gastronómica, belleza escénica, abastecimiento de agua dulce, regulación de la temperatura, captura de carbono, remoción de contaminantes, control de la erosión y mantener la principal zona de recarga del acuífero de la CDMX. Sin embargo, el análisis de los instrumentos económicos que se implementan en el SC se ha centrado fundamentalmente en aquellos del ámbito federal que tienen por objetivo preservar los SE hidrológicos y (Perevochtchikova y Rojo Negrete, 2014; Perevochtchikova y Torruco Colorado, 2014). Pero no se cuenta con estudios de otros esquemas de financiamiento y sus efectos; ni siquiera se cuenta con un diagnóstico claro de cuanto se invierte desde diferentes niveles gubernamentales en la conservación ambiental en el SC.

Por lo que, en este apartado se propone abordar el tema y contabilizar las inversiones de todos los instrumentos económicos de política pública ambiental que se han implementado en el SC de 2000-2018, el periodo correspondiente a tres sexenios políticos.

Para esto, primero se hace un repaso del origen de este tipo de instrumentos a nivel internacional; posteriormente, se mencionan experiencias de implementación en Latinoamérica y México y, finalmente, se desglosan los instrumentos implementados en el SC con la identificación de los principales proveedores y beneficiarios de estos programas.

4.2.3.1 Origen de los IDC

A nivel internacional, los esfuerzos para la conservación ambiental se han centrado en el desarrollo y la aplicación de diversos instrumentos de política pública (Ravetz, 2011; Woltjer, 2014). Uno de los mecanismos más promovidos, desde la lógica de mercado, y que ha tenido una amplia aceptación son los llamados incentivos directos para la conservación (IDC). La lógica de los IDC es simple, se invierte en actividades directas de conservación y como alternativa se propone dar este dinero en especie o en efectivo a receptores a cambio de que realicen las actividades demandadas por un donante (Ferraro y Kiss, 2002). Ejemplos de ello son las donaciones de gobiernos o entidades privadas hacia organizaciones, colectivos o individuos para desarrollar proyectos o actividades de conservación ambiental o de desarrollo sostenible; las recompensas por la preservación de especies en peligro; o los créditos para el establecimiento de actividades productivas, como ecoturismo o producción orgánica de alimentos (Moreno-Sánchez, 2012). Un grupo importante de los IDC comprende el esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), que consiste en compensaciones económicas por la realización de actividades de conservación de los SE, con el compromiso de no cambiar el uso del suelo (Grima et al., 2016; Richards y Thompson, 2019; Ring y Barton, 2015).

4.2.3.2 IDC en América Latina

En relación con los IDC, gran parte de la investigación internacional y en América Latina se ha enfocado en los programas de PSA (Le-Velly, 2015; Schomers y Matzdorf, 2013), y el enfoque se ha dado en torno a su efectividad (Calvet-Mir et al., 2015; Börner et al., 2017). De estas iniciativas crecientes (Ezzine de Blas et al., 2017), se considera que en más de la mitad de los casos en América Latina se han logrado las metas de condicionalidad, cumplimiento y de conservación ambiental (Grima et al., 2016). Sin embargo, poco se ha hablado sobre las consecuencias socioambientales, especialmente en contextos de alto costo de oportunidad, como los territorios periurbanos (Ferraro, 2011; Neitzel et al., 2014; Pérez-Campuzano et al., 2016; Rodríguez-Robayo et al., 2019; Saavedra y Perevochtchikova, 2017); o sobre escenarios de superposición de múltiples IDC en el mismo territorio (Barton et al., 2013; Ezzine-de-Blas, et al 2016). En México el estudio de los IDC se ha enfocado en los esquemas federales de PSA dejando de lado programas locales, entre múltiples programas de conservación existentes (Perevochtchikova, 2016; Shapiro-Garza, 2013; Uscanga y Perevochtchikova, 2020; Zuñiga y Deschamps, 2013).

Es importante notar que, para análisis de la efectividad de los IDC, se requiere tener un entendimiento claro sobre el gasto público invertido (Ezzine de Blas et al., 2017); con el propósito de confrontarlo posteriormente con los efectos socioambientales producidos por los instrumentos aplicados (Calvet-Mir et al., 2015) y el costo de oportunidad (Rodríguez-Robayo et al 2019), y así, poder proponer a futuro ajustes al diseño de los programas (Deschamps-Ramírez y Madrid-Zubiran, 2018; Rojo et al., 2018).

En este sentido, dentro de la literatura existente, las inversiones públicas en conservación ambiental se han analizado de las siguientes formas: i) mediante mapeo de los mecanismos financieros implementados en una región, marcando su origen y destino (Castro y Lazo, 2014; Zuñiga y Deschamps, 2013); ii) a través de análisis de desarrollo institucional para medir la disfuncionalidad de los programas (Barton et al., 2017; Rojo Negrete et al., 2018); iii) utilizando el análisis espacial de la distribución de los IDC en relación al cambio de uso de suelo y el paisaje (Madrid-Ramírez,

2011; Sverdrup-Thygeson et al., 2014), iv) mediante el análisis de rentabilidad respecto al costo de oportunidad y efectividad de conservación (Deschamps-Ramírez y Madrid-Zubirán, 2018).

Sin embargo, cuando se desconocen las inversiones totales de los múltiples IDC, desarrollar un diagnóstico y divisar los actores involucrados sería el primer paso hacia un análisis de efectividad (Ezzine de Blas et al., 2017; Le Velly, 2015). Para ello es necesario construir series de datos temporales con la información sobre los IDC (Barton et al., 2009); esto puede comprender los datos sobre la institución de apoyo, tipo de programas, años, montos invertidos, beneficiarios, etc. (Perevochtchikova, 2016). Este primer paso es de suma importancia para el estudio de programas de conservación por la complejidad que representa el contexto periurbano y la sobreposición de los IDC (ESPA, 2017; Richards y Thompson, 2019).

4.2.3.3 IDC en México

En México existen diversas iniciativas de IDC desde varios ámbitos gubernamentales. A nivel supranacional está la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD), que obtiene parte de sus fondos del mercado internacional de bonos de carbono (CONAFOR, 2017). A nivel federal, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) implementa un esquema de transferencias de subsidios para la conservación pasiva, definidos como apoyos; entre los cuales se encuentra el rubro de Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual posee un posicionamiento teórico propio distinto a los PSA de otros países (Deschamps-Ramírez y Madrid-Zubirán, 2018; Madrid-Ramírez, 2011; Rodríguez-Robayo y Ávila-Foucat, 2013). Tan solo en el periodo 2003-2018 CONAFOR habría invertido un aproximado de 49,816 millones de pesos en el país (Figura 26).

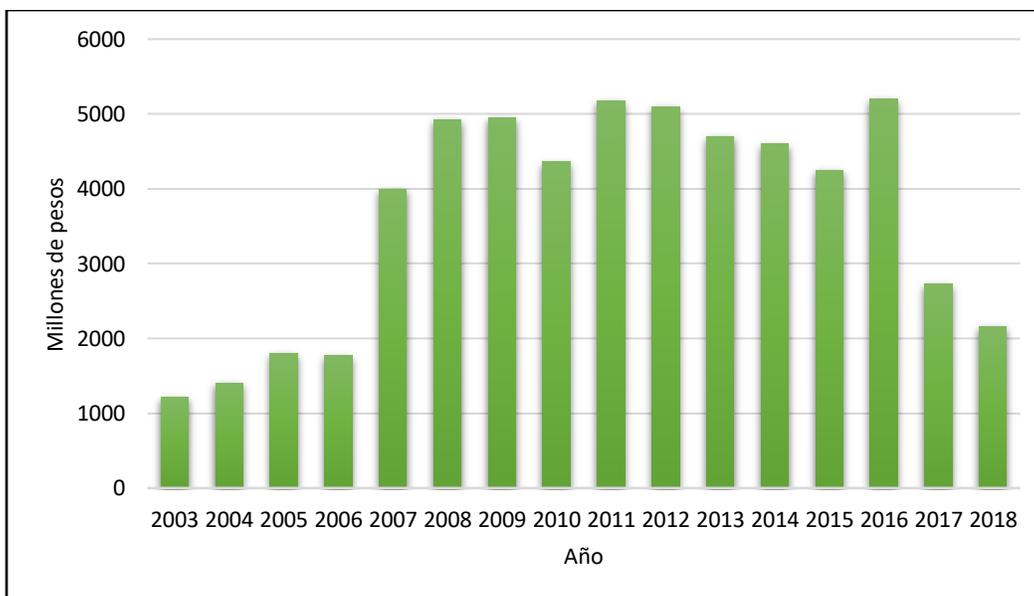


Figura 26.-IDC otorgados por la CONAFOR en todo México en el periodo de 2003-2018. Fuente: Elaboración propia con base en Zuñiga y Deschamps (2013) y Deschamps-Ramírez y Madrid-Zubirán (2018)

De igual manera, la Comisión Nacional de Áreas Protegidas Naturales (CONANP) desde 2018 también implementa algunos IDC (CONANP, 2018). A la par, los estados de la república instrumentan

IDCs propios a través de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SedemaVer), Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco (Semadet); y en algunos casos se implementan IDC a nivel municipal o de alcaldía (Pérez-Campuzano, 2011; Perevochtchikova y Torruco, 2014; SedemaVer, 2018; Semadet, 2018).

Por otro lado, entre los beneficiarios (que obtienen ingresos por participar en los programas) no solo se encuentran miembros de los núcleos agrarios, sino también otros habitantes o vecindados de la zona, así como, organizaciones de la sociedad civil, pequeños propietarios privados y empresas.

4.3.IDC en el Suelo de conservación

4.3.1 Apoyos Federales de CONAFOR

En México la PPA es centralizada y es responsabilidad del Gobierno Federal (González, 2012). Entre las instituciones que han implementado los IDC en el SC está la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que es un organismo público descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La CONAFOR fue creada en 2000 con el objetivo de concentrar las atribuciones en tareas forestales, para la protección, conservación y restauración de las áreas forestales, así como, para el desarrollo forestal sustentable y ejecución de diversos programas, bajo diferentes componentes, conceptos y modalidades de apoyo (González, 2012).

A principios de los 2000, los apoyos de la CONAFOR estaban dispersos en distintos programas (Tabla 9). El Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en México (PROCYMAF), buscó desarrollar las capacidades de las comunidades indígenas y núcleos agrarios en cuestiones forestales a través de la formación técnica de individuos y la creación de redes entre las comunidades. Inició en 1997 como un proyecto piloto en conjunto con el Banco Mundial y a partir de 2004 continuó en su segunda etapa como el PROCYMAF II. El Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), tuvo la misión de reforestar mediante técnicas y especies apropiadas a cada región, asegurando al mismo tiempo la participación de la sociedad. El Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF), sustituyó al PRONARE en 2004 y al igual que este buscó la reforestación y la restauración de los ecosistemas forestales con especies nativas. El Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR), entregó apoyos a proyectos productivos y tuvo como población objetivo a los núcleos agrarios y pequeñas propiedades, propietarios o poseedores de recursos forestales. El Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), asignó recursos a proyectos de plantaciones forestales comerciales que consideraron técnica, económica y financieramente viables.

En un esfuerzo de centralización, en 2007 se crea el programa ProÁrbol con la intención de integrar la mayoría de los programas en un esquema de reglas de operación únicas (RO), para simplificar la administración y asignación de recursos públicos. En 2013, con el cambio de administración federal, el ProÁrbol se transformó en el PRONAFOR. Como consecuencia de las fusiones y cambios de administración, los componentes, conceptos y modalidades de apoyo han cambiado constantemente de lugar; sin embargo, los ejes principales se han mantenido estables (Tabla 9).

A nivel federal es la CONAFOR la principal institución responsable de la aplicación de apoyos económicos en el SC. Este desarrolla actualmente el Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable (PRONAFOR), los Mecanismos Específicos para Prevención Control y Combate de Contingencias Ambientales Causadas por Plagas e Incendios Forestales (MEPCCCACPIF), con Reglas de Operación (RO) independientes del PRONAFOR y otros programas especiales. Los componentes del PRONAFOR especifican diferentes rubros de apoyo y cada uno tiene sus propios objetivos y población beneficiaria. Estos incluyen: I Estudios Técnicos Forestales (ETF); II Gobernanza y Desarrollo de Capacidades (DC); III Restauración Forestal y Reconversión Productiva (RF); IV Componente Silvicultura, Abasto, Transformación y Comercialización (SAT); V Servicios Ambientales (SA); y VI Plantaciones Forestales Comerciales (PFC).

Tabla 9.-Programas de la CONAFOR organizados por componente de 2000 a 2018.

Componente	2000-2006	2007-2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
I	PROCYMAF I y II C Diversificación e inversión	A2 Programas de manejo	A1 Desarrollo Forestal		A1 Desarrollo Forestal	EP Estudios y Proyectos				(ETF) Estudios Técnicos Forestales	
II	B Fortalecimiento de las capacidades técnicas	A3 Ordenamiento y organización forestal	DFC Apoyos a Proyectos para el Desarrollo Forestal Comunitario			DC Desarrollo de Capacidades	DC Gobernanza y Desarrollo de Capacidades				
	A Fortalecimiento del capital social	A1 Estudio regional forestal	PROFOS Programa de Fomento a la Organización Social, Planeación y Desarrollo Regional Forestal								
III	PRONARE Reforestación y restauración	C1 Reforestación C2 Restauración de suelos	B1 Conservación y Restauración	B1 Conservación y Restauración	B1. Conservación y Restauración PE. Programa de restauración forestal en cuencas	RF Restauración Forestal y Reconversión Productiva					
	PROCOREF Reforestación y restauración			PE Microcuencas en zonas prioritarias							
IV	PRODEFOR	B1 Cultivo forestal B2 Diversificación del uso de terrenos forestales	A2 Silvicultura		A2 Silvicultura	PP Producción y Productividad	SAT Silvicultura, Abasto y Transformación	SAT Silvicultura, Abasto, Transformación y Comercialización			
	I Producción Forestal II Productividad III Diversificación de Actividades Productivas										
	IV Desarrollo de Cadenas Productivas Forestales	CTAT Capacitación, Transferencia y Adopción de Tecnología									
V	No aplica	C5 Servicios ambientales	B2 Servicios Ambientales		B2 Servicios Ambientales:	SA Servicios Ambientales					
VI	PRODEPLAN I Plantaciones forestales comerciales	B3 Plantaciones forestales comerciales	A3 Conservación y Restauración		A4 Plantaciones Forestales Comerciales	Apoyos a Proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales	PFC Plantaciones Forestales Comerciales				
NA	Programa Nacional de Protección Contra Incendios Forestales	C3 Prevención y combate a incendios C4 Sanidad Forestal	Prevención y combate a incendios Saneamiento Forestal		Prevención y Combate de Incendios Forestales Programa de sanidad			MEPCCCACPIF Mecanismos específicos para la prevención, control y combate de contingencias ambientales causadas por plagas y enfermedades forestales e incendios forestales			

Nota: en color azul programas previos a ProÁrbol, en morado los componentes contemplados en ProÁrbol, en verde los componentes en PRONAFOR, en rosa componentes en PROFOS, en naranja programas fuera de los componentes. Fuente: Elaboración propia con base en las reglas de operación de los programas (www.gob.mx/conafor).

4.3.2 Apoyos locales CDMX de SEDEMA

En el ámbito local desde el año 2000 se comenzó el desarrollo de programas de apoyo económico para conservación y protección de los ecosistemas en el SC y en el año 2000 comenzó su implementación. Los programas se encuentran a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y son implementados a través de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales (CORENA) (SEDEMA, 2019). Los recursos proceden del Fondo Ambiental Público (FAP) creado por la Ley Ambiental del Distrito Federal y contemplado en los artículos 69, 70 y 71 (GODF, 2015), como un fideicomiso donde la Secretaría de Finanzas funge como fideicomitente y Scotiabank Inverlat, S.A. como fiduciaria. El Consejo Técnico del FAP es el órgano encargado de administrar y destinar los recursos, sesionando por lo menos cuatro veces al año de manera ordinaria (GODF, 2002). Entre los objetivos de apoyos del FAP se encuentran acciones, programas y servicios relacionados con la conservación, retribución, vigilancia, educación e investigación ambiental.

En el periodo 2000-2007 se implementaron el Programa de Fondo Comunitario para el Desarrollo Rural Equitativo y Sustentable (FOCOMDES) y el Programa Integral de Empleo Productivo y Sustentable (PIEPS). FOCOMDES y PIEPS nacieron en sustitución de los programas de Fondo para el Desarrollo Económico y el Programa de Empleo Rural, cuyo enfoque era la creación de empleo y el manejo adecuado de los recursos naturales (Morales, 2009). FOCOMDES y PIEPS se sustentaron en las ideas de desarrollo sustentable, inclusión, conservación de servicios ecosistémicos, fortalecimiento de la economía rural y la conservación de la biodiversidad (SEDEMA, 2002; GODF, 2007b). Aunque ambos se basaron en apoyos económicos por convocatoria anual, el FOCOMDES estuvo más enfocado en la inversión para el desarrollo de proyectos productivos, actividades agrícolas y empresas ecoturísticas, mientras que el PIEPS en efectuar medidas de conservación a través del empleo temporal. Los beneficiarios fueron habitantes de las comunidades y ejidos del SC, organizados en grupos de trabajo (GT). Los GT debían proponer un programa de actividades y un monto para su desarrollo; el pago se realizaba mediante tarjetas bancarias individuales y la participación en estos no limitaba la incorporación a otros instrumentos de financiamiento. La principal crítica que recibieron estos programas indicó la falta de un instrumento de evaluación que permitiese medir sus impactos, así como los alcances del cumplimiento de objetivos y metas en relación con lo invertido (Morales, 2009).

El Programa de Fondo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE) se implementó de 2008-2018. Surgió en sustitución de FOCOMDES y PIEPS con el objetivo de reorientar los apoyos hacia el manejo de ecosistemas por microcuencas (GODF, 2008; Sánchez y Díaz-Polanco, 2011). Su convocatoria y contratos eran anuales e impulsó acciones de conservación y restauración de servicios ecosistémicos, reconversión productiva, así como, actividades de monitoreo y protección ambiental. Plasmó dos modalidades, el Fondo para la Conservación y Restauración de Ecosistemas (FOCORE), orientado al financiamiento de proyectos, y el Apoyo para la Participación Social en Acciones para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas (APASO), destinado a la mano de obra (GODF, 2008). Para participar, los beneficiarios debían presentar un plan de trabajo y presupuesto requerido. En los GT podían participar comuneros, ejidatarios y otros habitantes (Gómez Bonilla, 2017). La adhesión a PROFACE sí restringió la participación en otros programas en los que hubiera duplicidad de actividades (GODF,

2018). El apoyo se entregaba de manera individual por depósitos mensuales y se calcula que en 2018 más de 5 mil personas recibieron estos apoyos (GODF, 2018).

A la implementación del PROFACE también se le criticó la carencia de un instrumento de evaluación y, por lo tanto, la imposibilidad de medir su efecto y efectividad sobre el estado de los servicios ecosistémicos (Jiménez Rosano, 2015; González Ibarra, 2014). Por otro lado, la escasa transparencia en la asignación de recursos a los GT generó la percepción de corrupción entre los beneficiarios (Almeida-Leñero et al., 2014); otras críticas se relacionaron con la obstaculización de la participación de las mujeres en las brigadas (Gómez Bonilla, 2017).

El Programa de Reforestación del Suelo de Conservación (Peso por Árbol) se llevó a cabo en 1998-2003. Fue un programa que consistió en pagar un peso a los propietarios de los predios reforestados, por cada árbol sobreviviente a un año de la reforestación. Fue financiado por el Fondo de Cooperación Económica Exterior¹³ del gobierno japonés y el fideicomiso ambiental¹⁴. Se considera como programa relevante, porque fue el resultado de un proceso de concertación social y es el antecedente a los programas de retribución por servicios ecosistémicos en el SC.

El Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales (PRCSA) en REC y ACCE se realizó en el periodo 2005-2018. Fue un instrumento económico¹⁵¹⁶ que buscó cumplir con lo establecido en la Ley de Retribución del Distrito Federal (GODF, 2006b). Su ámbito de aplicación se limitó a las categorías REC y ACCE, tipos de ANP mencionados en la Tabla 8. Su propósito fue la retribución a los núcleos agrarios por la protección, restauración y conservación de los ecosistemas para, así, garantizar la permanencia de los servicios ecosistémicos (GODF, 2010a). Los beneficiarios fueron núcleos agrarios poseedores de un de mínimo de 100 ha, libres de asentamientos humanos y con recursos naturales (GODF, 2010a). Se financiaron brigadas comunitarias y hubo apoyo técnico para el desarrollo de un programa de manejo mediante un estímulo anual. La entrega de apoyos era anual y se sustentó en la firma de convenios. No publicaba las RO y tampoco restringía la incorporación a otros programas de conservación.

Proyecto especial de Pago por Servicios Ambientales de la Zona de Conservación (PSAZC) se aplicó en 2017-2018. Se planteó como un proyecto con el fin de retribuir algunas áreas fuera de las categorías de REC o ACCE (SEDEMA, 2018) y se implementó a través de la DGCORENA y el Consejo Técnico del FAP (CTFAP-DF, 2017). Con ello se pretendía cumplir las metas del “Programa Sectorial Ambiental y de Sustentabilidad 2013-2018” que promovió la creación de mecanismos alternos al PRCSA para incrementar la superficie protegida en zonas de alto valor ambiental de 13,500 ha a 30,000 ha antes de la finalización del sexenio 2012-2018 (GODF, 2014). Al igual que PRCSA, los beneficiarios de este proyecto resultaron ser núcleos agrarios, y los apoyos se destinaron al

¹³ OECF Institución de ayuda exterior del gobierno japonés.

¹⁴ Fue un mecanismo de financiamiento destinado a la prevención y control de la contaminación ambiental en la Zona Metropolitana del Valle de México. Su fue constituido por la aportación de un millón de pesos del Gobierno Federal y por el sobreprecio de las gasolinas en la Zona Metropolitana del Valle de México.

¹⁵ PRCSA inició como dos programas separados, el Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reserva Ecológicas Comunitarias de 2005 y el Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Áreas Comunitarias de Conservación Ecológica de 2006. Las reglas de operación, así como los montos ofrecidos por brigada, asistencia técnica y hectáreas conservadas eran exactamente los mismos en ambos programas y por lo tanto se tomó la decisión de fusionarlos en 2010.

¹⁶ Tiene fundamento la Ley de Retribución por la Protección de los Servicios Ambientales del Suelo de Conservación (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006b).

acompañamiento técnico y la conformación de brigadas de conservación y vigilancia. No se expidieron las reglas de operación.

El Proyecto Piloto de Conservación de Servicios Hidrológicos en la Comunidad de San Miguel Topilejo (PPT) dio inicio en 2018 con una duración de cinco años, y tuvo el objetivo de conservar la producción de servicios ecosistémicos en la zona. En particular, el proyecto buscó proteger zonas de recarga y restaurar suelos degradados en 807 ha de la comunidad a través de prácticas innovadoras (Agua Capital, 2019). Fue financiado en combinación de fondos por aportaciones de la SEDEMA y el Fondo de Agua¹⁷ denominado Agua Capital, constituido por empresas privadas, como Mexichem, Citibanamex, Coca Cola, FEMSA, Grupo Modelo y HSBC y reconocido por la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua (Agua Capital, 2019).

Bonos de Carbono Forestal, es un proyecto que está vigente en la actualidad y fue impulsado por la SEDEMA, en este el ejido de San Nicolás Totolapan adquirió el compromiso de la preservación y cuidado de 1,985 ha de bosque en su territorio¹⁸ por los próximos 30 años (IKI-México, 2019). El proyecto fue registrado en la plataforma de la organización Reserva de Acción Climática¹⁹ y verificado por la Asociación de Normalización y Certificación para dar certidumbre a los compradores (SEDEMA, 2019). Así, en 2018, 3,909 bonos de carbono fueron colocados en la Bolsa Mexicana de Valores alcanzando un precio de 12 dólares cada uno, los cuales fueron adquiridos por las empresas Herdez y Unilever (Bolaños Sánchez, 2018). Los ingresos obtenidos se captaron primero al Fondo Ambiental de Cambio Climático (FACC) y después fueron canalizados en su totalidad hacia el ejido para realizar acciones de conservación y mantenimiento del bosque (SEDEMA, 2018).

La línea de tiempo de los IDC implementados desde los ámbitos federal y local de la CDMX por CONAFOR y SEDEMA, en el periodo 2000-2018 en el SC, se presentan en la Figura 27. Un recuento de los IDC entregados por año se localiza en el Anexo I, tablas 1 y 2.

¹⁷ Los Fondos de Agua son mecanismos financieros, de gobernanza y de gestión que integran a los actores relevantes de una cuenca para promover la seguridad hídrica de una zona metropolitana a través de acciones de conservación (nature-based solutions o infraestructura verde). Canalizan inversiones de largo plazo para proyectos de conservación que maximizan la filtración, reducen sedimentos y otros contaminantes para ayudar a mejorar la calidad y regular los flujos de agua que abastecen a las ciudades. Los Fondos de Agua fortalecen la gobernanza de las cuencas al reunir a los actores relevantes – usuarios, empresas administradoras de agua, corporaciones, autoridades y sociedad civil – y aportar un sólido conocimiento científico para facilitar el proceso de toma de decisiones.

¹⁸ Parecen ser las mismas correspondientes a la superficie de su REC

¹⁹ Climate Action Reserve organización aprobada para emitir bonos de carbono para uso directo en el Mercado Fuente especificada no válida.

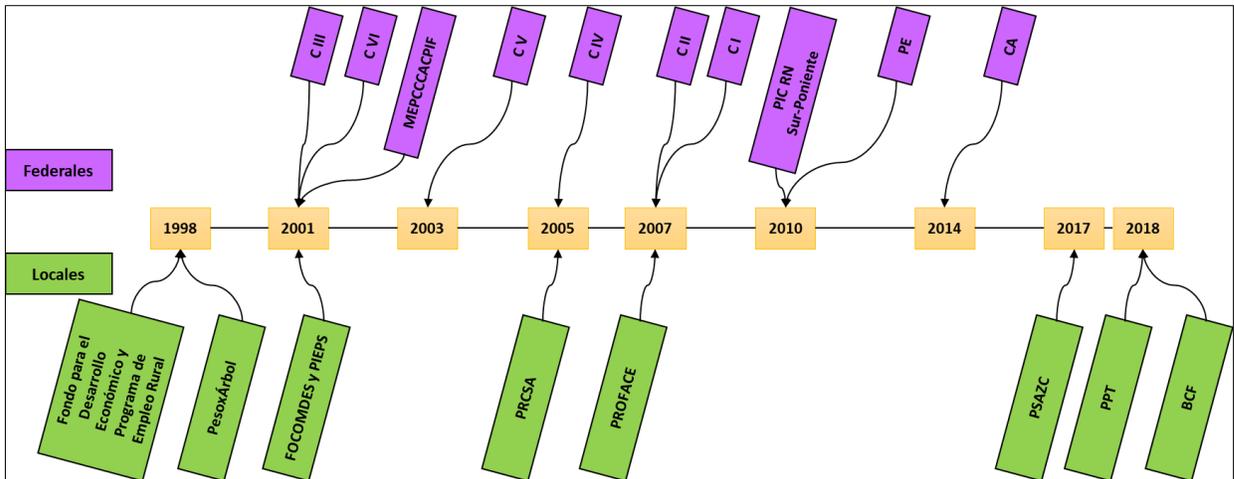


Figura 27.-Línea de tiempo de los programas IDC implementadas en el SC de la CDMX, 2000-2018.
Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevchtchikova (2021:6).

4.4 Diagnóstico de IDC en el Suelo de Conservación

Durante el periodo 2000-2018, a través de la CONAFOR, se hizo un aporte de un total de \$357 millones de pesos mexicanos en el SC (Figura 28). Los componentes que más recurso económico otorgaron fueron: CIII con 60 millones de pesos y CV con 125 millones de pesos. Esto coincide con la tendencia de la inversión a escala nacional, donde, también, el CV es el componente que más apoyos aporta. Otro elemento por resaltar es la participación de organizaciones del sector privado, sociedad civil y alcaldías en el otorgamiento de apoyos, con más de 89 millones, vinculados al programa mixto Programas Especiales (PE) y el subprograma de Fondos Concurrentes (FC) correspondiente al CV. Destacan los apoyos por parte de programas extraordinarios, fuera de los componentes, como el Programa Integral de Conservación de los Recursos Naturales del Sur-Poniente del Distrito Federal implementado en 2010, con un aporte mayor a 57 millones de pesos, así como, el programa de Compensación Ambiental (CA), con aporte de 45 millones de pesos, aplicado en 2014-2018.

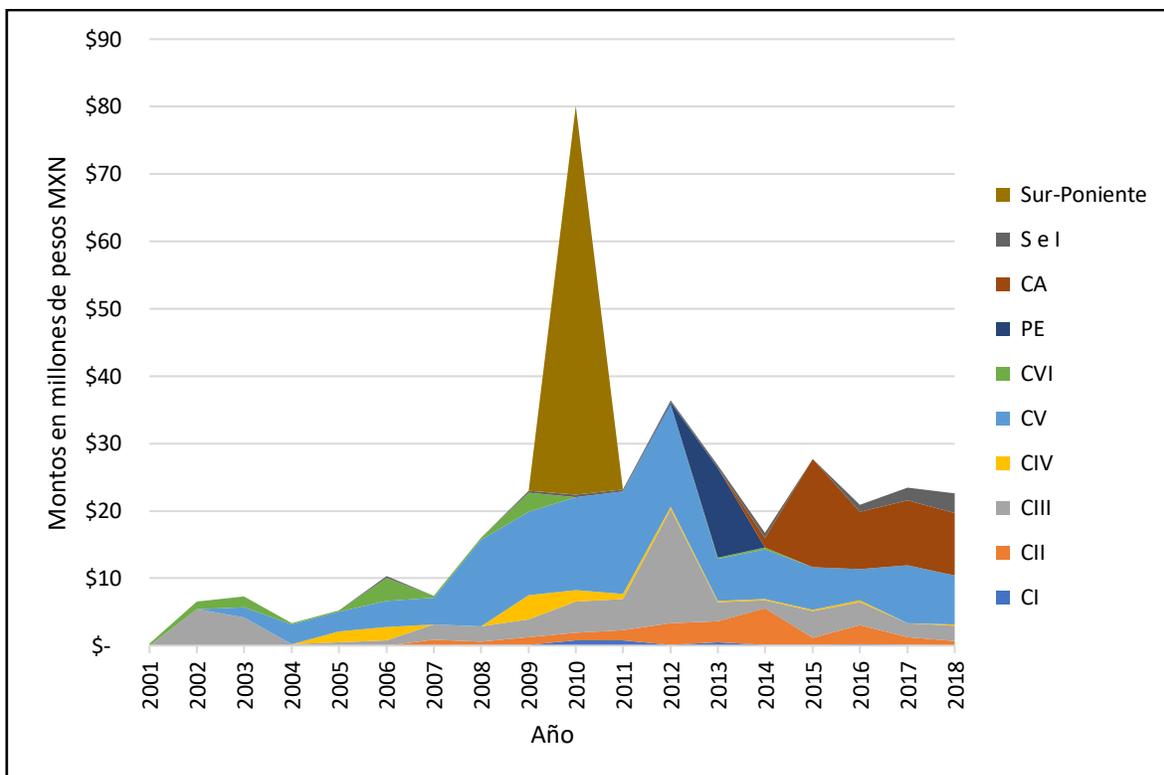


Figura 28.-Inversiones de la CONAFOR en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018. Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:7).

Entre los núcleos agrarios que más recibieron apoyos de la CONAFOR se encuentran las comunidades de San Miguel Topilejo, San Miguel y Santo Tomás Ajusco y de Magdalena Contreras (Tabla 10). Es importante señalar que los apoyos federales no se restringen a núcleos agrarios como receptores de subsidios, sino también incluyen a individuos, grupos de trabajo, sociedades de producción rural, asociaciones civiles, empresas privadas, áreas naturales protegidas y alcaldías.

Tabla 10.- Principales núcleos agrarios beneficiados por los programas de la CONAFOR en el SC de la CDMX en el periodo 2000-2018.

	Beneficiario de apoyo de la CONAFOR	Monto en millones de pesos MXN
1	Comunidad San Miguel Topilejo	\$ 46. 6
2	Comunidad Magdalena Atlitic Contreras	\$ 38. 2
3	Comunidad San Miguel y Santo Tomas Ajusco	\$ 37. 3
4	Ejido San Nicolas Totolapan	\$ 24. 6
5	Comunidad Villa Milpa Alta	\$ 22. 8
6	Comunidad San Lorenzo Acopilco	\$ 22. 5
7	Ejido Magdalena Petlascalco	\$ 13. 8
8	Ejido San Andrés Totoltepec	\$ 7.9
9	Comunidad San Bernabé Ocotepc	\$ 6.8
10	Ejido San Miguel Xicalco	\$ 3.6

Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:8).

A nivel de la CDMX, a través de la SEDEMA, se destinó un total de 2,189 millones de pesos en apoyos económicos para la conservación ambiental en el SC durante 2000-2018 (Figura 29). El programa, que más aportó fue el PROFACE; que en conjunto con sus antecesores (FOCOMDES y PIEPS) ha proveído de un total de 1,976 millones de pesos, es decir un 90% de todos los apoyos en el periodo. El año con más inversión fue 2018 con 154 millones de pesos, debido a la presencia de nuevos y únicos apoyos como el PSAZC, el PPT y el BCF.

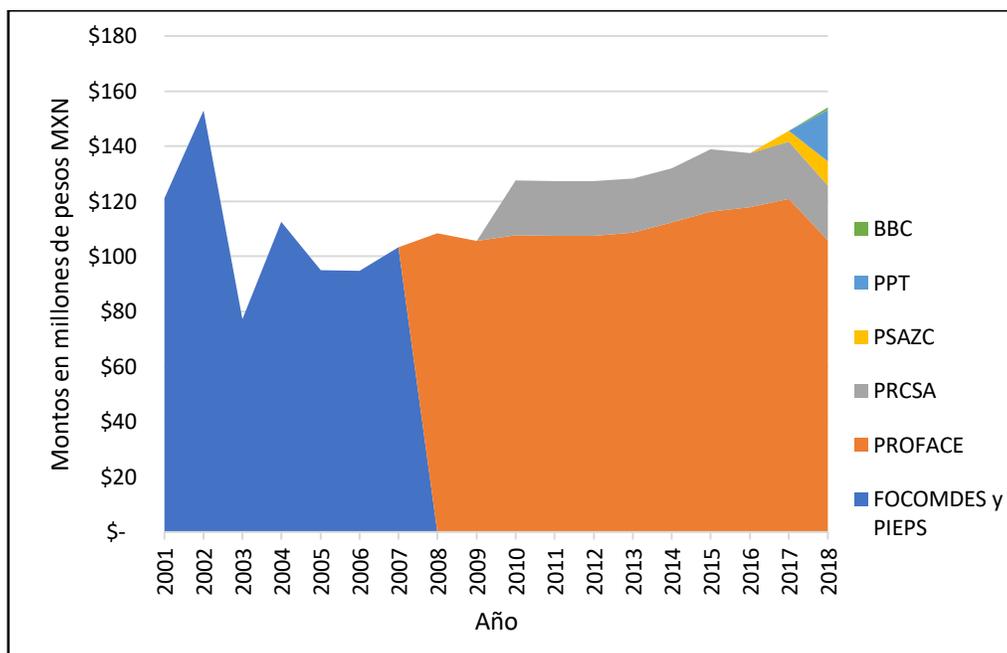


Figura 29.-Inversiones de la SEDEMA en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018. Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:9)

Las comunidades más apoyadas por el gobierno local fueron Villa Milpa Alta, San Luis Tlaxialtemalco y San Miguel Topilejo (Tabla 11). Destaca de esta lista que los núcleos agrarios de San Luis Tlaxialtemalco, Santiago Tulyehualco y el Ejido de San Gregorio Atlapulco, están todos ubicados en la delegación Xochimilco, esto se explica dado que el PROFACE está orientado a fomentar actividades agrícolas sustentables.

Tabla 11.- Principales núcleos agrarios beneficiados por los programas de la SEDEMA en el SC de la CDMX, 2000-2018.

	Beneficiario de apoyo de la SEDEMA	Monto en millones de pesos MXN
1	Comunidad Villa Milpa Alta	147.2
2	San Luis Tlaxialtemalco	124.2
3	Comunidad San Miguel Topilejo	77.1
4	Ejido San Nicolas Totolapan	65.0
5	San Pablo Oztotepec	63.9
6	Ejido San Miguel Topilejo	54.1

7	San Francisco Tecoxpa	50.4
8	Santiago Tulyehualco	47.7
9	Ejido San Andrés Totoltepec	37.7
10	Ejido San Gregorio Atlapulco	36

Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:9).

La suma total de inversión en los IDC en el SC de la CDMX fue de 2,546 millones de pesos. Es de notar que la inversión local ha superado los apoyos federales en casi diez veces; el único año en que se acercaron fue en el 2010, debido a la presencia del programa sur-poniente (Figura 30).

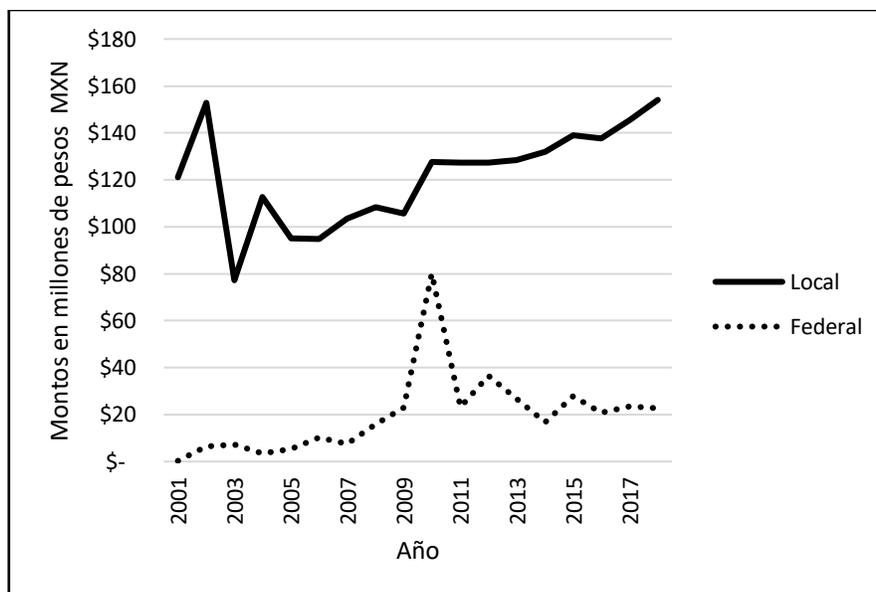


Figura 30.-Inversiones totales en programas de conservación ambiental en el SC de la CDMX, 2000-2018. Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:10).

Respecto a los principales receptores de apoyos totales en el SC, la comunidad de Villa Milpa Alta ocupa el primer lugar (Tabla 12).

Tabla 12.- Principales beneficiarios de programas de conservación ambiental de la CONAFOR y la SEDEMA en el SC de la CDMX, 2000-2018.

N	Beneficiarios de apoyos totales	Monto en millones de pesos MXN
1	Comunidad Villa Milpa Alta	170.0
2	San Luis Tlaxialtemalco	124.2
3	Comunidad San Miguel Topilejo	123.8
4	Ejido San Nicolas Totolapan	89.6
5	Comunidad San Miguel y Santo Tomas Ajusco	66.0
6	San Pablo Oztotepec	63.9
7	Ejido San Miguel Topilejo	56.4
8	Comunidad Magdalena Atlitic Contreras	56.0
9	Santiago Tulyehualco	47.6

10	Ejido San Andres Totoltepec	45.7
----	-----------------------------	------

Fuente: Tomado de Moreno Unda y Perevochtchikova (2021:11).

En relación con la suma total de apoyos, vale la pena mencionar que, a partir de 2018, con la entrada de un nuevo gobierno local, se ha destinado una cifra récord en IDC por parte de SEDEMA al SC, a través del programa “Altépetl”. El programa conjuga los programas PRCSA, PSAZC y PROFACE en un solo apoyo y tan solo en 2019 destinó la cantidad 445 millones de pesos en su componente Cuauhtlán y 424 en el componente Centli (GOCDMX, 2019).

Como se vio en este capítulo los instrumentos de política pública ambiental que se implementan en el SC han sido ANPs, UMAs e IDCs, lo que conforma un complejo mosaico en el cual no es posible distinguir los efectos de estos de manera individual. Respecto a los IDC en el SC, la mayoría comienza a implementarse a partir del año 2000 y los principales actores que invierten en IDC son las instituciones gubernamentales, a nivel federal es la CONAFOR y nivel local es la SEDEMA, mientras que los principales beneficiarios (receptores de apoyos económicos) son los núcleos agrarios y pequeños propietarios privados en el caso de estudio, los IDC pueden ser interpretados como mecanismos de relaciones formales, en este caso económicas de manejo ambiental en el SC, ya que de por medio existe un contrato entre benefactor y beneficiario. Por lo tanto, brindan datos para la construcción de la red de relaciones económicas entre actores involucrados en la conservación ambiental en el área de estudio y constituyen una de las variables de transformación del sistema socioecológico.

Las redes construidas se presentan en el siguiente capítulo, donde la red de relaciones económicas en conjunto con la de conocimiento-aprendizaje y los liderazgos, ofrecen elementos sustanciales para el análisis integrado de transformaciones socioecológicas en el SC.

Capítulo 4. Referencias

- Agua Capital. (03 de Marzo de 2019). *Quiénes Somos*. Obtenido de Miembros de Agua Capital:
- Avila-Foucat, V. (2012). Diversificación productiva en el suelo de conservación de la ciudad de México. Caso San Nicolás Totolapan. *Estudios sociales*, 20(40), 355-375.
- Ávila-Foucat, V. S. (2012). Diversificación productiva en el suelo de conservación de la ciudad de México. Caso San Nicolás Totolapan. *Estudios Sociales*, 20 (40), 355–375.
- Barton, D., Antinori, C., y Torres-Rojo, J. M. (2006). The Mexican model of community forest management: The role of agrarian policy, forest policy and entrepreneurial organization. *Forest Policy and Economics*, 8, 470–484. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.08.002>

- Barton, D., Benavides, K., Chacon, A., LeCoq, J., Miranda-Quiros, M., Porras, I., Primmer, E., y Ring I. (2017). Payments for ecosystem services are a policy mix: Demonstrating the institutional analysis and development framework on conservation policy instruments. *Environmental Policy and Governance*, 27(5), 404–421.
- Barton, D., Blumentrath, S. y Rusch, G. (2013). Polycscape—a spatially explicit evaluation of voluntary conservation in a policy mix for biodiversity conservation in Norway. *Society and Natural Resources*, 26, 1185-1201. <https://doi.org/10.1080/08941920.2013.799727>
- Barton, D., Rusch, G., May, P., Ring, I., Unnerstall, H., Santos, R., Antunes, P., Brouwer, R., Grieg-Gran, M., Similä, J., Primmer, E., Romeiro, A., DeClerck, F. y Ibrahim, M. (2009). *Assessing the role of economic instruments in a policy mix for biodiversity conservation and ecosystem services provision: a review of some methodological challenges*. 11th-BIOECON conference. http://www.bioecon-network.org/pages/11th_2009/Barton.pdf
- Borg, R., Toikka, A., y Primmer, E. (2015). Social capital and governance: A social network analysis of forest biodiversity collaboration in Central Finland. *Forest Policy and Economics*, 50, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.06.008>
- Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Persson, U.M., Wunder, S., 2017. The Effectiveness of Payments for Environmental Services. *World Dev.* 96, 359–374. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.020>
- Boyer, C. (2007). Revolución y paternalismo ecológico: Miguel Ángel de Quevedo y la política forestal en México, 1926-1940. *Historia Mexicana*, 57(1), 91-138.
- Boyer, C., y Wakild, E. (2012). Social Landscaping in the Forests of Mexico: An Environmental Interpretation of Cardenismo, 1934-1940. *Hispanic American Historical Review*, 92(1), 73-106.
- Caballero, M., Lozano García, S., Vázquez Selem, L., y Ortega, B. (2010). Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales y en cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo glacial. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(3) 359-377.
- Calvet-Mir, L., Corbera, E., Martin, A., Fisher, J., Gross-Camp, N., 2015. Payments for ecosystem services in the tropics: A closer look at effectiveness and equity. *Curr. Opin. Environ. Sustainability* 14, 150–162. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.001>
- Camara de Senadores. (13 de 06 de 2007). *Gaceta Parlamentaria* . Obtenido de Acuerdo: Por el que se exhorta a establecer operativos permanentes de protección y vigilancia en las áreas naturales protegidas y zonas de influencia, conocidas ..., así como a reserva de repoblación forestal del Ajusco...: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_comision_permanente/documento/12759#
- Camarena, M. (2000). *Jornaleros, tejedores y obreros: historia social de los trabajadores textiles de San Ángel 1850-1930*. Distrito Federal: Plaza y Valdez.
- Cantoral, E., Almeida, L., Cifuentes, J., León, L., Martínez, A., y Nieto, A. (2009). La biodiversidad de una cuenca en la Ciudad de México. *Ciencias*, 94, 29–33.

- Caro-Borrero, A., Corbera, E., Christoph, K., y Almeida-Leñero, L. (2015). "We are the city lungs": Payments for ecosystem services in the outskirts of Mexico City. *Land Use Policy*, 43, 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.11.008>
- Carrera-Hernández, J., y Gaskin, S. (2008). Spatio-temporal analysis of potential aquifer recharge: Application to the Basin of Mexico. *Journal of Hydrology*. doi:10.1016/j.jhydrol.2008.02.012.
- Castro J. L. y Lazo B. (2014). *Mapeo de fuentes de recursos y mecanismos financieros para el desarrollo rural sustentable en la Sierra Madre de Chiapas*. México: Ithaca Environmental/USAID/Alianza México REDD+.
- Cilia Olmos, D. (2011). *Medio ambiente, comunidad y lucha agraria en la Magdalena Atlitica*. Ciudad de México: Tesis de Maestrial. Posgrado en Desarrollo Rural, UAM Xochimilco.
- Comisión Nacional de Áreas Protegidas Naturales [CONANP] (2018). *Programas de Subsidio*. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programas-de-subsidio>
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2017). *Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal*. México: CONAFOR.
- Cram, S., Cotler, H., Morales, L. M., Sommer, I., y Carmona, E. (2008). Identificación de los servicios ambientales potenciales en el paisaje urbano del Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas*, 66, 81–104.
- Deschamps-Ramírez, P., y Madrid-Zubiran, S. (2018). *Subsidios Forestales sin Rumbo. Apuntes para una política en favor de las comunidades y sus bosques*. Ciudad de México. México: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C.
- DOF. (03 de 04 de 1981). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO que por causa de utilidad pública se expropia una superficie de 383-49-00 Has., en favor de la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, ubicada en el ejido de San Bernabé Ocotepéc, perteneciente a la Delegación La Magdalena Con*. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4636977yfecha=03/04/1981#gsc.tab=0
- DOF. (03 de 11 de 1994). Diario Oficial de la Federación. *Decreto por el cual se crea el Área Natural Protegida (ANP), Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) "Sierra de Santa Catarina"*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4758353yfecha=03/11/1994#gsc.tab=0
- DOF. (04 de 09 de 2000). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 173-54-19.57 hectáreas de agostadero de uso común, de terrenos del ejido San Antonio Tecomitl, Delegación Milpa Alta, D.F. (Reg.- 1179)*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2059562yfecha=04/09/2000#gsc.tab=0
- DOF. (06 de 01 de 1930). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCIÓN en el expediente de restitución de ejidos a los pueblos de Santana Tlacotenco, San Francisco Tecoxpan, San Jeronimo Miacatlán y San Juan Tepenahuac, Delegación Milpa Alta, D.F.* Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=187682ypagina=5yseccion=1

- DOF. (06 de 05 de 1981). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Mateo Tlaltenango, Delegación de Cuajimalpa, D. F. (Reg. 17113)*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4645576yfecha=06/05/1981#gsc.tab=0
- DOF. (09 de 07 de 1976). Diario Oficial de la Federación. *SOLICITUD de Confirmación de bienes comunales y Segregación de terrenos particulares del poblado de Santa Rosa Xochiac, D. F.* Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4847529yfecha=09/07/1976#gsc.tab=0
- DOF. (14 de 06 de 1985). Diario Oficial de la Federación. *Decreto por el que se expropia una superficie al ejido de San Jerónimo Aculco, Delegación Magdalena Contreras, D. F. (Reg.- 5408)*.
- DOF. (15 de 07 de 1996). Diario Oficial de la federación. *Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4892371yfecha=15/07/1996#gsc.tab=0
- DOF. (16 de 07 de 1987). Diario Oficial de la Federación. *Declaratoria que determina la línea limítrofe en el área de desarrollo urbano y el área de conservación ecológica, el destino de su zona de protección y los usos y destino para el área de conservación ecológica y para los poblados del Distrito Federal*.
- DOF. (17 de mayo de 1992). Diario Oficial de la Federación. *DECLARATORIA que establece como zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico y se declara como área natural protegida, bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica, la superficie que se indica de los ejidos de ...* Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4664640yfecha=07/05/1992#gsc.tab=0
- DOF. (18 de 02 de 1937). Diario Oficial de la federación. *Decreto que declara Parque nacional "El Tepeyac" la parte que delimita la Serranía de Guadalupe D.F.* Obtenido de <https://cepanaf.edomex.gob.mx/sites/cepanaf.edomex.gob.mx/files/files/11%20Parque%20Nacional%20Tepeyac.pdf>
- DOF. (19 de 05 de 1947). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el cual se establece una Unidad industrial de Explotación Forestal en favor de las Fábricas de Papel de Loreto y Peña Pobre, S. A y se declara Zona de Protección Forestal el Río de la Magdalena*.
- DOF. (19 de 12 de 1922). Diario Oficial de la Federación. *Resolución en el expediente de restitución de tierras promovido por vecinos del pueblo de San Mateo Tlaltenago, Distrito Federal*. Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=190980ypagina=1507yseccion=0
- DOF. (20 de 04 de 1982). Diario Oficial de la Federación. *Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728288yfecha=20/04/1982#gsc.tab=0

- DOF. (22 de 08 de 2016). Diario Oficial de la Federación. *SENTENCIA pronunciada en el expediente 203/2007, relativo al reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Lorenzo Acopilco, Delegación Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5448849yfecha=22/08/2016#gsc.tab=0
- DOF. (22 de 09 de 1998). Diario Oficial de la Federación. *SENTENCIA pronunciada en el juicio agrario número 18/TUA24/97, relativo al reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado San Bernabé Ocotepéc, Delegación Magdalena Contreras, D.F.* Obtenido de http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4893592yfecha=22/09/1998#gsc.tab=0
- DOF. (22 de abril de 1938). Diario Oficial de la Federación. *Decreto que declara Parque Nacional "Lomas de Padierna", la zona del Distrito Federal que el mismo limita.*
- DOF. (24 de abril de 1926). Diario Oficial de la Federación. *Ley Forestal*. Obtenido de <https://www.dof.gob.mx/index.php?year=1926ymonth=4yday=24#gsc.tab=0>
- DOF. (27 de 06 de 1932). Diario Oficial de la Federación. *ACUERDO que declara Zona Protectora Forestal los bosques de la Cañada de Contreras, D. F.* Obtenido de <http://dof.gob.mx/index.php?year=1932ymonth=06yday=27yprint=true#>
- DOF. (27 de 08 de 1987). Diario Oficial de la Federación. *RESOLUCION sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales del poblado denominado San Bartolo Ameyalco, Delegación Villa Alvaro Obregón, D. F. (Reg.- 6839)*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4678917yfecha=27/08/1987#gsc.tab=0
- DOF. (28 de 06 de 1989). Diario Oficial de la Federación. *ECRETO por el que se establece como zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico y se declara zona sujeta a Conservación Ecológica, como área natural protegida, la superficie de 727-61-42 hectáreas*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4818992yfecha=28/06/1989yprint=true
- DOF. (28 de 08 de 1978). Diario Oficial de la Federación. *INICIACIÓN del expediente sobre reconocimiento y titulación de bienes comunales en favor de vecinos radicados en el poblado denominado San Andrés Ahuayucan, Delegación Xochimilco, D.F.* Obtenido de Registro Agrari: https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=203670ypagina=15yseccion=0
- DOF. (29 de 03 de 1947). Diario Oficial de la Federación. *DECRETO por el cual se declara veda total indefinida de recuperación y de servicio para todos los bosques del Estado de México y del Distrito Federal.*
- DOF. (29 de 11 de 1982). Diario Oficial de la Federación. *Declaratoria de usos y destinos para el área de conservación ecológica del Distrito Federal*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4782207yfecha=29/11/1982#gsc.tab=0

- DOF. (29 de 11 de 1982). Diario Oficial de la Federación. *Decreto por el que por causa de Interés Público y para el adecuado manejo del Bosque se establece una Unidad de Ordenación Forestal y se reconoce como área Productora Forestal la región que incluye los terrenos forestales de propiedad particular Ejidal o*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4781596yfecha=29/11/1982yprint=true
- Ecosystem Services for Poverty Alleviation [ESPA] (2017). *Why Peri-urban Ecosystem Services Matter for Urban Policy. From the project: Risks and Responses to Urban Futures*. https://steps-centre.org/wp-content/uploads/2017/03/Peri_urban_Ecosystem_briefing.pdf
- Escobedo, F., y Chacalo, A. (2008). Estimación preliminar de la descontaminación atmosférica por el arbolado urbano de la ciudad de México. *Interciencia*, v.33 n.1.
- Ezzine de Blas, D., Dutilly, C. y Velly, G. L. (2016). Payments for Environmental Services in a Policymix: Spatial and Temporal Articulation in Mexico. *Plos One* 11(4), 1–15.
- Ezzine de Blas, D., Le Coq, J.F. y Guevara Sanginés, A. (Coord.) (2017). *Los Pagos por Servicios Ambientales en América Latina. Gobernanza, Impactos y Perspectivas*. Universidad Iberoamericana, CDMX.
- Facultad de Economía (FE)-UNAM, (2013). *Evaluación global de resultados, metas y percepción del PROFACE 2008-2011 y parcial 2012*. DF, México: GDF/UNAM.
- Fernández, M. (1997). *Programa de Manejo para la conservación de la Zona Protectora Forestal "Cañada de Contreras"*. D.F.: Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ferraro, P.J. y Kiss, A. (2002). Direct payments to conserve biodiversity. *Science*, 298(5599), 1718-1719.
- Ferraro, P.J. y Pattanayak, S.K. (2006). Money for Nothing? A Call for Empirical Evaluation of Biodiversity Conservation Investments. *PLoS Biology*, 4(4): e105.
- Ferraro, P.J. (2011). The Future of Payments for Environmental Services. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 25(6),1134-8.
- Ferraro, P.J., y Pressey, R.L. (2015). Measuring the difference made by conservation initiatives: protected areas and their environmental and social impacts. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 370(1681), 20140270. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0270>
- Gaceta Oficial de la Ciudad de México [GOCDF] (2019). *Aviso por el cual, se dan a conocer las Reglas de Operación del "Programa Altepétl", para el Ejercicio Fiscal 2019*. No. 22, Tomo II, 31/01/2019.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal [GODF] (1996). *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. No.000 29/01/1996.
- Galeana-Pizaña, J., José Antonio Benjamín, O.-D., y Corona-Romero, N. (2013). Estimación de contenido de carbono en la cuenca del río Magdalena, México. *Madera y bosques*, 19(1), 53-69.

- García-López, G. A. (2013). Scaling up from the grassroots and the top down the impacts of multi-level governance on community forestry in Durango México. *International Journal of the Commons*, 7(2), 406–431. <http://doi.org/10.18352/ijc.437>
- GOCDMX. (06 de 11 de 2016). Gaceta Oficial de la Ciudad de México. *Aviso por el que se da a conocer el Programa de Manejo del Área Natural Protegida, con Categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica "Sierra de Guadalupe"*. Obtenido de https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/0239ee9e006a15977b93fa2e2546a5dd.pdf
- GOCDMX. (23 de 04 de 2021). Gaceta Oficial de la Ciudad de México. *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*. Obtenido de https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2021/LEY_AMB_PROT_TIERRA_23_04_2021.pdf
- GODF (2000). *Decreto de programa general de ordenamiento ecológico del Distrito Federal*. No. 139, 1/08/2000.
- GODF (2010). *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. No. 15/07/2010.
- GODF. (11 de 12 de 2012). Gaceta Oficial de la Ciudad de México. *Decreto por el que se crea la Autoridad de la Zona Patrimonio Mundial Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, como un Órgano de apoyo a las actividades de la Jefatura de Gobierno en las Delegaciones Xochimilco, Tláhuac y Mil*. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo76119.pdf>
- GODF. (15 de 07 de 2010). Decreto por el que se Expide la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. Obtenido de http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/Ley_DesarrolloUrbano_DF_15jul2010.pdf
- GODF. (16 de 03 de 2010). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Acuerdo por el que se aprueba el programa de retribución por la conservación de servicios ambientales en reservas ecológicas comunitarias y áreas comunitarias de conservación ecológica*. Obtenido de <http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/2834.htm>
- GODF. (16 de 04 de 2007). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Acuerdo por el cual se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con la categoría de zona ecológica y cultural "Cerro de la Estrella"*. Obtenido de https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/GODF/GODF_16_04_2007.pdf
- GODF. (17 de 06 de 2011). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Decreto por el que se declara como área natural protegida del Distrito Federal al "Bosque de Tlalpan", bajo la categoría de Zona Ecológica y Cultural*. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/595/181/672/595181672e313674452847.pdf>
- GODF. (19 de 08 de 2005). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con carácter de Zona de Conservación ecológica "Sierra de Santa Catarina"*. Obtenido de <https://paot.org.mx/centro/programas/manejo/santacatarina.pdf>

- GODF. (21 de 05 de 2012). Gaceta oficial del Distrito Federal. *Acuerdo por el que se expide el Programa de Manejo del Área Natural Protegida "La Loma"*.
- GODF. (29 de 11 de 2006). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *Decreto por el que se establece como área natural protegida del distrito Federal, con categoría de zona de conservación ecológica, el área conocida como Ecoguardas*. Obtenido de <https://paot.org.mx/centro/normas/df/pdf/NAEDF-001-AMBT-2006.pdf>
- Gómez Tagle López, K.M. (2018). *Urban Climate Resilience. Teoría en aplicación. Estudio de caso en el Suelo de Conservación de la CDMX*. Tesis de Maestría en Estudios Urbanos, México, COLMEX.
- González Ibarra, M. (2014). *Evaluación externa del programa de restauración de los ecosistemas a través de la participación social (PROFACE) ejercicio fiscal 2013*. DF, México: SEDEMA.
- Grima, N., Singh, S., Smetschka, B. y Ringhofer, L. (2016). Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analyzing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services*, (17), 24-32.
- IKI. (2019). *Primera Emisión de Bonos de Carbono Forestal de la CDMX*. Internationale Klimaschutzinitiative.
- International Climate Alliance (IKI) México. (03 de Marzo de 2019). *Primera Emisión de Bonos de Carbono Forestal de la CDMX*. Obtenido de <http://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Implementaci%C3%B3n-del-bonos-de-carbono-forestal.pdf>
- Islas Gutierrez, F., Elizalde del Castillo Negrete, N., y Hernández Vazquez, E. (1988). La Silvicultura en los Aprovechamientos Maderables de la Región Central de México. *Ciencia Forestal en México*, 13(63), 3-13. Obtenido de <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1154>
- Jiménez-Rosano, O., (2015). *Evaluación externa de Diseño y Operación del programa de fondos de apoyo para la conservación y restauración de los ecosistemas a través de la participación social (PROFACE), 2014*. Ciudad de México, México: SEDEMA.
- Kapucu, N. (2014). Complexity, Governance, and Networks: Perspectives from Public Administration. *Complexity, Governance y Networks*, 2(1), 29–38.
- Laboratorio de Ecosistemas de Montaña (LEM)-UNAM (2016). *Evaluación Externa del Programa de Retribución por la Conservación de los Servicios Ambientales (PRCSA). Periodo 2010-2015*. Ciudad de México, México: SEDEMA.
- LAPTFD. (2022). *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*. D.F.: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- Latargère, J. (2009). Tenencia de la tierra y protección de recursos naturales en áreas naturales protegidas mexicanas . *Colegio de San luis* , 45-67.
- Le Velly, G. (2015). *The Effectiveness of Payments for Environmental Services in Mexican Community Forests*. Université d’Auvergne, Clermont-Ferrand, Francia.
- LGEEPA. (2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. CDMX: Diario Oficial de la Federación.

- Lomas Barrié, C. (2009). *Dinámica de la frontera forestal en la Sierra Ajusco Chichinautzin*. Texcoco: Tesis de Doctorado en Ciencias, Colegio de Postgraduados.
- López-Caballero, P. (2017). *Indígenas de la Nación. Etnografía histórica de la alteridad en México (Milpa Alta, siglos XVII-XXI)*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Lucas-Landgrave, S. (2015). El archivo fotografico de la Fabrica de Celulosa en Peña Pobre: una historia gráfica y constructiva. *Boletín de Monumentos Historicos*, 146-154.
- Luna Pérez, E. (2019). *El efecto del crecimiento urbano sobre el climalocal de la ZMCM y sus implicacionessocio-ambientales*. CDMX: Tesis de licenciatura en Ciencias de la Tierra, UNAM.
- Madrid-Ramírez, L. 2011. Los pagos por servicios ambientales hidrológicos: Más allá de la conservación pasiva de los Bosques. *Investigación ambiental*, 3(2), 52-58.
- Marshall, F., Dolley, J., Bisht, R., Priya, R., Waldman, L., Amerasinghe, P., Randhawa, P. (2018). Ecosystem services and poverty alleviation in urbanising contexts. En Schreckenber, K., Mace, G., Poudyal, M. (Eds.). *Ecosystem services and poverty alleviation: trade-offs and governance* (pp.111-125). London, UK: Routledge.
- Martínez Jiménez, T. (2015). *Valoración económica del Suelo de Conservación en un contexto periurbano. Caso de estudio de la Delegación Tlalpan*. Tesis de maestría en Estudios Urbanos, México, COLMEX.
- McGregor, D., Simon, D., y Thompson, D. (2006). Contemporary Perspectives on the Peri-Urban Zones of Cities in Developing Countries. En: McGregor, D., Simon, D. y Thompson, D, (Eds.), *The Peri-Urban interface. Approaches to sustainable natural and human resource use*. London: Earthscan/Sterling VA.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, USA. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Miranda Zambrano, G., y Alejo López, S. (2017). Contribuciones del conocimiento tradicional a la sustentabilidad: los Sabios-Educadores del “Parque Ejidal Ecoturístico Totolapan”, México. *El periplo sustentable*, (33), 690-722.
- Moeliono, M., Pham, T., Le, N., Brockhaus, M., Wong, G., Kallio, M., y Nguyen, D. (2016). Local governance, social networks and REDD+: Lessons from Swidden communities in Vietnam. *Human Ecology*, 44(4), 435–448. <https://doi.org/10.1007/s10745-016-9839-4>
- Monge, R. (1986). Sedue convirtió un acto comercial en un éxito propio. *PROCESO*.
- Moreno Espíndola, I., Ros, M., De León González, F., Ferrara Guerrero, M., Rivera Becerril, F., González Halphen, D., y García, C. (2010). El papel de las raíces y la microbiota en la estabilidad y fertilidad de suelos volcánico-arenosos del Valle de México. *SOCIEDADES RURALES, PRODUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE*, 17-38.
- Moreno Unda, A., y Perevochtchikova, M. (2021). Diagnóstico de inversiones en programas de conservación ambiental en la Ciudad de México, 2000-2018. *Madrea y Bosques*, Vol.27 Número 3.
- Moreno-Sánchez R. (2012). *Incentivos económicos para la conservación un marco conceptual*. Lima, Perú. ICAA-USAID.

- Neitzel, K., Caro-Borrero, A., P., Revollo-Fernández, D., Aguilar-Ibarra, A., Ramos, A., y Almeida-Leñero, L. (2014). Forest Policy and Economics Paying for environmental services: Determining recognized participation under common property in a peri-urban context. *Forest Policy and Economics*, 38, 46–55.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2013.04.002>
- Newig, J., Günther, D., Pahl-Wostl, C., 2010, Synapses in the network: learning in governance networks in the context of environmental management. *Ecology and Society* 15 (4), 24
- Olsson, P., Bodin, Ö., y Folke, C. (2010). Building Transformative Capacity for Ecosystem Stewardship in Social–Ecological Systems. En D. Armitage, y R. Plummer, *Adaptive Capacity and Environmental Governance* (págs. 263-285). Berlin: Springer.
doi:10.1007/978-3-642-12194-4_13
- Olsson, P., Gunderson, L., Carpent, S., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., y Holling, C. (2006). Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 18.
- Palomino Villavicencio, B., y López Pardo, G. (2019). Responsabilidad social de empresas de ecoturismo, normativa y política pública en ciudad de México. *JURÍDICAS CUC*, ol. 15 no. 1, pp. 353-382. doi:10.17981/juridcuc.15.1.2019.14
- PAOT y Secretaría de Medio Ambiente [SEDEMA] (2012). *Atlas geográfico del Suelo de Conservación del DF*. PAOT y SEDEMA, Ciudad de México.
- PAOT. (2003). *Resolución Administrativa*. D.F.: Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. Obtenido de https://paot.org.mx/sasd02/ficheros/acuerdos/ac_pub/2914_resolucion_2003_sot_6.pdf
- Parrot, J.-F., y Ramírez Núñez, C. (2020). Parámetros morfológicos de la cuenca del río Magdalena a partir de datos LiDAR y modelos digitales de elevación. *Terra Digitalis*, Vol 4 No 1. doi:10.22201/igg.25940694.2020.1.68
- Pauchard, A., y Barbosa, O. (2013). Regional Assessment of Latin America: Rapid Urban Development and Social Economic Inequity Threaten Biodiversity Hotspots. En: Elmqvist, T., et al. (Eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenge*. Dordrecht, Springer.
- Perevochtchikova, M. y Rojo Negrete, I.A. (2015). The perceptions about payment schemes for ecosystem services: Study case of the San Miguel and Santo Tomás Ajusco community, Mexico. *Ecosystem Services*, 14, 27-36.
- Perevochtchikova, M. y Torruco Colorado V.M., (2014). Análisis comparativo de dos instrumentos de conservación ambiental aplicados en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. *Sociedad y Ambiente*, 3(1):3-25.
- Perevochtchikova, M. (2016). *Estudio de los efectos del programa de pago por servicios ambientales. Experiencia en Ajusco México*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Perevochtchikova, M. (2016). *Estudio de los efectos del Programa de Pago por Servicios Ambientales. Experiencia en Ajusco México*. Ciudad de México, México: COLMEX.

- Perevochtchikova, M. (2016). *Estudio de los efectos del Programa de Pago por Servicios Ambientales*. Experiencia en Ajusco México. Ciudad de México, México: COLMEX.
- Perevochtchikova, M., y Rojo Negrete, I. (2014). La percepción del Programa de Pago por Servicios Ambientales en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (México). *Revista iberoamericana de economía ecológica*, 23, 15-30.
- Perevochtchikova, M., y Rojo Negrete, I. (2021). SSE de la comunidad San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Ciudad de México. En M. Perevochtchikova, *Pago por Servicios Ambientales desde el Enfoque de los Sistemas Socio-Ecológicos*. Ciudad de México: COLMEX.
- Perevochtchikova, M., y Sandoval Romero, E. (2020). Monitoreo comunitario participativo del agua en la periferia suroeste de la Ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, 103. doi:10.14350/rig.60063.
- Perevochtchikova, M., y Torruco Colorado, V. (2014). Análisis comparativo de dos instrumentos de conservación ambiental aplicados en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. *Sociedad y Ambiente*, 2(1), 3-25.
- Perevochtchikova, M., Hernández Flores, J. y Ávila-Foucat, V. (2018). Recursos naturales y diversificación productiva en cuatro localidades rurales del Estado de Oaxaca, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 15(81), 1-23.
- Pérez Campuzano, E. (2011). Periferia urbana e incentivos económicos para la conservación ambiental. *Regions and Cohesion*, 2(1), 78–103.
- Pérez Campuzano, E., Ávila-Foucat, S., y Perevochtchikova, M. (2016). Environmental policies in the peri-urban area of Mexico City: The perceived effects of three environmental programs. *Cities*, 50, 129-136. doi:10.1016/j.cities.2015.08.013
- Pérez-Campuzano, E. (2011). Periferia urbana e incentivos económicos para la conservación ambiental. *Regions and Cohesion*, 1(2), 78–103. <https://doi.org/10.3167/reco.2011.010205>
- Pérez-Campuzano, E., Ávila-Foucat, V., S. y Perevochtchikova, M. (2016). Environmental policies in the peri-urban area of Mexico City: The perceived effects of three environmental programs. *Cities*. 50, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.08.013>
- Pérez-Campuzano, E., Perevochtchikova M. y Ávila-Foucat V.S. (Eds.) (2012). ¿Hacia un manejo sustentable del Suelo de Conservación del Distrito Federal? (pp. 5-13). DF, México: IPN/MA Porrúa.
- Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de la CDMX [PAOT] y CentroGeo. (2010). *Modelo de análisis tendencial sobre la pérdida de cubierta forestal en el Suelo de Conservación del Distrito Federal*. DF, México: PAOT.
- Provan, K., G. y Kenis, P. (2008). Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(2), 229–252. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum015>
- Puga-Caballero, A., Macgregor-Fors, I. y Ortega-Álvarez, R. (2014). Birds at the urban fringe: avian community shifts in different peri-urban ecotones of a megacity. *Ecological Restoration*, 29, 619–628. <https://doi.org/10.1007/s11284-014-1145-2>

- Purnomo, H., Shantiko B., Sitorus, S., Gunawan, H., Achdiawan, R., Kartodihardjo, H., y Dewayani, A. (2017). Fire economy and actor network of forest and land fires in Indonesia. *Forest Policy and Economy*, 78, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.01.001>
- RAN. (01 de 02 de 2022). *PHINA Padrón e Historial de Núcleos Agrarios*. Obtenido de Registro Agrario Nacional: <https://phina.ran.gob.mx/buscarNucleoAgrario.php>
- Ravetz, J. (2011). Peri-urban ecology green infrastructure. En: Douglas I. Goode, D., Houck, M., y Wang R. (Eds.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology* (pp. 599-620). NYC: Routledge.
- Richards, D. y Thompson, B. (2019). Urban ecosystems: A new frontier for payments for ecosystem services. *People and Nature*, 00: 1– 13. <https://doi.org/10.1002/pan3.20>
- Ring, I. y Barton, D. (2015). Economic instruments in policy mixes for biodiversity conservation and ecosystem governance. En Martínez-Alier J. y R Muradian (Eds.). *Handbook of Ecological Economics* (pp.413-449). Massachusetts: Elgar.
- Rodríguez Lazcano, C., y Rodríguez, F. (1984). *Colección de Delegaciones Políticas. Volumen 3 Tlalpan*. Distrito Federal: Departamento del Distrito Federal
- Rodríguez-Robayo, K. y Avila-Foucat, V.S. (2013). Instrumentos económicos voluntarios para la conservación: una mirada a su surgimiento y evolución en México. *Sociedad y Economía*, (25) 75-106.
- Rodríguez-Robayo, K. J., y Merino-Perez, L. (2017). Contextualizing context in the analysis of payment for ecosystem services. *Ecosystem Services*, 23, 259–267.
- Rodríguez-Robayo, K.J., Perevochtchikova, M., Ávila-Foucat, S., De la Mora de la Mora, G. 2019. Influence of local context variables on the outcomes of payments for ecosystem services. Evidence from San Antonio del Barrio, Oaxaca, Mexico. *Environment, Development and Sustainability* <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00321-8>
- Royo Negrete, I. A., Castro, B. y Perevochtchikova, M. (2018). Análisis de disfuncionalidad institucional de programas de política pública ambiental en la Ciudad de México, 2000-2012. *Gestión y política pública*, 27(1), 211-236
- Royo Negrete, I.A. 2018. *Evaluación del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomas Ajusco, 2004- 2017*. Tesis de doctorado en Geografía 2013-2016, FFL-UNAM.
- Royo, I., Castro, B., y Perevochtchikova, M. (2018). Análisis de disfuncionalidad institucional de programas de política pública ambiental en la Ciudad de México, 2000-2012. *Gestión y política pública*, XXVII(1), 211-236.
- Saavedra Díaz, Z. M. y Perevochtchikova, M. (2017). Evaluación ambiental integrada de áreas inscritas en el programa federal de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Caso de estudio: Ajusco. *Investigaciones Geográficas*, (93), 76-94.
- SAGARPA. (2017). Programa de Concurrencia de las Entidades Federativas. *Compendio de Indicadores 2017, Ciudad de México*.
- Sánchez, C. y Díaz-Polanco, H. (2011). Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la Ciudad de México. *Cuicuilco*, 18(52), 191–224.

- Sánchez, C., y Díaz Polanco, H. (2011). Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la Ciudad de México. *Cuicuilco*, 18(52), 191-224.
- Schomers, S., Matzdorf, B., 2013. Payments for ecosystem services: A review and comparison of developing and industrialized countries. *Ecosyst. Serv.* 6, 16–30.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.01.002>
- Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz [SedemaVer], (2018). *Desarrollo Forestal*. Recuperado de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/desarrollo-forestal/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [Semadet], (2018). *Servicios y Programas*. Recuperado de <https://semadet.jalisco.gob.mx/servicios-y-programas/programas>
- SEDEMA (2002). Programa de Protección Ambiental del D.F. 2002-2006. DF, México.
- SEDEMA. (2000). *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*. D.F.: SEDEMA-GDF.
- SEDEMA. (2013). *Primer Informe 2013 Secretaría del Medio Ambiente*. Ciudad de México: Gobierno del Distrito Federal.
- SEDUE. (1986). Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. *Cierre de la planta de Celulosa de la Fabrica de Papel Loreto y Peña Pobre*.
- SEMARNAP y RDS. (2000). *Áreas Naturales Protegidas con Decretos Federales*. D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- SEMARNAT. (11 de 12 de 2022). *Portal de Datos Abiertos del Gobierno de México*. Obtenido de Registros de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA): <https://datos.gob.mx/busca/dataset/registros-de-unidades-de-manejo-para-la-conservacion-de-la-vida-silvestre-uma>
- Shapiro-Garza, E. (2013). Contesting the market-based nature of Mexico's national payments for ecosystem services programs: Four sites of articulation and hybridization. *Geoforum*, 46, 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.11.018>
- Sheinbaum-Pardo, C. (2011). La Compleja Problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En E. Pérez-Campuzano, M. Perevochtchikova, y S. Ávila-Foucat, *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión sustentable?* (pág. 246). Distrito Federal, México: Porrúa.
- Sheinbaum-Pardo, C. (2011). La Compleja Problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En E. Pérez-Campuzano et al. (Eds.), *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión sustentable?* (pág. 246). DF, México: MA Porrúa.
- Sverdrup-Thygeson, A., Søgaaard, G., Rusch, G.M., Barton, D.N. (2014). Spatial Overlap between Environmental Policy Instruments and Areas of High Conservation Value in Forest. *PLoS ONE*, 9(12), e115001. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115001>
- Toikka, A. (2010). Exploring the composition of communication networks of governance – a case study on local environmental policy in Helsinki, Finland. *Environmental Policy and Governance*, 20, 135-145. <https://doi.org/10.1002/eet.532>

- Uscanga Morales, L.A. y M. Perevochtchikova (2020). De Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos a Fondos Concurrentes: estudio de percepción social en una comunidad forestal de Oaxaca, México". *Revista Sociedad y Ambiente* 23: 1-31.
- Vela Blanco, G., López Blanco, J., y Rodríguez Gamiño, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Geografía Física*, (77), 18. doi:10.14350/rig.3100
- Vela-Correa, G., López-Blanco, J., y Rodríguez-Gamiño, M. de L. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas*, 77, 18–30.
- Vitz, M. (2012). La ciudad y sus bosques. La conservación forestal y los campesinos en el valle de México, 1900-1950. *Estudios de historia moderna y contemporánea de México*(43), 135-172.
- Woltjer, J. (2014). A global review on Peri-Urban Development and Planning. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25, 1, 1-16.
- Zabala, M.E., Martínez, S., Perevochtchikova, M., Sandoval-Romero, G.E. y Aponte, N.O. (2017). Hydrochemical assessment of Hydrological Environmental Services in the recharge area in the Southwest of Mexico City. *Environmental Earth Sciences* 76:113.
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6429-8>
- Zuñiga, I., y Deschamps, P. (2013). *Política y subsidios forestales en México*. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C. Distrito Federal, México.

Capítulo 5. Análisis de transformación

En este capítulo se muestran los resultados de la construcción de las redes para el análisis de transformación del sistema de gobernanza ambiental local para el caso de estudio del Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México; estos están divididos por variable de transformación y por periodo en el tiempo:

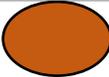
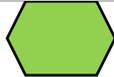
- a) Primero se muestran los resultados de las redes de manejo referida a cuestiones económicas por cada uno de los seis periodos, que representan los trienios administrativos de interés, entre los años 2000-2018, así mismo se muestra el histórico de las medidas y los atributos globales, en conjunto se analiza si en algún periodo se presentaron las condiciones teóricas propuestas por Olsson (2006 y 2010) para ese elemento de transformación.
- b) Segundo, se presentan los resultados para las redes de conocimiento-aprendizaje, igualmente para los seis periodos, así mismo las medidas y atributos globales para el periodo de estudio y en este caso se ahonda en el trasfondo histórico en el cual se generaron las redes.
- c) En tercer lugar, se presentan los resultados de los liderazgos, representados por las medidas de centralidad para cada una de las redes anteriores y por periodo de tiempo, todo con el fin de identificar actores centrales en la toma de decisiones y cambios que pudieran demostrar una transformación. Al final del capítulo, se analizan en conjunto las tres variables y sus modificaciones para poder reflexionar e identificar si en algún momento se han presentado las condiciones para la transformación del SSE hacia la sostenibilidad.

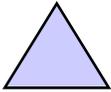
5.1 Redes de relaciones de manejo económico

5.1.1 Grafos

En esta sección se muestran los resultados de las redes de relaciones de manejo económico. En la Tabla 13 se presenta la simbología utilizada para la construcción de las redes. Se indican las formas y colores utilizados para denotar cada tipo de actor, así como los colores y formas para presentar los tipos de vínculos, todos unidireccionales. La fuerza de la red está dada por el monto del dinero otorgado o recibido por distintos actores para propósitos de conservación ambiental y se muestra como parte de cada gráfica.

Tabla 13. Simbología empleada en las redes de relaciones de manejo económico.

Elemento	Forma	Elemento	Forma
Núcleo agrario		Empresa	
Área Natural Protegida		Apoyos federales	

Gobierno local		Apoyos locales	
Gobierno federal		Apoyos privados	
Alcaldía			

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 31 se muestra la red de manejo económico 2000-2003. En este primer periodo tanto la Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX (SEDEMA), como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) otorgaron apoyos económicos. En el caso de la SEDEMA existe evidencia de que otorgó apoyos a 33 núcleos agrarios y la CONAFOR a por lo menos nueve. También se obtuvo registro de la entrega de otros apoyos de los cuales no se encontró los receptores.

Así mismo, se observa un grupo de ocho núcleos agrarios que recibieron apoyos tanto federales como locales, entre ellos las comunidades de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Milpa Alta, Magdalena Atlitic Contreras, San Bartolo Ameyalco, San Bernabé Ocoatepec, San Miguel Topilejo y los ejidos de Magdalena Petlalcalco y San Nicolás Totolapan. Respecto al grueso de los vínculos de relación en la imagen de la red, esta no se debe a grandes diferencias entre los montos otorgados, sino a que aquellos más finos muestran la presencia de un apoyo en el cual no fue posible determinar el monto exacto.

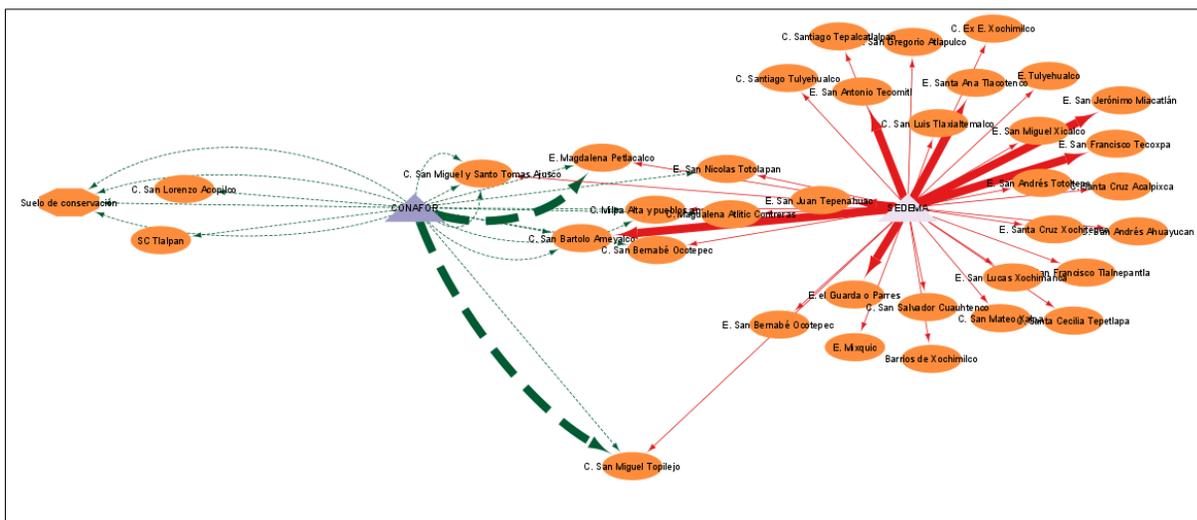


Figura 31.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2003. Fuente: elaboración propia.

Para el trienio 2004-2006, los resultados son muy similares al anterior (Figura 32). La CONAFOR a través de siete componentes correspondientes a programas previos a Proárbol, otorgó apoyos a

nueve núcleos agrarios. La SEDEMA otorgó recursos a 34 núcleos agrarios a través de los programas Fondo Comunitario para el Desarrollo Rural Equitativo y Sustentable (FOCOMDES) y el Programa Integral de Empleo Productivo y Sustentable (PIEPS). Además, también se tiene registro de la entrega de apoyos en los cuales no se localizó el destinatario. Simultáneamente, ocho núcleos agrarios recibieron apoyos de ambas agencias gubernamentales, siendo estos las comunidades de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Magdalena Atlitlic Contreras, San Bernabé Ocoatepec, San Bartolo Ameyalco, Milpa Alta y San Miguel Topilejo, así como los ejidos de Magdalena Petlacalco y San Nicolás Totolapan.

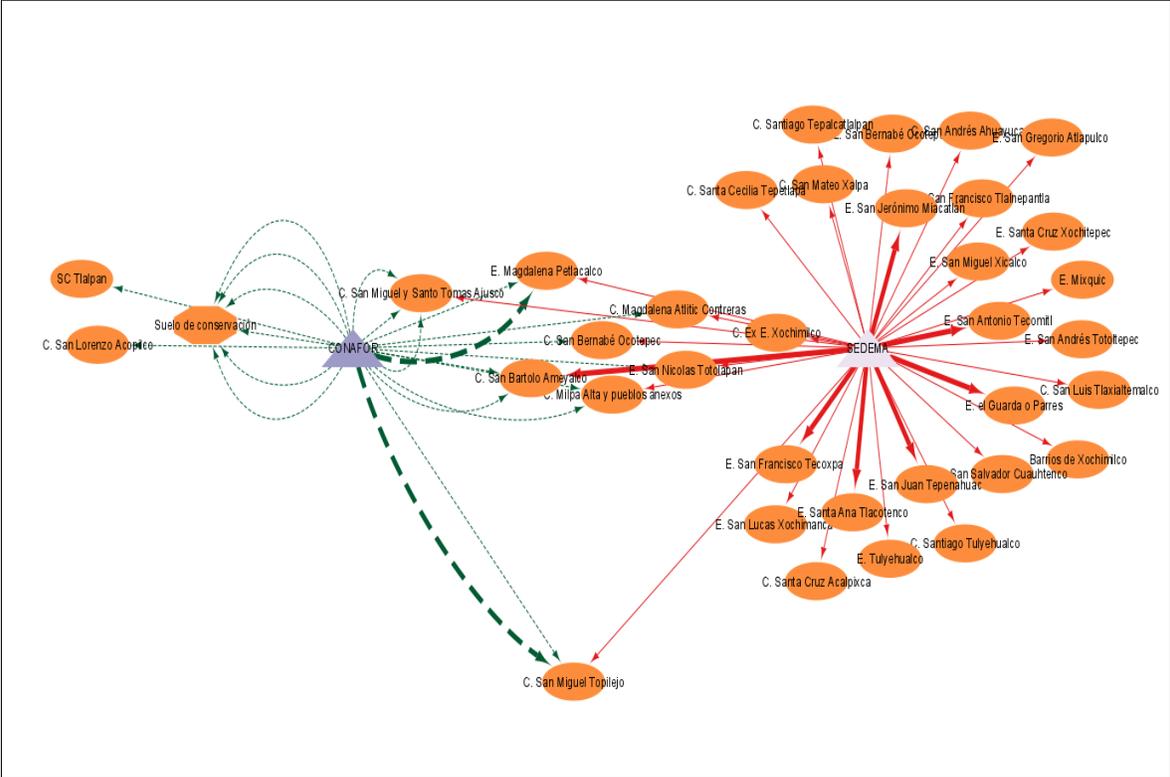


Figura 32.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2004-2006. Fuente: elaboración propia.

Para el periodo 2007-2009 (Figura 33), se puede observar que la CONAFOR entregó recursos económicos por conservación ambiental a 19 núcleos agrarios por medio de siete componentes de Proárbol, siendo el CV-Pago por Servicios Ambientales (PSA) el que más dinero manejó. Mientras que la SEDEMA entregó apoyos a 34 núcleos agrarios, nuevamente, con los programas de FOCOMDES y PIEPS. Además, la SEDEMA entregó apoyos para que se realizarán actividades de conservación en cuatro áreas naturales protegidas (ANP). Al igual que en trienios anteriores, se tiene registro de algunos apoyos de SEDEMA de los cuales se desconoce a los beneficiarios. En este periodo suben a 16 los núcleos agrarios que recibieron tanto apoyos de la SEDEMA como de la CONAFOR.

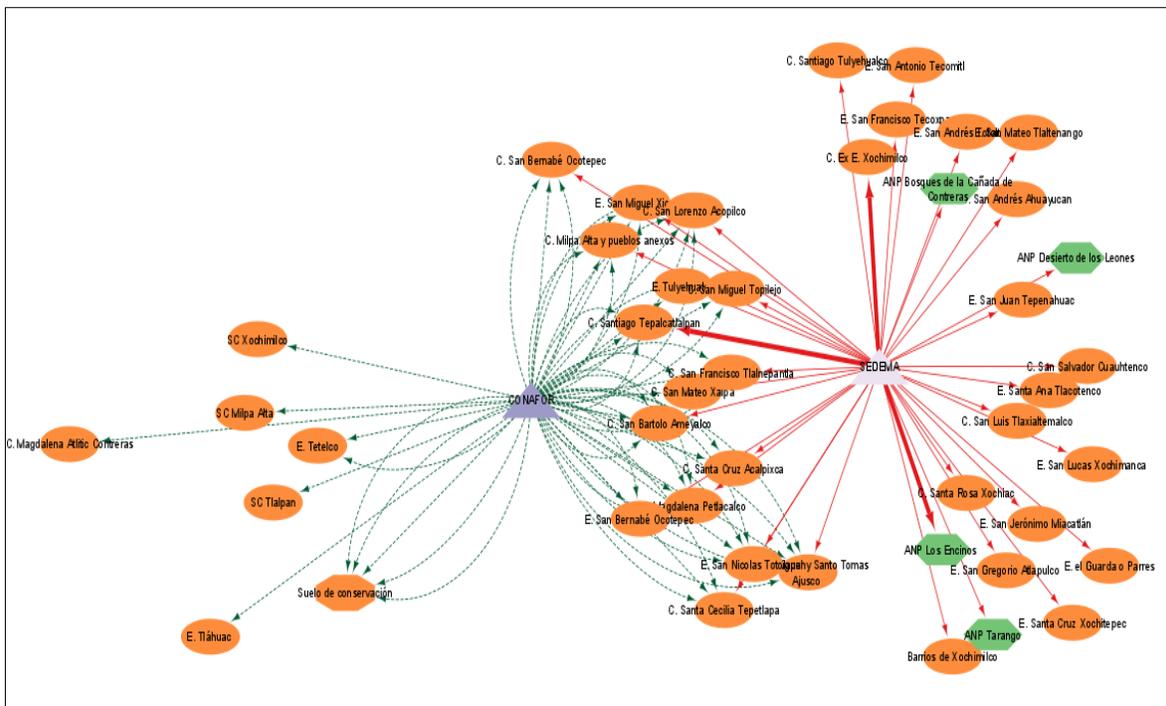


Figura 33.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2007-2009. Fuente: elaboración propia.

Para la red resultante del trienio 2010-2012 (Figura 34), la CONAFOR entregó apoyos para realizar actividades en 22 núcleos agrarios y tres ANP, a través de ocho tipos de apoyo. Nuevamente, el apoyo del componente CV-PSA fue el que más recursos entregó, dentro de este entró en operación el subcomponente de fondos concurrentes (FE) que a través del convenio con la empresa de Ingenieros Civiles Asociados (ICA) ubicó recursos con fondos mixtos a la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. De igual manera, a través del componente de programas especiales (PE) se entregaron recursos mixtos, procedentes de la CONAFOR con Coca-Cola y la asociación civil Pronatura a la comunidad de San Miguel Topilejo. Con respecto a SEDEMA, a través del Programa de Fondo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE) se entregaron recursos para realizar trabajos en 36 núcleos agrarios y seis ANPs. Fueron 20 núcleos agrarios, los que recibieron apoyos por parte de ambas agencias de gobierno. Son dos núcleos agrarios los que recibieron apoyos tanto del ámbito federal, como del local y del privado, la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco y la comunidad de San Miguel Topilejo.

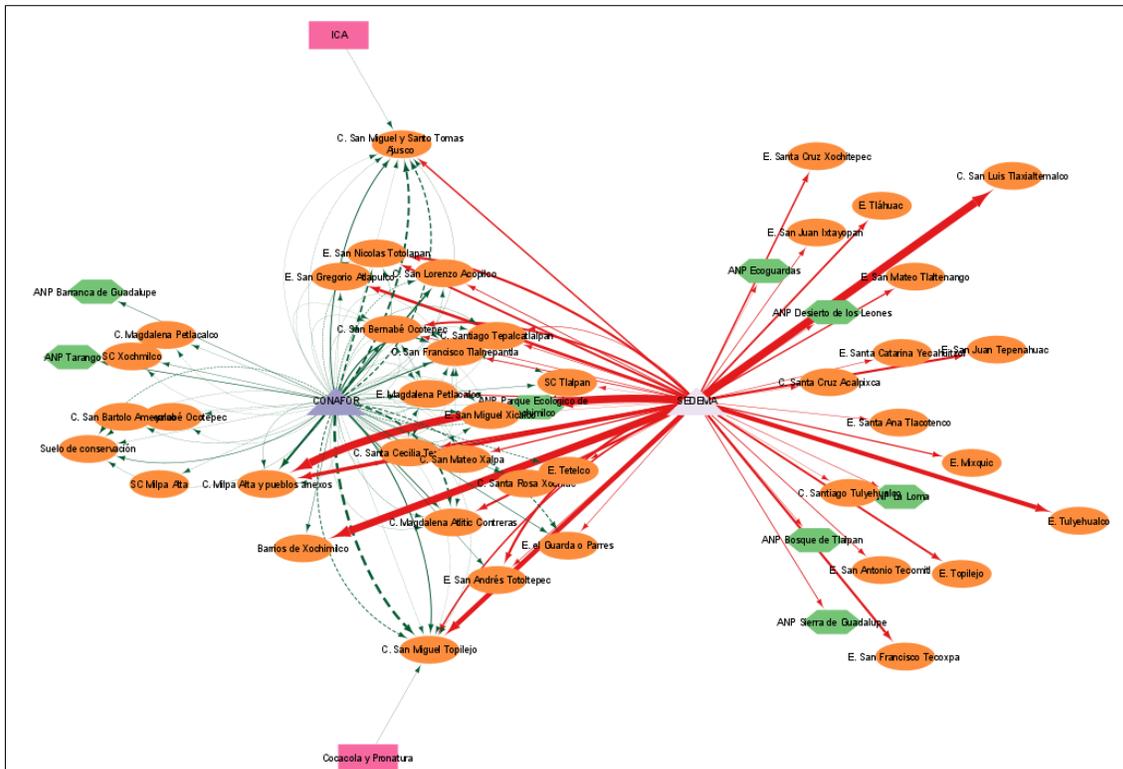


Figura 34.-Red de relaciones de manejo económico, periodo 2010-2012. Fuente: elaboración propia.

En consideración a la red del trienio 2013-2015 (Figura 35), la CONAFOR entregó apoyos a 19 núcleos agrarios y una ANP. Resalta la presencia de la alcaldía Cuajimalpa como receptora de apoyos, dentro del componente PE. Así mismo, sobresale la presencia de la alcaldía La Magdalena Contreras a modo de emisora de apoyos como parte del CV-PSA, en FC; también se mantiene la presencia de ICA como donante dentro de este mismo componente. En lo que concierne a la SEDEMA, ésta dio apoyos económicos a 36 núcleos agrarios y seis ANP a través del programa PROFACE. Fueron 17 núcleos agrarios los que recibieron apoyos por parte de ambas agencias. Por otra parte, son tres núcleos agrarios los que resaltan como beneficiarios de tres fuentes, incluyendo la privada, la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, la comunidad de Magdalena Atlitlic Contreras y el ejido de San Nicolás Totolapan.

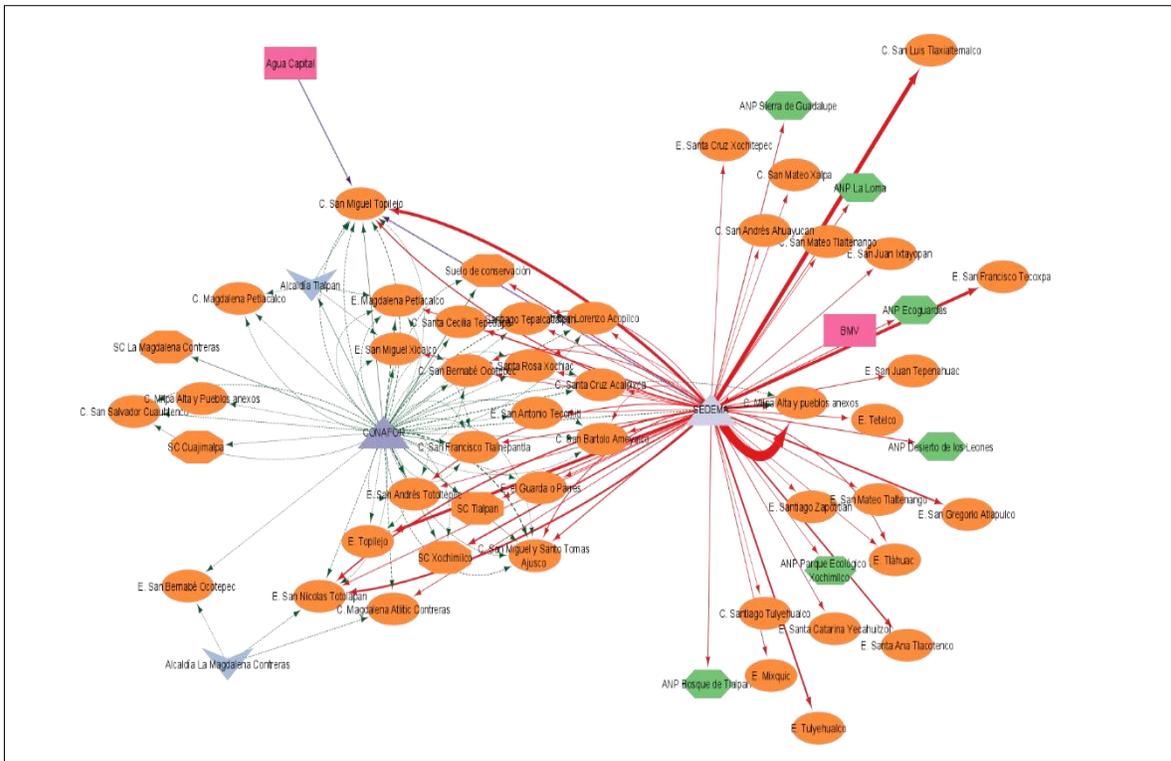


Figura 36.- Red de relaciones de manejo económico, periodo 2016-2018. Fuente: elaboración propia. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en esta primera sección, los resultados muestran una red de relaciones de manejo económico en evolución constante a través del tiempo. Donde, inicialmente solo SEDEMA y la CONAFOR entregan recursos económicos a un tipo de actor, que son los núcleos agrarios. Sin embargo, con el tiempo va incrementando la diversidad de benefactores, puesto que se integran empresas privadas a la red a través de los componentes CV-PSA, FC, PE, BCF y entra Agua Capital con un proyecto propio. Así mismo, se incrementa el número y tipo de beneficiarios, pasan de solo núcleos agrarios, a integrar ANPs y alcaldías como receptoras de recursos. En términos de transformación, teóricamente debe de existir un incremento en el tipo y número de relaciones entre los actores, así, en estas redes si se observa un aumento de la diversidad de actores participantes.

Respecto al sentido de los vínculos, todas las relaciones en la red de manejo económico son unidireccionales origen-destino. En este tipo de redes los actores con vínculos salientes (outdegree) tienen mayor influencia sobre los actores con vínculos entrantes (indegree), así en este caso por el número de vínculos salientes de CONAFOR y SEDEMA, estos actores son los que poseen mayor influencia sobre la red durante todo el tiempo de análisis, a pesar del ingreso a la red de nuevos benefactores, como las alcaldías y entidades privadas,. Este tema se profundiza en la sección de liderazgos.

Las medidas globales también pueden indicar si una red está dominada por unos cuantos actores, los resultados de las medidas globales se muestran en la sección siguiente.

5.2.2 Medidas globales

Los resultados de las medidas globales de la red de relaciones de manejo económico se presentan en la Figura 37. Respecto a la densidad, se observan valores bajos y con tendencia a la baja, los cuales indican que en la red hay muy pocos vínculos entre todos los posibles; esto es un resultado obvio dado que los núcleos agrarios no realizan intercambio de recursos económicos entre sí y por lo tanto no hay vínculos entre ellos. La medida de centralización es inicialmente alta, pero disminuye con el tiempo, lo que refleja que la red inicialmente estaba centrada en sólo los apoyos de la SEDEMA y la CONAFOR, pero con la aparición en la red de las alcaldías y empresas privadas como benefactoras, esto disminuye, y entonces la red cambia de centrada en unos actores a centrada en varios. En cuanto a la medida de heterogeneidad, esta indica la formación de subgrupos, y en la figura se observa una tendencia al aumento, lo que refleja los grupos de beneficiarios que reciben únicamente recursos de la SEDEMA, beneficiarios que reciben apoyos únicamente de la CONAFOR, beneficiarios que reciben de ambas fuentes, y beneficiarios con tres fuentes de financiamiento, como la SEDEMA, CONAFOR y algún ente privado o alcaldía, y beneficiarios con hasta cuatro fuentes de recursos económicos.

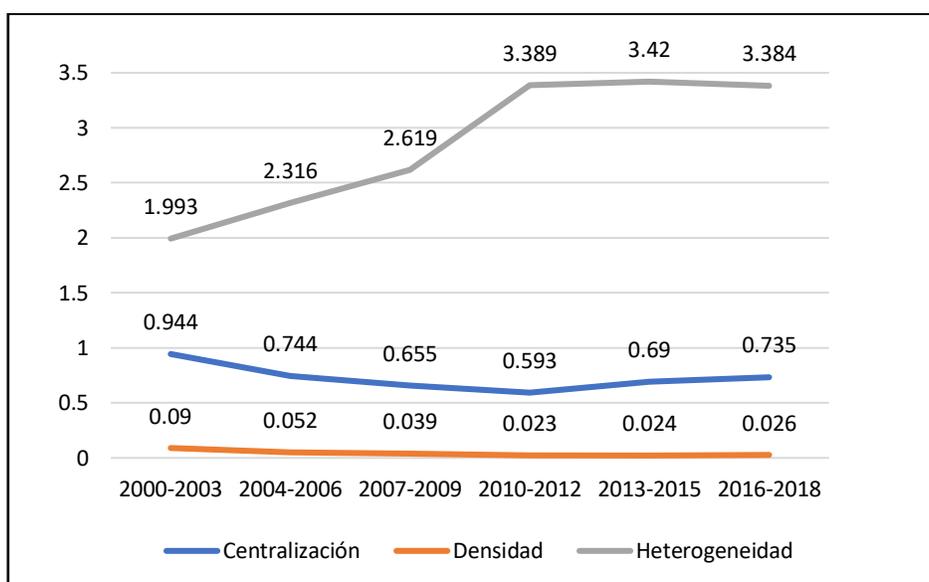


Figura 37.- Métricas globales de la red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.
Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó en la propuesta metodológica, en términos de la transformación, las medidas de la red deberían tener las siguientes tendencias: i) la densidad se incrementa, ii) la centralización se reduce y iii) la heterogeneidad aumenta. Sin embargo, de 2000 a 2018 el único requisito que se cumple con esta tendencia es el incremento en la heterogeneidad de actores. Incluso, cuando se analiza por trienio individual, tampoco en ningún momento se cumplen las otras condiciones para una transformación del sistema.

Otra condición para la transformación es un incremento en el número y diversidad de actores y esto sí sucede en la red y se ve reflejado en los atributos globales de la red (Figura 38), el número total de actores incrementó de 36 a 51, también incrementó el tipo, de tres a cinco.

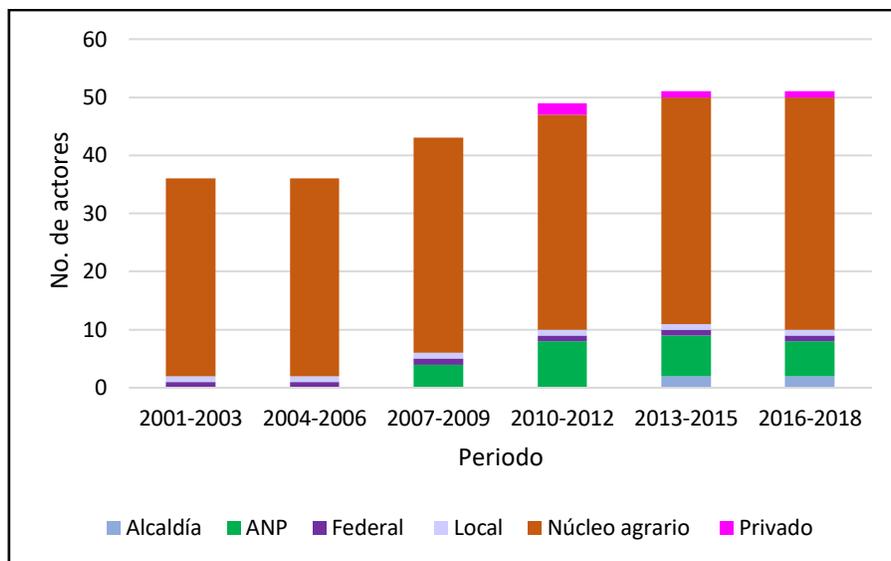


Figura 38.-Diversidad de actores de la red de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018. Fuente: elaboración propia.

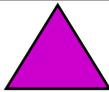
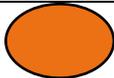
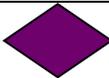
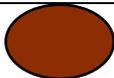
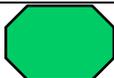
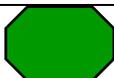
De este modo, para la variable de relaciones formales de manejo económico, únicamente se cumplen dos de cuatro condiciones para la transformación incremento en la heterogeneidad y en la diversidad de actores, ambas condiciones estrechamente relacionadas. En las secciones siguientes del capítulo se muestran los resultados para las variables relaciones de conocimiento-aprendizaje y liderazgos, y se analiza si estas cumplen con las condiciones para la transformación

5.2 Redes de relaciones de conocimiento-aprendizaje

5.2.1 Grafos

La simbología empleada en la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje se muestra en la Tabla 14. En este caso, la diversidad de actores que interactúan en la red es mayor y los tipos se diferencian por color y forma. Los vínculos son bidireccionales y representan la presencia en la misma arena de acción, en la cual los actores intercambian el conocimiento y aprenden. El ancho de los vínculos está dado por el número de eventos compartidos entre cada par de actores y la escala se muestra en cada una de las redes. El tema del conocimiento-aprendizaje se abordó en el capítulo del marco teórico y se profundizó en él, en el apartado metodológico.

Tabla 14.- Simbología empleada en las redes de relaciones de conocimiento-aprendizaje.

Elemento	Forma	Elemento	Forma
Individuo		Gobierno federal	
Núcleo agrario/pueblo		Agencia internacional	
Pueblos internacionales		OSC/Asociación civil	
Academia local		Empresa	
Academia internacional		Vínculo bidireccional	
Gobierno local			

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje para el primer periodo de tiempo (2000-2003) se muestran en la Figura 34. En este momento participaron agencias de gobierno federal como la CONAFOR, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal del Ambiente (PROFEPA). También, tomaron parte de la red las autoridades locales, como la SEDEMA, se creó la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) y participaron las alcaldías. Además, se integraron 42 grupos de pueblos originarios o núcleos agrarios.

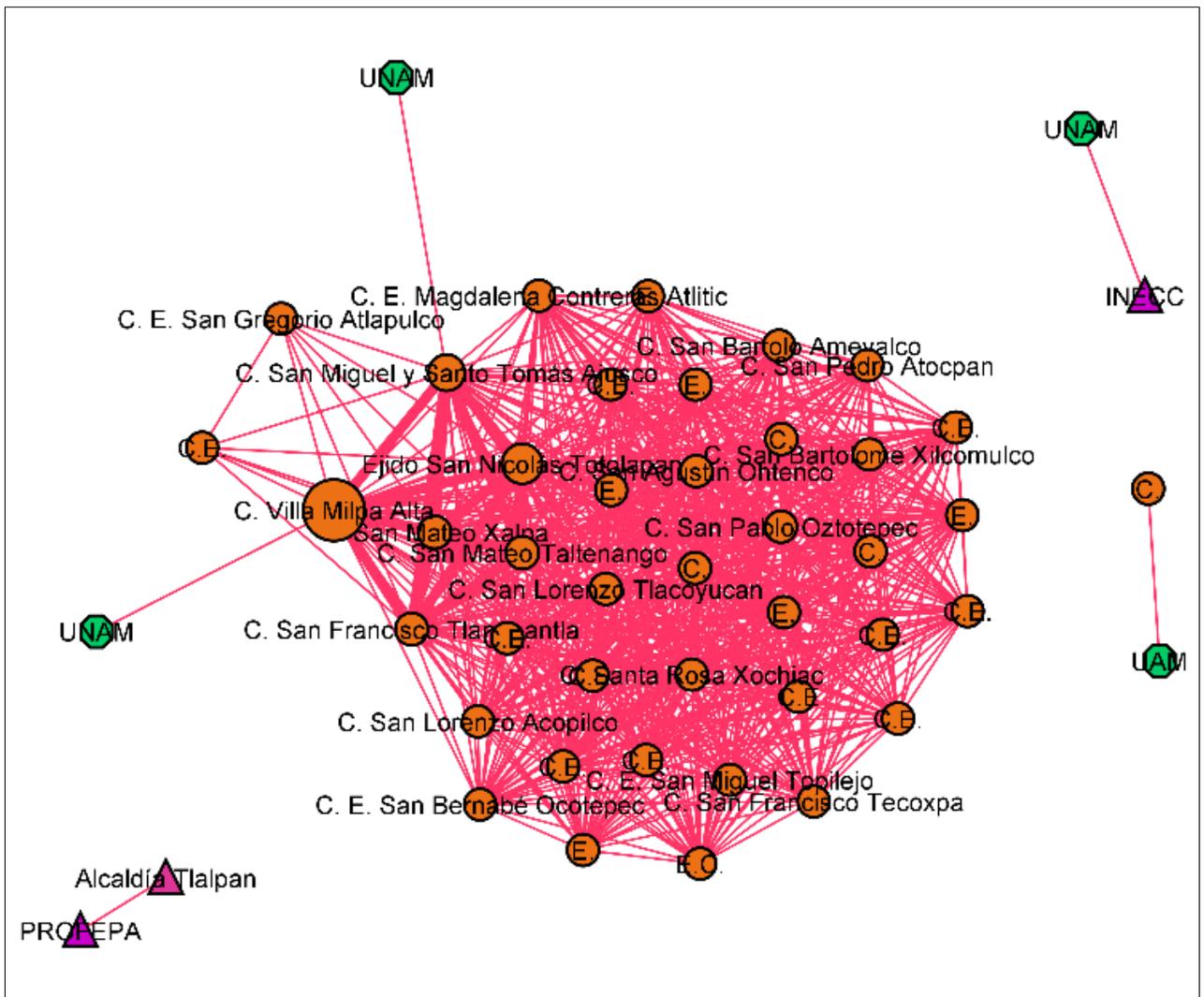


Figura 39.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2003. Fuente: elaboración propia.

En este periodo, se llevaron a cabo los primeros esfuerzos para reunir la información sobre el SC, tanto en términos ambientales como sociales y económicos. Se publicó el Programa General de Ordenamiento Ecológico (SEDEMA, 2000), el Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal (SEDEMA, 2002) y el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SIANAP). Además de que se propusieron las primeras estrategias de retribución económica, como los programas de FOCOMDES y PIEPS, cuyo marco se relacionó con los objetivos del desarrollo sustentable. Sin embargo, no se llevaron a cabo procesos de toma de decisiones conjuntas, ni entre la SEDEMA con otras instancias, ni se discutió su alcance con los habitantes del SC. Respecto a la academia, los esfuerzos se concentraron en analizar aspectos biológicos y ambientales y no hubo colaboración con los poblados y núcleos agrarios.

A pesar de ello, la red para ese trienio se debe principalmente a las actividades de la entonces Alianza de Pueblos indígenas y Comunidades del Anáhuac (APICA), constituida por varios núcleos agrarios (Vera-Herrera, 2002). La APICA manifestó su visión sobre el SC, criticando las políticas

implementadas por el gobierno local y realizando contrapropuestas, también solicitando la intervención gubernamental a los conflictos agrarios por límites territoriales. Igual, reprochó a la SEDEMA el otorgamiento de permisos forestales en tierras en conflicto; se manifestaron en contra de la regularización de asentamientos irregulares y de las políticas de incentivos directos de conservación (IDC), por considerar que reforzaban los cacicazgos políticos. Y, también, reprocharon la negativa del jefe de gobierno Andrés Manuel López Obrador a reunirse con ellos para discutir los problemas. Igualmente, se manifestaron en repudio a la construcción del aeropuerto en Texcoco y facilitaron que el Ejército Zapatista de Liberación Nacional visitara las poblaciones en el SC.

Durante el trienio de 2004-2006 la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje se vuelve más diversa. En la red, además de la CONAFOR, participan agencias de gobierno, como la Comisión Nacional de Áreas protegidas (CONANP), el INE, la PROFEPA, la Secretaría de Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y hasta la Secretaría de Educación Pública (SEP). Del gobierno local participan además de la SEDEMA, la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (CORENA), la Secretaría de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), la secretaría de protección civil, el cuerpo de bomberos y cuatro alcaldías. Trece núcleos agrarios, grupos académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Colegio de México (COLMEX), Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y varias organizaciones de la sociedad civil. Y aparece el primer actor internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como parte del Proyecto UNESCO Xochimilco (PUX).

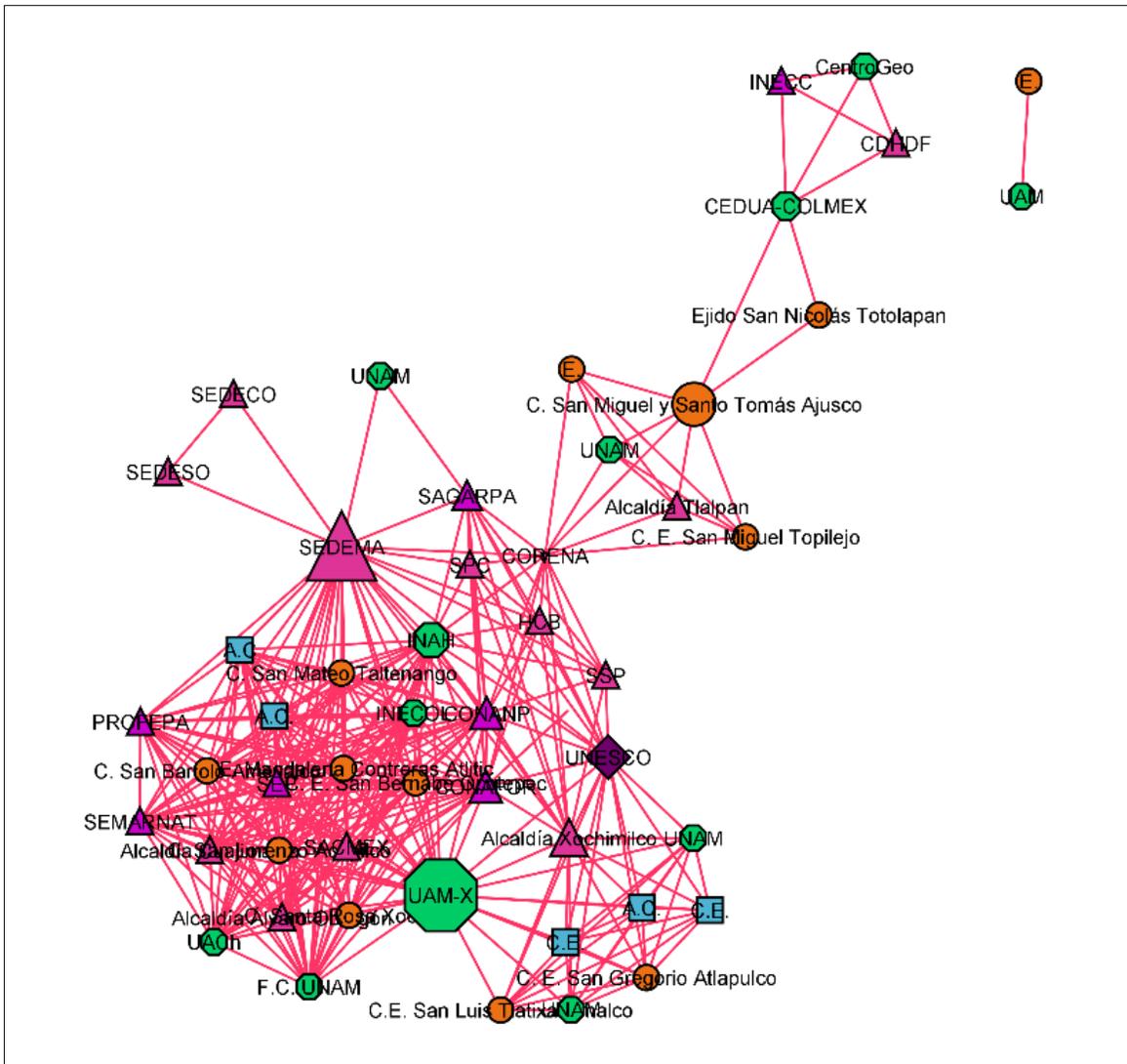


Figura 40.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2004-2006. Fuente: elaboración propia.

En este periodo se generó amplio conocimiento sobre el SC gracias a la conformación de documentos guía, como el Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal (CONAFOR, 2006) y la Agenda XXI de la Ciudad de México (GDF, 2004). Pero, son dos procesos impulsados por el gobierno local los que le dan forma a la red, el PUX (Zabaleta Solís, 2004) y el Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones (CONANP, 2006); ambos con miras a la restauración y la conservación ecológica. Estos proyectos aspiraron a ser espacios participativos con colaboración entre las instituciones de gobierno a diferentes niveles, núcleos agrarios y otros actores. Sin embargo, a los núcleos agrarios únicamente se les asignó el papel de informantes y con el cambio de administración no se dio continuidad a los trabajos (Zabaleta Solís, 2004).

Desde la academia se impulsó el macroproyecto de Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano (MEDH) de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FC-UNAM), el cual tuvo por el objetivo generar un diagnóstico ambiental sobre la cuenca del río Magdalena. Se conjuntó la información sobre el estado

de los elementos estructurales bióticos y abióticos para proponer acciones para la conservación y restauración en términos de servicios ecosistémicos (UNAM, 2006). La investigación constituyó uno de los primeros esfuerzos interdisciplinarios en la UNAM y se desarrolló con el objetivo de proponer políticas públicas hacia el desarrollo sustentable, sin embargo, en su transcurso no se generaron vínculos con las agencias de gobierno, y solo algunos con las comunidades.

Este periodo también se caracteriza por conflictos entre los núcleos agrarios, por lo que no se llevaron a cabo foros, ni reuniones donde pudiese haber intercambios (Ramírez y Pérez, 2008). Sin embargo, se construyó el conocimiento a través de la generación de reglamentos internos por parte de los núcleos agrarios como requisito para poder acceder a los apoyos económicos del componente CV- PSA de la CONAFOR (SEMARNAT, 2007).

En cuanto a la red resultante para el trienio 2007-2009 (Figura 41), en ella participan las agencias del gobierno federal la CONAFOR, la CONAGUA, la CONANP, el INE, la PROFEPA, la SAGARPA y la UNIFAP. Del Gobierno local participan la SEDEMA, la PAOT, la secretaría de finanzas, la secretaría de obras y servicios, SPC, entre otras. Además, están las alcaldías de Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Xochimilco y Tlalpan. Así mismo, se integran 40 grupos académicos de la UNAM, la UAM, la UCh, el Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro Geo y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, también participan cerca de 20 asociaciones civiles y 16 núcleos agrarios o pueblos.

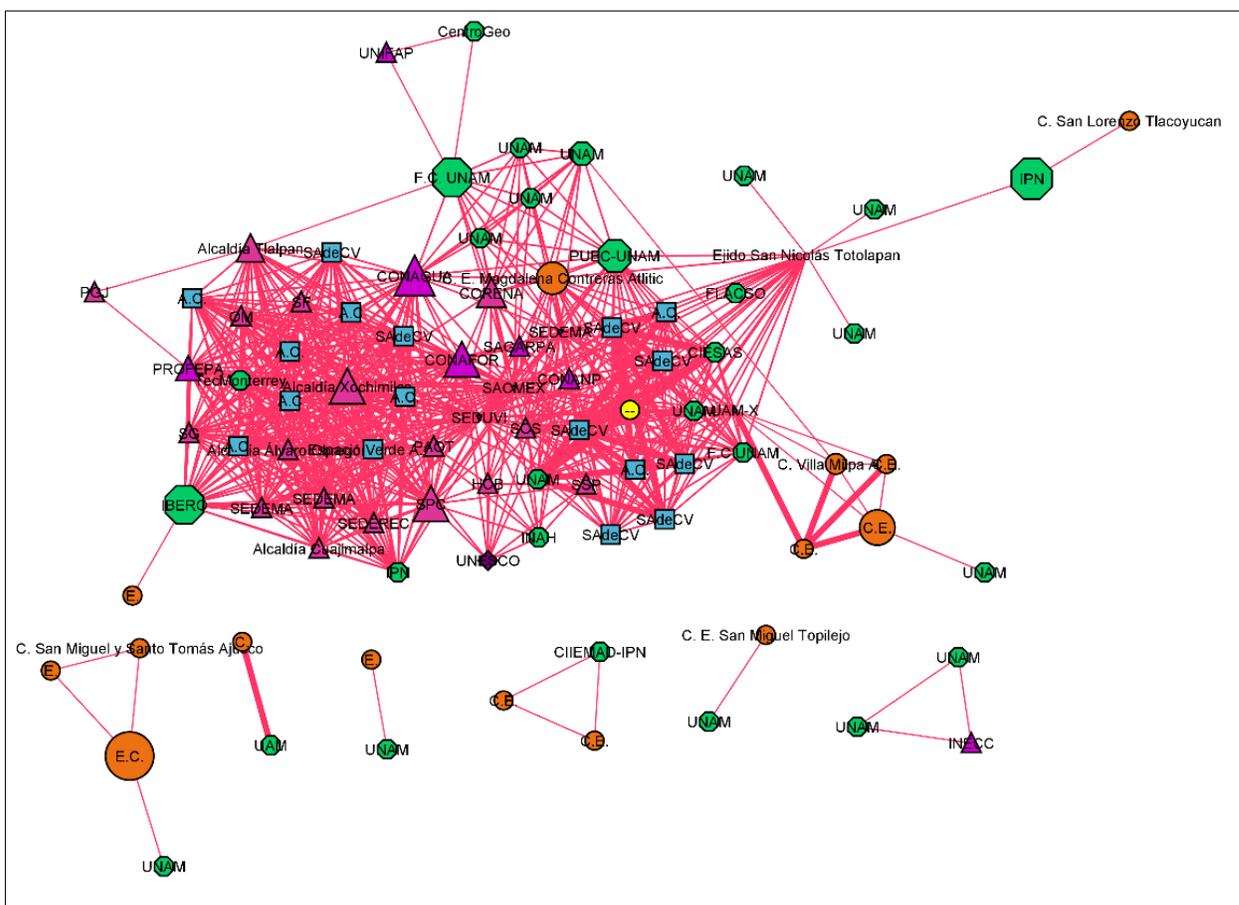


Figura 41.-Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2007-2009. Fuente: elaboración propia.

Este periodo se caracterizó por la ejecución de grandes proyectos, como el Rescate Integral de los Ríos Magdalena y Eslava (RIRME) y el Programa de Barrancas Urbanas como Áreas de Valor Ambiental (PBUAVA), ambas iniciativas pertenecientes al gobierno local (SEDEMA, 2012a; 2012b). En ellos se invitó a participar a diversos actores, incluyendo a los habitantes de los núcleos agrarios y pueblos originarios, sin embargo, durante la implementación no se les tomó en cuenta (Zamora Saenz, 2013). También, se buscó diseñar políticas para la adaptación, reducción de vulnerabilidad y mitigación ante el cambio climático, primero con el Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM, 2011) y después con el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PAC) 2008, ambos se hicieron en conjunto con la academia (SEDEMA, 2012c).

Dentro de los procesos impulsados desde la academia, continuaron actividades del MEDH y se publicó el libro de Rescate de Ríos Urbanos del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad (PUEC-UNAM), el cual representó una ampliación del plan maestro del RIRME, con el objetivo de mostrar como este proceso se podría implementar en otros contextos (González Reynoso et al., 2010). Además, se realizaron algunas investigaciones, en su mayoría tesis de licenciatura, sobre cuestiones ambientales y biológicas, y unas pocas en torno a los temas de vulnerabilidad

De los procesos impulsados por los núcleos agrarios y pueblos originarios, destaca el movimiento de resistencia contra la línea 12 del metro (Díaz Aldret, 2018). Los habitantes de la alcaldía Tláhuac por medio del ecologista Miguel Valencia se contactaron con el Colectivo Jóvenes en Resistencia Alternativa, Frente de Pueblos del Anáhuac y, en conjunto, llevaron a cabo en 2009 la Asamblea de Afectados Ambientales en el ejido San Francisco Tlaltenco. Con este movimiento, los pueblos y núcleos agrarios del SC crean vínculos con la academia y con otros movimientos ambientalistas a nivel nacional (Navarro Trujillo, 2015).

Para el periodo 2010-2012, la red crece aún más (Figura 42), ahora en ella participan cinco agencias del gobierno federal, 20 del gobierno local, más 7 alcaldías, 39 grupos de investigación de la UNAM, la UAM, el IPN, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), etc. Por otro lado, también participaron cerca de 27 OSCs y ocho empresas. Así mismo aparecen en la red 22 núcleos agrarios. Además, participaron grupos académicos y OSCs del extranjero.

Continuaron las actividades del RIRME, el PBUAVA, el CVCCCM y del PAC. Además, la SEDEMA generó dos documentos con información importante sobre el SC, como el Plan Rector del Sistema de Áreas Protegidas 2010 y el Atlas Geográfico del Suelo de Conservación (SEDEMA, 2012d; SEDEMA y PAOT, 2012). En esta etapa también surgieron conflictos derivados del proceso del RIRME, por ejemplo, en la parte alta de la cuenca del Río Magdalena vecinos y comuneros detuvieron la construcción de un colector de aguas negras argumentando la falta de información y que esta obra no estaba contemplada en el documento del plan maestro. Es decir, los núcleos agrarios y pueblos consideraron que habían sido dejados de lado en la toma de decisiones.

En relación con los procesos impulsados por la academia, desde la FC-UNAM se impulsó la iniciativa Bosque de Agua (BA), la cual tuvo por objetivo diseñar una estrategia para el desarrollo sustentable y la conservación del bosque ubicado en el corredor biológico Ajusco-Chichinautzin, cuya gran parte se ubica sobre el SC (ECOBA, 2012). Esto a través de un esquema de colaboración entre instituciones gubernamentales, propietarios de las tierras, grupos ambientalistas y académicos. Sin embargo, aunque en el proceso participaron 15 autoridades de bienes comunales y ejidales, algunas ubicadas en el SC, su nivel de influencia en la toma de decisiones no quedó claro.

En este trienio, nuevamente, los núcleos agrarios y pueblos ubicados en el SC se organizaron en contra de un proyecto del gobierno local. En 2010 el GDF decretó la construcción de una vía de peaje en el sur-poniente de la ciudad, para conectar la zona de San Jerónimo a la zona de Santa Fe, lo que implicó la expropiación de cientos de predios en las alcaldías Álvaro Obregón y La Magdalena Contreras. Como respuesta, un grupo de vecinos formó el Frente Amplio contra la Supervía Poniente (FACSP) para manifestar su descontento (Alfie, 2013). El FACSP argumentó que en torno a la Supervía había falta de información, además, de que era una política contraria al Plan Verde por traer efectos negativos para el ambiente y una reducción en la movilidad. Inicialmente, el FACSP generó alianzas con organizaciones políticas de izquierda para hacer marchas y protestas, en un segundo momento creó lazos con grupos académicos, asociaciones ambientalistas y algunas instancias de gobierno para organizar foros y simposios donde se expusieron las afectaciones ambientales del proyecto, también obtuvieron el apoyo de organizaciones ambientales internacionales (Zambrano, 2010). Así mismo, se vincularon con asociaciones de derechos humanos y ambientales, si bien al final no pudieron frenar la obra si lograron modificar el trazo de la vialidad.

Acerca de los procesos de conocimiento-aprendizaje del trienio 2013-2015 (Figura 43), se observa que en ellos participaron agencias federales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la CONAFOR, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la CONANP, la PROFEPA, etc. Del gobierno local participan la SEDEMA, la CORENA, el SACMEX, el Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), la Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC), el Instituto de Ciencia y Tecnología (ICyTDF), la PAOT entre otros, así como, las alcaldías de Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco. De la academia, tomaron parte 53 grupos de investigación, de los cuales ocho fueron internacionales. También, más de 10 asociaciones civiles y tres agencias de origen extranjero. De igual modo, participaron más de 29 pueblos y núcleos agrarios.

La agenda de política pública ambiental del gobierno local en este periodo se centró en la creación del conocimiento en temas de mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático. Entre los principales proyectos estuvo La Estrategia de Resiliencia (ER) (SEDEMA, 2016), que fue planteado como participativo, pero que nunca invitó a los núcleos agrarios o pueblos del SC a participar en su diseño.

Desde la academia se fomentaron foros para dar continuidad a la iniciativa de BA. Además, se llevó a cabo una colaboración entre la Facultad de Artes y Diseño (FAD-UNAM) y el Instituto de Biología, (IB-UNAM), con la autoridad de la Zona Patrimonio de Xochimilco y Tláhuac para la producción de obras gráficas y fotografías para registrar el legado natural, histórico y cultural de la zona lacustre (Arizpe Pita, 2015).

Por otra parte, pueblos originarios de la ciudad, algunos de ellos ubicados en el SC, organizaron la Unión de Pueblos y Barrios Originarios del Distrito Federal. Esta organización buscó la recuperación de la autoridad de los pueblos originarios sobre los panteones tradicionales, dado que las alcaldías buscaron ejercer jurisdicción sobre estos (Cruz González, 2016).

Finalmente, al trienio 2016-2018 (Figura 44), se presentan seis agencias de gobierno federal, entre ellas la CONABIO, la CONAFOR, el INIFAP y la PROFEPA. Respecto al gobierno local aparecen ocho agencias, como la SEDEMA, la CORENA, la SEDEREC, la PAOT, etc. Además de 43 grupos de investigación nacionales y 17 grupos internacionales. También 14 asociaciones civiles y una empresa. Así como, 54 pueblos o núcleos agrarios e incluso un pueblo indígena proveniente del extranjero. Destacan también cinco agencias internacionales, entre ellas la UNESCO.

audiencias públicas para escuchar y recibir observaciones sobre temas de resiliencia y seguridad, participaron OSCs, sociedad civil, organizaciones gremiales, empresas, colegios, asociaciones de profesionistas y representantes de los núcleos agrarios, sin embargo, el documento final fue rechazado por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal ALDF (ALDF, 2017).

Desde la academia se formularon varios proyectos relacionados con el estudio socioecológico del SC. Destacan grupos de trabajo, como el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS) del Instituto de Ecología de la UNAM con el proyecto MEGADAPT, el grupo de ecosistemas de montaña de la FC-UNAM y el grupo del Colegio de México con el proyecto Trajectories of Social-Ecological Systems in Latin American Watersheds (TRASSE) (Megadapt, 2021; TRASSE, 2022). Aunque ninguno enfocado en la totalidad de la extensión territorial del SC, todos aspiraron a hacer trabajo transdisciplinario y co-construcción del conocimiento en conjunto con los pueblos y núcleos agrarios del SC.

En este periodo también surgió un movimiento integrado por varios núcleos agrarios y pueblos rurales que habitan el SC, autodenominado como la Asamblea Autónoma de los Pueblos de la Cuenca de la Ciudad de México (AAPCM) (Bellinghausen, 2018a; CENCOS, 2018). Este dio inicio en el momento que los pueblos fueron invitados a participar en la asamblea constituyente para la nueva constitución de la CDMX. Este momento les dio la oportunidad de formar lazos entre sí, además, les unió el hecho de que consideraron que sus opiniones no fueron tomadas realmente en cuenta. Así, en 2016, inician una serie de reuniones informales para discutir los problemas que tenían en común, las cuales escalaron de atraer a unos cuantos representantes de núcleos agrarios, a reuniones formales que lograron conjuntar a casi todos los pueblos y núcleos agrarios que habitan el SC, además de las autoridades federales, locales y agencias internacionales, bajo un mismo techo. La AAPCM reclamó el derecho ancestral al manejo de la tierra y buscó obtener una retribución más justa por los servicios ecosistémicos que el SC brinda a la ciudad; los pueblos plantearon sus propios modelos de manejo basados en documentos históricos, datos científicos, monitoreo e intercambio de información (Bellinghausen, 2018b; 2018c; 2018d; 2018e). Este movimiento es el que está detrás de la forma y crecimiento de la red en este periodo.

Como se ha observado a lo largo de esta sección de análisis, la forma de las redes en cada periodo es resultado de los proyectos impulsados desde el gobierno local, la academia y las acciones de pueblos y núcleos agrarios que habitan el SC. En cada sexenio el gobierno de la CDMX impulsó ambiciosos proyectos ambientales como el PUX, el RIRMA y la ER, que, aunque se plantearon con un trasfondo participativo para la toma de decisiones, solo ocuparon a los habitantes del SC como informantes y en algunos casos ni siquiera los contemplaron.

Desde la academia también se plantearon proyectos, como el programa del MEDH, el BA, el Megadapt o el Trasse, que buscaron generar conocimiento desde una perspectiva inter, multi y transdisciplinaria para un mejor manejo de conservación socioecológica del SC. Pero, no siempre contemplaron la participación de los pueblos del SC para la construcción del conocimiento.

Por último, prácticamente en cada periodo, los pueblos y núcleos agrarios del SC formaron vínculos para resistir alguna propuesta política o un megaproyecto. Por ejemplo, en contra de los programas de la SEDEMA y en apoyo al EZLN, en oposición a la línea 12 del metro, en resistencia a la Supervía Poniente, por la protección de los panteones tradicionales, y en desacuerdo con la constitución y la búsqueda de un manejo propio del SC. Estos se movilizaban para formar lazos entre ellos, con

pueblos indígenas fuera de la ciudad, con grupos académicos nacionales y extranjeros, así como, con asociaciones civiles, grupos de afectados ambientales y agencias internacionales.

En relación con el sentido de los vínculos, todas las relaciones de conocimiento-aprendizaje se asumen como bidireccionales, es decir no hay un solo origen o destino, porque en los intercambios dados en la arena de acción se da por sentado que ambas partes intercambian conocimientos y ambas partes aprenden de este. De este modo, las medidas de vínculos salientes (outdegree) y vínculos entrantes (indegree) no son de relevancia para denotar aquellos actores que tienen mayor poder o influencia sobre otros. Es por ello que, para interpretar la influencia de los actores, se acude a la información adicional relacionada con el contexto de la generación del conocimiento y aprendizaje. Así, aunque en algunos momentos del periodo de tiempo, los actores como la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco poseen el mayor número de vínculos en la red, esto no necesariamente se traduce en que tuviesen poder sobre la política pública ambiental que se implementa en el SC.

5.2.2 Medidas globales

En cuanto a los resultados de las medidas globales para la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje (Figura 45), se puede observar que la densidad incrementa en el segundo periodo, pero disminuye los siguientes cuatro; lo que puede indicar que el intercambio de información está disminuyendo, o que la red crece más rápido de lo que se crean espacios de intercambio. La centralización se incrementa en los primeros tres periodos, se reduce los siguientes dos y en el último periodo vuelve a aumentar; el incremento significa que hay un mayor grado de influencia de un pequeño número de actores a pesar del crecimiento de la red. La heterogeneidad disminuye en el segundo periodo, aumenta el tercero, disminuye el cuarto, incrementa el quinto y vuelve a bajar; con esto, cuando incrementa significa que los nodos están ocupando diferentes papeles en la red y se forman subgrupos, es decir en algunos periodos hay más subgrupos y en otros menos.

Como se nota, durante todo el periodo las medidas globales muestran una trayectoria dispar y no parecen contar una historia coherente. Suben y bajan durante todo el periodo de estudio, lo que significa que continuamente se generan vínculos diversos, pero también frecuentemente se rompen, y que los vínculos se relacionan con proyectos políticos dominantes en cada sexenio.

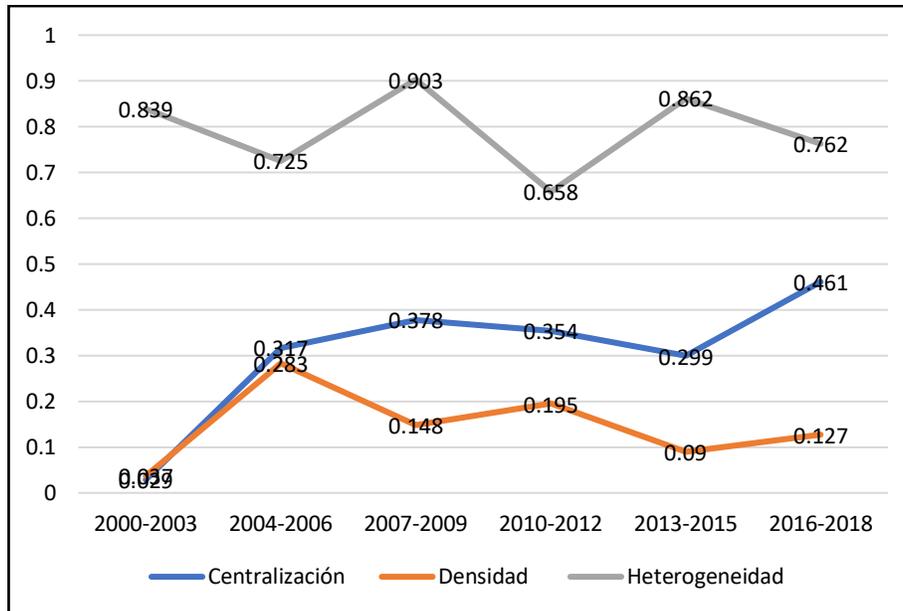


Figura 45.- Métricas globales de la red de relaciones conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2018. Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó en la sección anterior, en el caso de las medidas globales, para que haya evidencia de una transformación en el sistema de gobernanza, la densidad debe incrementar, la centralización se reduce y la heterogeneidad aumenta. Así, para el periodo de estudio 2000-2018 no se cumplen las condiciones de transformación y tampoco en ningún periodo trienal, ni siquiera se cumplen en el último periodo 2016-2018 en el contexto del movimiento de la AAPCM.

En cuanto a los atributos globales de la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje (Figura 34), el número total de actores incrementó de 56 a 151 a lo largo del tiempo. Pasó de contener actores de solo el gobierno local, federal, comunidades agrarias y pocos de la academia, a atraer a actores internacionales, entre ellos agencias como la UNESCO, múltiples OSC, grupos académicos internacionales y pueblos indígenas proveniente de y fuera de las Ciudad de México.

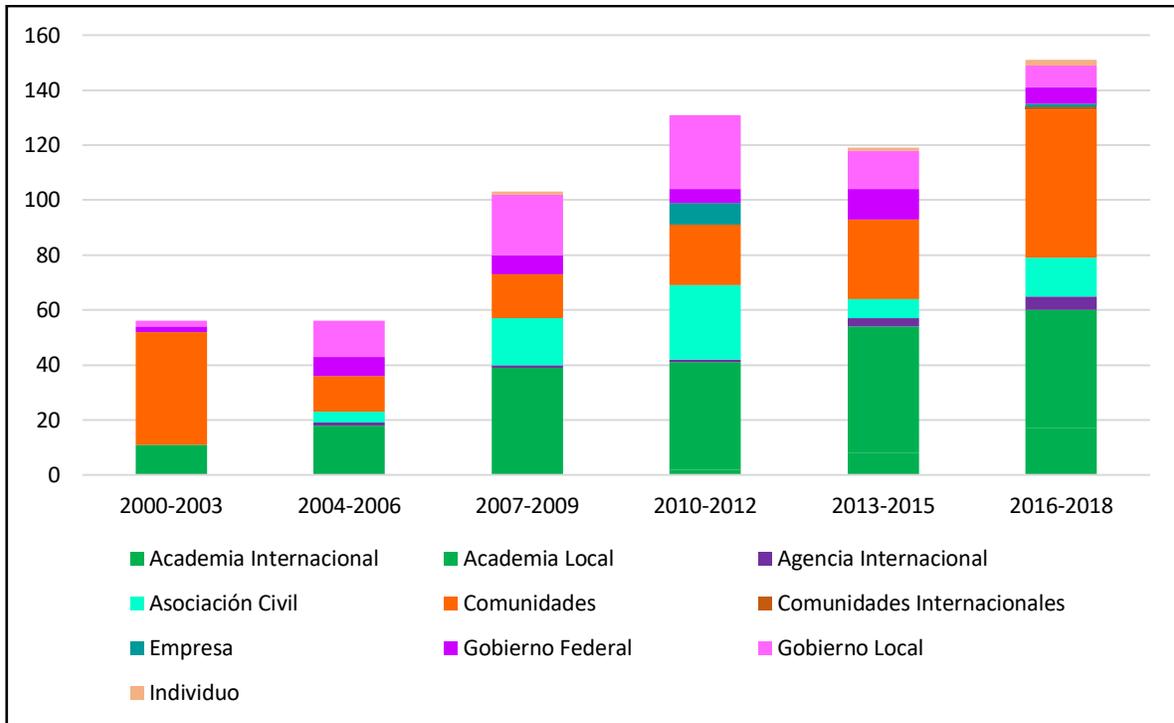


Figura 46.-Diversidad de actores de la red de relaciones conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2018. Fuente: elaboración propia.

En relación con los atributos globales (Figura 46) si hay un incremento progresivo en el número y diversidad de actores que participan en la red. Se observa un patrón, en el cual en la segunda mitad de cada sexenio se incrementa el número y diversidad de actores, respecto a la primera mitad. Esto se asocia al avance en los programas de política pública del gobierno local y a los procesos de resistencia de los pueblos en contra de diversos proyectos. En este sentido, esta variable si cumple con una condición para la transformación.

De esta forma, para la variable de análisis de relaciones de conocimiento-aprendizaje, únicamente se cumple con un requisito marcado en la teoría necesario para la transformación, referido al incremento de número y diversidad de actores. En la siguiente sección se explora el asunto de los actores líderes para ambas redes construidas.

5.3 Liderazgos

Como se comentó en el capítulo metodológico, los nodos con las medidas más altas de centralidad pueden interpretarse como los actores que son líderes en cada red. La centralidad de grado indica a los actores que median recursos y concentran el poder e influencia. La centralidad de cercanía refiere a los actores con independencia al actuar para conseguir recursos o información. La centralidad de intermediación indica a los actores que funcionan como puentes y que regulan los flujos materiales o de información entre dos grupos. La centralidad de vector refleja a los actores cercanos a otros actores poderosos. A continuación, se presentan los actores con los valores más altos por red, tipo de centralidad y periodo de tiempo.

Para identificar a los actores líderes para cada periodo, se hizo un listado de los diez nodos con mayor grado, cercanía, intermediación y vector. Estos datos fueron trasladados a cuatro gráficas de área apilada al 100%, una por cada tipo de centralidad, para mostrar visualmente el cambio o no cambio en el tiempo y resaltar los tipos de actores que han dominado la red, dado que este tipo de gráficas permite comparar la proporción de cada categoría en diferentes momentos y analizar tendencias en la distribución de datos.

5.3.1 Líderes de relaciones de manejo económico

En la Figura 47 se muestran los resultados para los liderazgos en las relaciones de manejo económico. En estas graficas se utilizó el código de colores de la Tabla 13, mientras que los resultados numéricos se encuentran en el Anexo I Tablas 1 a 4.

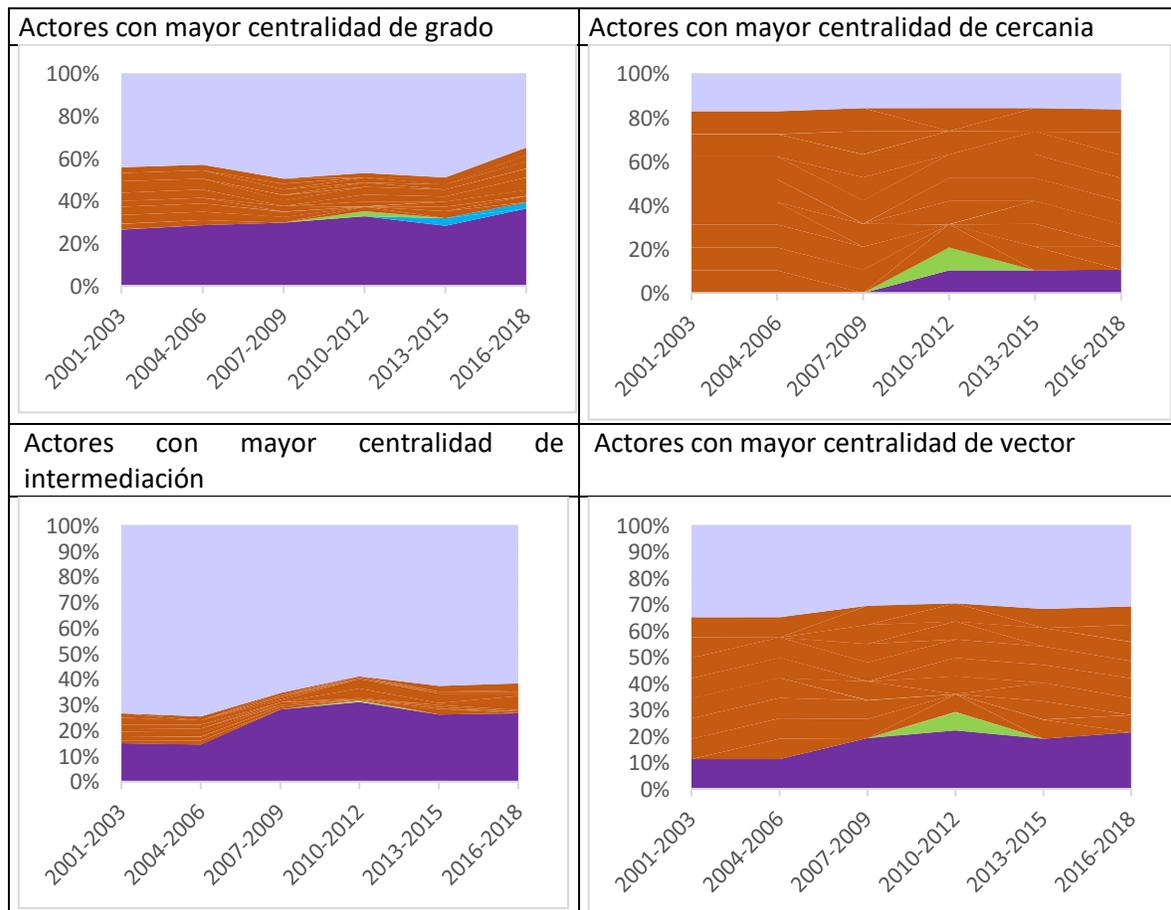


Figura 47.- Actores con mayor centralidad en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018. Fuente: elaboración propia.

Respecto a la centralidad de grado, durante todo el periodo 2000-2018 son las agencias del gobierno, como la CONAFOR y la SEDEMA las que ocupan los primeros dos lugares. Es decir, el mayor poder e influencia en la toma de decisiones se mantiene en las agencias de gobierno y sus programas. A esto siguen núcleos agrarios que reciben la mayor atención y recursos en la red. También, aparecen las alcaldías como parte de los diez actores con mayor centralidad de grado en los últimos dos periodos.

Respecto a la centralidad de cercanía, es la SEDEMA la que a lo largo de todo el periodo de estudio tiene el primer lugar, esto significa que tiene mayor facilidad para distribuir los recursos que la CONAFOR, aunque ésta siempre forma parte de los diez nodos más importantes. En el caso de los núcleos agrarios, aquellos con mayor valor son los que están al centro de la red y, por lo tanto, tienen mayor libertad de acción para escoger de donde obtienen recursos.

Los primeros dos nodos con mayor centralidad de intermediación son la SEDEMA y la CONAFOR, estos fungen como puentes que regulan flujos económicos entre los núcleos agrarios, las empresas y las alcaldías y, por lo tanto, tienen poder para ejercer presión sobre otros actores para cumplir con sus políticas. Mientras que, los núcleos agrarios con mayor intermediación son aquellos que reciben recursos de diferentes fuentes, posiblemente, por contar con condiciones naturales o capacidades técnicas que se lo permiten y puedan servir de punto de encuentro para varios actores benefactores.

En lo que concierne a la centralidad de vector, son nuevamente la SEDEMA y la CONAFOR, los que poseen los primeros dos lugares; esto significa que están conectadas a otros nodos que también son influyentes, y estas conexiones les otorgan más legitimidad a sus acciones. Los núcleos agrarios con valores más altos son los más cercanos a estas agencias importantes.

Así, conforme a lo escrito previamente, se observa que son las agencias de gobierno, particularmente la SEDEMA y la CONAFOR, las que poseen los valores más altos para las cuatro medidas de centralidad y resultan como líderes en las redes de manejo económico, a lo largo del tiempo. Esto indica que juegan un papel fundamental en la configuración de las transacciones económicas y las decisiones relacionadas con la política pública ambiental. Por otro lado, si estos actores se resisten al cambio o a la innovación, pueden frenar cambios hacia prácticas o políticas más sostenibles.

5.3.2 Líderes de relaciones de conocimiento-aprendizaje

En la Figura 48 se muestran los resultados para el análisis de los liderazgos de la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje. En esta se utilizó el código de colores de la Tabla 14, mientras que los resultados numéricos también se encuentran en el Anexo I Tablas 5 a 8.

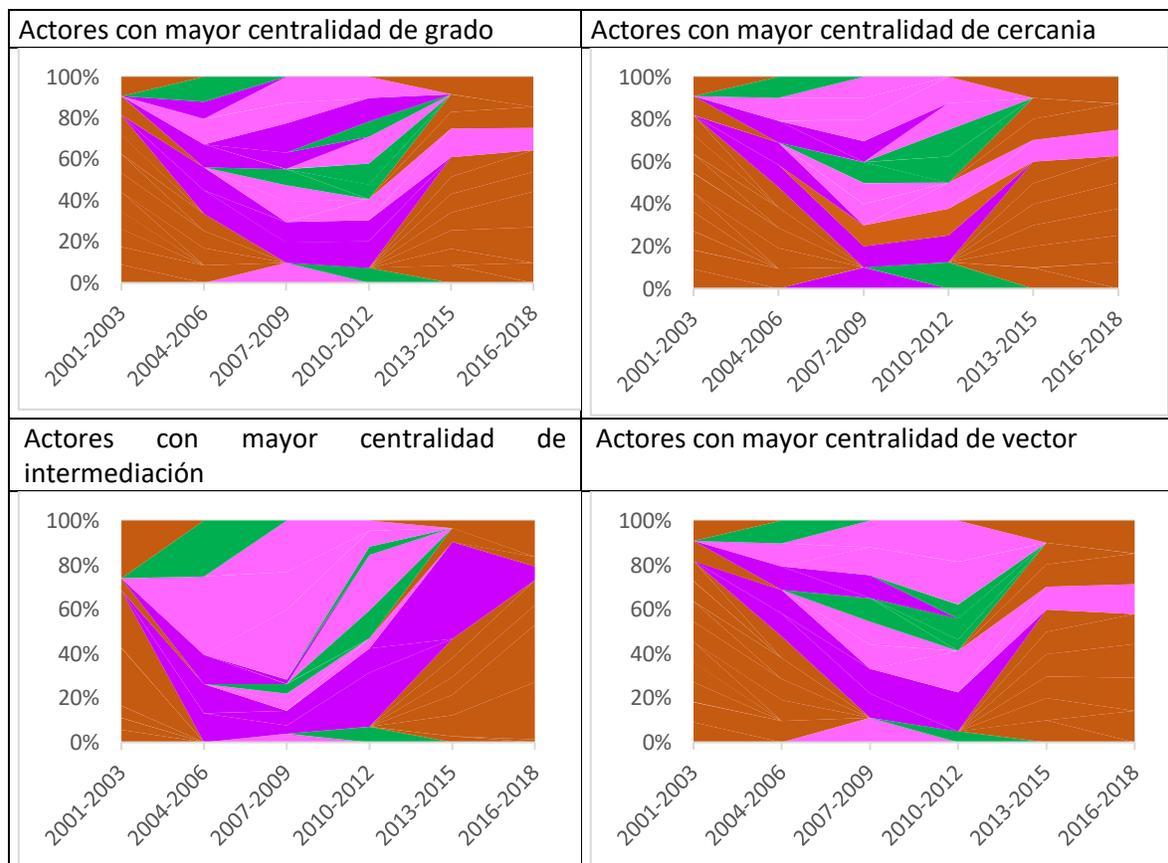


Figura 48.-Actores con mayor centralidad en las redes de relaciones conocimiento aprendizaje, periodo 2000-2018. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la centralidad de grado, son inicialmente los núcleos agrarios, como las comunidades de San Miguel y Santo Tomás Ajusco y Villa Milpa Alta los que poseen los primeros lugares; después aparecen como líderes las agencias de gobierno, como la SEDEMA, la CONAFOR, la CORENA y la academia, como la UAM-Xochimilco o la FC-UNAM, para nuevamente en el último periodo ser las comunidades de San Miguel y Santo Tomás Ajusco y Villa Milpa Alta.

En términos de una red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, una alta centralidad de grado sugiere que estos actores sean los que están bien informados, capaces de compartir conocimiento y cuentan con una amplia red de colaboradores.

En lo que respecta a la centralidad de cercanía, el patrón se repite, y son inicialmente las comunidades Villa Milpa Alta y San Miguel y Santo Tomás Ajusco los que poseen los primeros lugares. Después son agencias de gobierno como el SACMEX, la PAOT, la SEDEMA y la CONAFOR, además de actores académicos, como el Instituto de Geografía de la UNAM (IG-UNAM), la Universidad iberoamericana (IBERO) y la FC-UNAM. Para nuevamente, en el último periodo ser los núcleos agrarios aquellos con los primeros lugares. Los actores con alta centralidad de cercanía

tienen la posibilidad de acceder a una amplia gama de conocimientos e integrarlos al propio, así mismo, tienen la posibilidad de difundir su conocimiento a una amplia audiencia.

Con relación a los actores con alta centralidad de intermediación, otra vez se muestra el patrón anterior. En un primer momento son los núcleos agrarios los que ocupan los primeros lugares, después son las agencias del gobierno y la academia, para cerrar nuevamente con los núcleos agrarios. La intermediación se interpreta como actores que conectan diferentes partes de la red y median flujos entre estos. En términos de relaciones de conocimiento-aprendizaje, estos actores pueden facilitar la colaboración, al conectar grupos con diferentes perspectivas, como lo pueden ser la academia con el gobierno o con los núcleos agrarios.

Finalmente, en los actores con mayor centralidad de vector, el patrón observado en los tres puntos anteriores se repite. En este caso, centralidad de vector se refiere a actores colindantes a otros con muchas conexiones, y esta proximidad puede deberse a que estos actores poseen experiencia o una buena reputación ante los actores poderosos, lo que a su vez facilita la colaboración y el intercambio de conocimientos con ellos.

Como se observa en los párrafos anteriores, son prácticamente los mismos actores los que tienen los más altos valores para las cuatro medidas de centralidad en la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje. Esto sugiere que tienen una gran importancia e influencia, sobre la colaboración y el intercambio de conocimiento entre otros actores, lo que en una red funcional les da poder para coordinar respuestas y facilitar la resolución de problemas. Por otro lado, esto también indica que, en el caso de su ausencia o falla, la estructura de la red puede verse negativamente afectada y llegar a romperse.

En lo relativo a la transformación del sistema de gobernanza, esta se asocia con un cambio en los actores que ocupan los primeros lugares de centralidad. Como se observa en la Figura 34, efectivamente, este cambio está presente del primero al segundo periodo y del penúltimo al último periodo para las cuatro medidas de centralidad. Sin embargo, los liderazgos se reparten en un pequeño conjunto de actores.

5.4 Análisis global de transformación 2000-2018

En esta última sección se busca hacer una síntesis del análisis de transformación del sistema de gobernanza ambiental local, como un conjunto de cambios en las tres variables de análisis aplicadas. En ella se comparan por trienio los valores resultantes de las redes de relaciones de manejo económico, de conocimiento aprendizaje y los liderazgos. En este sentido se plantea que el cambio en los valores de cada medida se hace por trienio. En términos estructurales una transformación estaría presente cuando todo el conjunto de valores en la tabla se modifica hacia un Si.

Como se muestra en la Tabla 15, en el primer periodo de tiempo 2000-2003 están presentes todos los elementos de la transformación, simplemente porque previo a ello no había un reconocimiento formal del SC y, por lo tanto, tampoco existía la red. Es con la determinación administrativa del SC que se desencadena el reparto de los IDC a los núcleos agrarios para la conservación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Es también, este nombramiento el que desata procesos que generan relaciones de conocimiento-aprendizaje entre actores a través de publicaciones, foros, megaproyectos, etc. Así mismo, se desata un primer proceso de oposición de los núcleos agrarios al manejo gubernamental.

Tabla 15.- Modificación de variables de análisis conforme a la teoría de transformación, periodo 2000-2018.

Variables de transformación	Medidas que indican condiciones de transformación	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
Red de relaciones de manejo económico	Centralización (disminuye*)	Si	Si	Si	Si	No	No
	Densidad (incrementa*)	Si	No	No	No	No	Si
	Heterogeneidad (incrementa*)	Si	Si	Si	Si	Si	No
	Diversidad (incrementa*)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Red de relaciones de conocimiento-aprendizaje	Centralización (disminuye*)	Si	No	No	Si	Si	No
	Densidad (incrementa*)	Si	No	No	Si	No	Si
	Heterogeneidad (incrementa*)	Si	Si	Si	No	Si	No
	Diversidad (incrementa*)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Líderes de manejo económico	Grado (se modifica*)	Si	No	No	No	No	No
	Cercanía (se modifica*)	Si	No	No	No	No	No
	Intermediación (se modifica*)	Si	No	No	No	No	No
	Vector (se modifica*)	Si	No	No	No	No	No
Líderes de conocimiento-aprendizaje	Grado (se modifica*)	Si	Si	No	No	No	Si
	Cercanía (se modifica*)	Si	Si	No	No	No	Si
	Intermediación (se modifica*)	Si	Si	No	No	No	Si
	Vector (se modifica*)	Si	Si	No	No	No	Si
Total, de elementos que se modificaron		16	8	5	6	5	7

Fuente: elaboración propia. Nota: *respecto al periodo inmediato anterior.

Posterior a este periodo, si bien existen elementos que cumplen con la transformación, estos disminuyen en sus medidas durante el periodo 2004-2006, en gran parte, porque los núcleos agrarios ya no están tan presentes en la red de conocimiento-aprendizaje y son las agencias del

gobierno las que toman los puestos de liderazgo. En el trienio de 2007-2009 estas circunstancias se mantienen y están presentes aún menos condiciones de transformación.

En el trienio de 2010-2012 vuelve a presentarse un incremento en las medidas de análisis respecto al periodo anterior, lo que puede atribuirse a cambios en la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, pero, nuevamente, en el 2013-2015 disminuyen los elementos necesarios para la transformación.

Por último, en el trienio 2016-2018 se presenta un ligero incremento en las medidas que condicionan una transformación, lo cual es atribuible a cambios en los líderes de la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje, que se relaciona con la aparición de la AAPCM.

En síntesis, la determinación de la categoría administrativa del SC en el año 2000 transformó el antiguo régimen de la gobernanza ambiental local hacia el actual. Sin embargo, durante el periodo de estudio, a pesar de presentar condiciones parciales para una transformación subsecuente, como incrementos en el número y diversidad de actores, entre otros cambios, las condiciones se han mantenido estables de 2000 a 2018 y hasta nuestros días. Así, durante toda la línea de tiempo del análisis en ningún otro momento están presentes las condiciones para una transformación hacia la sostenibilidad.

5.5 Discusión

El por qué no se ha dado una transformación hacia la sostenibilidad, en términos estructurales, puede tener varios motivos. De acuerdo con el modelo de transformación de Olsson, una gran perturbación ecológica o un shock sociopolítico actúan como una variable que desbloquea el SSE, e impulsa a los individuos a organizarse (Herrfahrdt-Pähle et al., 2020), en este sentido puede ser que en el SC no ha habido una crisis suficientemente grande, la cual impulse a los actores a organizarse y al sistema a cruzar umbrales.

Otra posibilidad es que el sistema puede estar retenido en alguna de las trampas del ciclo adaptativo, que impiden al sistema reorganizarse (Allison y Hobbs, 2004). En el caso del SSE del SC, hay una gran producción de conocimiento y cierta confianza entre los actores, existen muchas interconexiones y el sistema de gobernanza ambiental se ha mantenido durante más de 18 años, demostrando resiliencia. Con estos elementos es posible que el SC se encuentre en la trampa de rigidez donde el capital, la conectividad y la resiliencia son altos, además, a estas trampas se les ha relacionado con situaciones burocráticas donde hay considerables inyecciones de dinero y grandes desequilibrios de poder (Gunderson y Light, 2006), lo que muestra coincidencias con lo que ocurre en el SC.

Otra opción es la influencia de las relaciones multiescala, particularmente memoria, donde una variable proveniente de un nivel superior puede estar imponiendo límites a un movimiento transformativo (Greenlees y Cornelius, 2021). En este caso las redes de conocimiento-aprendizaje, surgen al inicio de cada sexenio y colapsan al término de estos, así es posible que el cambio de gobierno federal y local representen una conexión de memoria que está imponiendo límites a la organización.

Una alternativa adicional es que se requieren esfuerzos externos que ayuden a catalizar esta transformación, que, a través de nuevas metodologías como los laboratorios de transformación o catalizadores de transformación, permitan en los grupos replantear valores, creencias, comportamiento, narrativas y desarrollar agencia transformadora (Charli-Joseph et al., 2018; Sandra y Wadell, 2021).

En cuanto al papel del contexto, una transformación verdadera si requiere de la participación de los núcleos agrarios y de los habitantes del SC, no solo para cumplir con las condiciones estructurales de las relaciones formales de manejo y los procesos de conocimiento-aprendizaje que plantea Olsson sino porque se considera que son los movimientos locales aquellos con la capacidad de impulsar una transformación a través de subvertir el poder. Primero vale la pena recordar que una transformación hacia la sostenibilidad es un estado utópico del SSEs al que se aspira llegar. Esta es el resultado de un proceso no lineal, indómito, con un fin difícil de visualizar, que implica un rearrreglo de las relaciones y su resultado es un régimen más resiliente (Carr, 2019). Si bien, parte de la literatura de transformación aún esta despolitizada y se concentra en factores estructurales, ya existen propuestas del papel de los actores y de lo que este estado utópico significa (Olsson et al., 2013).

Estos aportan conocimiento profundo y local, embebido en una ecología de saberes, que permite mover la balanza de poder para evitar una supremacía de los sistemas de conocimiento científico occidentales, en la identificación y priorización de los problemas y la ruta a seguir, que a tu vez generara un panorama plural de lo que la visión normativa de una transformación hacia la sostenibilidad significa para ese espacio (Lam et al., 2020).

Para Temper, et al., (2018), en el subsistema social, la transformación es resultado de movimientos sociales locales que buscan la justicia ambiental, se da un cambio en los valores, creencias, comportamiento, manejo y gobernanza. Se reconocen las acciones y propuestas presentadas por los marginados y subalternos y se les permite participar, en sus propios términos. Hay un cambio en las relaciones de poder, patrones de producción y consumo. Cesa la reproducción de prácticas hegemónicas autoritarias, neoliberales y violentas, y se trabaja para acabar con la red de opresiones. Todo logrando estabilidad y seguridad para el mayor número de personas posible. Finalmente, estos esfuerzos a nivel local se suman en un movimiento emancipatorio que genera un cambio global. En términos de lo que significa para el subsistema ecológico, para Collard et al., (2014) en esta utopía se promueve la abundancia de la vida, lo que implica abrir espacios donde florezca y renazca la mayor diversidad posible, tomando como referencia el pasado, además se propone la autodeterminación, libre movimiento, asociación y autonomía de las especies. El si los núcleos agrarios y habitantes del SC tienen la capacidad de organizarse y movilizarse, para perseguir este estado utópico, es aún un asunto por verse.

Finalmente, en el análisis queda pendiente la otra mitad del SSE, es decir el cómo las variables biofísicas y servicios ecosistémicos del subsistema ecológico inciden sobre las variables de transformación de gobernanza. No obstante, este trabajo se dio dentro del contexto del proyecto Trajectories of Social-Ecological Systems in Latin American Watersheds (TRASSE). Este si contempló identificar tanto las dimensiones sociales como las biofísicas y las interacciones que determinan las trayectorias de los SSEs. Como tal, dentro del proyecto se obtuvieron mapas tendenciales de cobertura del suelo y como resultado se obtuvo que existe una correlación entre la implementación

de los IDC y la desaceleración de la deforestación en el SC (Morales Martínez, 2021). A la inversa, la cobertura forestal tiene una baja incidencia sobre una adecuada implementación de los IDC (Rodríguez-Robayo et al., 2019).

Por otro lado, es el crecimiento en la deforestación, la disminución en la infiltración y sus repercusiones en el acuífero, el principal factor que ha impulsado la mayoría de las políticas públicas implementadas en el SC. Con todo, aún no se cuenta con modelos complejos de los mecanismos de retroalimentación entre las acciones de política pública ambiental, a diferentes niveles, con la dinámica del subsistema ecológico y las relaciones de doble vía, en especial, información sobre cómo se ve afectada la producción de múltiples servicios ecosistémicos, ello puede estar relacionado con la velocidad de cambio en las variables, distintas entre el ecosistema y procesos de e política pública. Esta información solo es posible obtener a través del monitoreo.

El monitoreo de variables ecológicas solo ha sido llevado a cabo por pequeños grupos a nivel local, como brigadas o investigadores y no a nivel SC, por lo que estos esfuerzos no tienen incidencia en el rediseño de los programas (Rojo Negrete, 2018; Ruiz Cortés, 2023). Este hueco tendría que ser resuelto con la implementación de un manejo adaptativo, este es un elemento de la gobernanza adaptativa, el cual requiere del continuo monitoreo, interpretación y evaluación de las variables ecológicas, así como de los programas de política pública ambiental y sus retroalimentaciones, todo para la toma de decisiones y acciones remediales (Hasselman, 2017).

Capítulo 5. Referencias

- ALDF. (03 de 07 de 2017). *Asamblea Legislativa del Distrito Federal*. Obtenido de Programa General de Desarrollo urbano 2016-2030: <http://aldf.gob.mx/programa-general-desarrollo-urbano-2016-2030-9002-1.html>
- Alfie, M. (2013). Supervía Poniente: conflicto social y visión urbano-ambiental. *Estudios demográficos y urbanos*, 28(3), 735-768. doi:doi.org/10.24201/edu.v28i3.1452
- Arizpe Pita, B. (09 de 11 de 2015). Recorrido fotográfico de la Zona Patrimonio Mundial, Natural y Cultural de la Humanidad en Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta. *Revista de la Facultad de Artes y Diseño plantel Taxco*.
- Bellinghausen, H. (28 de Diciembre de 2017). Pueblos originarios del sur y oriente de CDMX crean asamblea autónoma. *La Jornada*, pág. 13.
- Bellinghausen, H. (14 de Marzo de 2018). Indígenas se manifiestan frente a ALDF. *La Jornada* .
- Bellinghausen, H. (11 de Marzo de 2018). Preocupa a comunidades de CDMX la defensa del territorio y las fuentes de agua. *La jornada*, pág. 14.
- Bellinghausen, H. (14 de Enero de 2018). Procuraduría Agraria falsifica padrones para hacerse de tierras en Xochimilco. *La Jornada*, pág. 14.
- Bellinghausen, H. (20 de Enero de 2018). Pueblos nahuas deciden caminar por su cuenta. *La Jornada* , pág. 32.

- Bellinghausen, H. (28 de Febrero de 2018a). Constitución de CDMX despoja a pueblos ancestrales, reclaman. *La jornada*.
- Carr, E. (2019). Properties and projects: Reconciling resilience and transformation for adaptation and development. *World Development*, 122, 70-84.
- Collard, R.-C., Dempsey, J., & Sundberg, J. (2014). A Manifesto for Abundant Futures. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(2), 322-330, DOI. doi:10.1080/00045608.2014.973007
- CONAFOR. (2006). *PROGRAMA ESTRATÉGICO FORESTAL DEL DISTRITO FEDERAL 2006-2025*. Distrito Federal: GDF.
- CONANP. (2006). *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones*. Ciudad de México: Delegación Cuajimalpa, SEDEMA, GDF y CONANP.
- Cruz Gonzáles, O. (2016). Tradición, redes y organización en los pueblos de la Ciudad de México y la defensa de sus panteones. *Diálogo andino*(49), 485-497. doi:10.4067/S0719-26812016000100041
- CVCCCM. (2011). *Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México, Estudios realizados*. Distrito Federal: CVCCCM, UNAM.
- Díaz Aldret, A. (2018). De la participación acotada a la desinformación. Equilibrios difíciles en la puesta en marcha de la línea 12 del Metro. *Gestión y política pública*, XXVII, 177-224.
- ECOBA. (2012). *Estrategia Regional para la Conservación del Bosque de Agua*. Ciudad de México: Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., Fundación Biósfera del Anáhuac, A.C. y.
- GDF. (2004). *Hacia la Agenda XXI de la Ciudad de México*. Distrito Federal: GDF.
- González Reynoso, A., Hernández Muñoz, L., Perló Cohen, M., y Zamora Saenz, I. (2010). *Rescate de ríos urbanos. Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de los ríos*. Distrito Federal: PUEC, UNAM.
- Lam, D., Hinz, E., Lang, D., Tengö, M., von Wehrden, H., & Martín-López, B. (2020). Indigenous and local knowledge in sustainability transformations research: aliterature review. *Ecology and Society*, 25(1), 3.
- Megadapt. (11 de 11 de 2021). *Megadapt*. Obtenido de The Dynamics of Multi-Scalar Adaptation in the Megalopolis: Autonomous action, institutional change and social-hydrological risk in Mexico City (MEGADAPT): <http://megadapt.weebly.com/>
- Navarro Trujillo, M. (2015). *Luchas por lo común. Antagonismo social contra el despojo capitalista de los bienes naturales en México*. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades Alfonso Vélaz Pliego. BUAP. Bajo Tierra Ediciones.
- Olsson, P., Galaz, V., & Boonstra, W. (2013). Sustainability transformations: a resilience perspective. *Ecology and Society*, 19(4).

- Ramírez, B., y Pérez, M. (14 de 04 de 2008). La Jornada. *Ponen fin a conflicto agrario entre el Ajusco y Xalatlaco*.
- Rodríguez-Robayo, K., Perevochtchikova, M., Ávila-Foucat, V., & De la Mora-De la Mora, G. (2019). Influence of the Rural/Urban Context in the Implementation of Forest Conservation Programs in Mexico: Two Case Studies from Oaxaca and Mexico City. En L. Delgado, & V. Marín, *Social-ecological Systems of Latin America: Complexities and Challenges* (págs. 305-321). Santiago, Chile: Springer.
- Ruiz Cortés, M. (2023). *La mercantilización de la conservación ambiental: ventajas y desventajas de su aplicación en la alcaldía de Milpa Alta*. CDMX: Tesis de Doctorado en Urbanismo, UNAM.
- SEDEMA. (2000). *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*. D.F.: SEDEMA-GDF.
- SEDEMA. (2002). *Programa de Protección Ambiental del D.F. 2002-2006*. Distrito Federal: GDF.
- SEDEMA. (2012). *Barrancas Urbanas del Surponiente del Distrito Federal, Áreas de Valor Ambiental*. Distrito Federal: GDF, SEDEMA.
- SEDEMA. (2012). *Programa de Acción Climática*. Distrito Federal: GDF, SEDEMA.
- SEDEMA. (2012). *Programa de Rescate Integral de los Ríos Magdalena y Eslava*. Distrito Federal: GDF, SEDEMA.
- SEDEMA. (2012). *Sistema de Áreas Naturales Protegidas, Plan Rector*. Distrito federal: GDF, SEDEMA.
- SEDEMA. (2016). *Estrategia de resiliencia CDMX*. Ciudad de México: SEDEMA, 100 resilient cities.
- SEDEMA. (2018). *Plan de Acción Climática de la Ciudad de México Alienado con el Acuerdo de París*. Ciudad de México: SEDEMA. Obtenido de http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Plan-de-Accion-Climatica-de-la-CDMX.pdf
- SEDEMA y PAOT. (2012). *Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. Distrito Federal: Gobierno del Distrito Federal.
- SEMARNAT. (2007). *Reglas de Operación del Programa Pro-Arbol de la Comisión Nacional*. Ciudad de México: SEMARNAT, CONAFOR.
- Temper, L., Walter, M., Rodriguez, I., Kothari, A., & Turhan, E. (2018). A perspective on radical transformations to sustainability: resistances, movements and alternatives. *Sustainability Science*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0543-8>
- TRASSE. (11 de 11 de 2022). *CEDUA*. Obtenido de Trajectories of Social-Ecological Systems in Latin American Watersheds (TRASSE): <https://cedua.colmex.mx/proyecto/trajectories-of-social-ecological-systems-in-latin-american-watersheds-trasse/introduction>

- UNAM. (2006). *Megaproyecto Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano*. Distrito Federal: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Vera-Herrera, R. (07 de 2002). Alianza de Pueblos Indígenas, Ejidos y Comunidades del Anáhuac. *Ojarasca, suplemento mensual de La Jornada*, pág. Número 63. Obtenido de <https://www.jornada.com.mx/2002/07/15/oja63-anahuac.html>
- Waddock, S., y Wadell, S. (2021). Transformation Catalysts: Weaving Transformational Change for a Flourishing World for All. *Cadmus*, 4(4), 165-182.
- Zabaleta Solís, D. (2004). *El Proyecto Unesco-Xochimilco (PUX), en la Ciudad de México. Alcances y límites de la gobernanza democrática en iniciativas propuestas por gobiernos locales con institucionalidad débil*. Ottawa, Canada: Institut Gouvernance.
- Zambrano, L. (2010). Supervía en el D.F. *Ciencias*(99), 60-63.
- Zamora Saenz, I. B. (2013). *Los puentes rotos de la acción colectiva. Participación social en la recuperación de ríos urbanos. El caso del río Magdalena en la Ciudad de México*. Distrito Federal: Tesis de Doctorado en Sociología, FLACSO México.

ii) Reflexiones finales

El estudio desarrollado planteó como objetivo analizar la posibilidad de una transformación hacia la sostenibilidad en el Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México (CDMX). Esto a través del análisis del cambio en el sistema de gobernanza ambiental local durante el periodo 2000-2018, utilizando para esta valoración el Análisis de Redes Sociales (ARS). Para lograr este objetivo, se plantearon cinco preguntas específicas, que se presentan a continuación con la síntesis de resultados en relación con cada una.

ii.1 Resultados por preguntas de investigación

1) ¿Qué significa que un Sistema Socioecológico (SSE) se transforme hacia la sostenibilidad y que marcos teóricos se utilizan para identificarla?

Los sistemas socioecológicos (SSE) son sistemas complejos en el que los subsistemas social y ecológico interactúan como un todo integrado. La transformación a la sostenibilidad de un SSE se refiere a un cambio hacia un estado de balance ideal entre los objetivos ecológicos y socioeconómicos, el cual en parte es derivado de una modificación en la estructura de gobernanza. Si bien, existen diferentes teorías que analizan la gobernanza como la gobernanza en redes, la policéntrica, la multi nivel y la de Ostrom, es la teoría de gobernanza adaptativa la que proporciona diferentes modelos para el análisis de una transformación hacia la sostenibilidad. De estos, el modelo de transformación de Olsson es el que permite identificar cambios en el sistema de gobernanza a través de análisis de tres grandes rubros: i) cambios en los vínculos formales de manejo formales, ii) modificaciones en la producción de conocimiento-aprendizaje y iii) el surgimiento de diferentes líderes. Así, el modelo de Olsson resulta de gran utilidad, porque proporciona una guía conceptual que permite visualizar fases del cómo se modifican las relaciones entre actores y la estructura institucional, que en conjunto llevan a una transformación.

2.- ¿Cómo operacionalizar el modelo de la transformación de un SSE hacia la sostenibilidad a través del Análisis de Redes Sociales?

Existen diferentes métodos para abordar el cambio de la estructura de gobernanza y relaciones entre actores dentro de un proceso de transformación, como por ejemplo mapas cognitivos o modelación basada en agentes. Sin embargo, en la tesis se eligió el Análisis de Redes Sociales (ARS), por permitir visualizar y cuantificar las relaciones entre actores y mostrar la estructura institucional en determinado momento de tiempo para diferentes variables de análisis. Lo que, a su vez, visto desde el modelo de Olsson, señalaría modificaciones en las relaciones entre los actores en los tres rubros arriba mencionados. Específicamente, se trata de las variables de análisis: cambio en las relaciones formales de manejo económicas, en las relaciones de conocimiento-aprendizaje y en los liderazgos; que se pueden operacionalizar mediante el ARS, usando la construcción y las métricas de redes. En este sentido, implementar ARS para las tres variables obtenidas del modelo de Olson, pueden indicar la posibilidad de una transformación del SSE en una línea temporal.

3.-¿Cuáles son los elementos sociales y ecológicos del caso de estudio que permiten considerar el Suelo de Conservación como un SSE?

El Suelo de Conservación posee los elementos que permiten representarlo como un SSE. En específico, el subsistema ecológico está determinado por los ecosistemas de bosque y humedal, que ofrecen múltiples servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte, como

fuentes de alimentos, infiltración al acuífero, belleza escénica y refugio para la biodiversidad. El subsistema social está representado por los pobladores de núcleos agrarios del SC, comunidades y ejidos, y su situación socioeconómica, en la cual una mayor proporción de sus habitantes se dedica a las actividades primarias, respecto al porcentaje que se dedica a ellas en las zonas urbanizadas. Las relaciones entre ellos están dadas por la tenencia de la tierra, predominantemente social; los problemas socioambientales, como el cambio de uso de suelo, que derivan en la pérdida de la cubierta forestal; y los programas de política pública ambiental como áreas naturales protegidas o incentivos directos de conservación que a su vez tienen un impacto en la provisión de los servicios ecosistémicos.

4.-¿Qué Incentivos Directos de Conservación (IDC) ambiental se han aplicado en el SC durante el periodo 2000-2018?

Los incentivos directos de conservación (IDC) implican dar recurso en especie o efectivo a un beneficiario a cambio de que se realicen actividades de conservación demandadas por un donante. Se identificaron una variedad de IDCs que han sido implementados en el SC, desde su determinación como figura administrativa en 2000 y durante el periodo de 3 sexenios políticos, de 2000-2018. Desde el ámbito federal se identificaron diez diferentes rubros de apoyo, incluyendo los componentes uno a seis, además de sanidad de incendios y programas especiales. Mientras que desde el ámbito local se pudieron identificar siete, siendo el principal el Programa de Fondo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social (PROFACE). Así, durante el periodo de estudio, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) aportó 357 millones de en IDC al SC, mientras que la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) aportó 2,189 millones de pesos MXN (valores sin deflactar). A la par, ciertos núcleos agrarios resultaron los más beneficiados económicamente, como la comunidad de San Miguel Topilejo y la comunidad de Villa Milpa Alta. Lo que denota que poseen un desarrollo de capacidades para acceder a los apoyos gubernamentales, aunque esto no necesariamente se traduce en una mayor conservación ambiental de sus territorios.

5.- ¿Cómo se ha modificado la estructura del sistema de gobernanza ambiental local en el SC en el periodo 2000-2018 y si estos cambios indican una transformación del SSE hacia la sostenibilidad?

Los resultados del ARS, agrupados bajo las tres variables de transformación del modelo de Olsson fueron los siguientes. En términos de las redes construidas de manejo económico para el periodo 2000-2018 se observa un constante incremento en la diversidad y heterogeneidad de actores; sin embargo, no se dan los cambios requeridos en todos los elementos para decir que esta variable se transformó. En relación con las redes de conocimiento-aprendizaje, en ningún momento después del establecimiento del SC están presentes las condiciones para una transformación hacia la sostenibilidad, esto a pesar de varios movimientos sociales que promovieron el establecimiento de espacios de conocimiento-aprendizaje. En relación con los líderes, en términos de manejo económico, no hay cambios dado que siempre son las agencias de gobierno las que dominan la red. Mientras que en la red de conocimiento-aprendizaje, sí hay cambios a través del tiempo de agencias de gobierno a núcleos agrarios, pero el liderazgo se comparte entre muy pocos actores. Así, se concluye que, dentro del periodo de estudio, en ningún momento se dieron las condiciones de cambio en las relaciones de los actores que podrían dar paso hacia una transformación hacia la sostenibilidad en el SC.

El por qué a pesar de la presencia de movimientos sociales como la AAPCM, no se han propiciado las condiciones para la transformación, puede deberse a que cambios en la red de relaciones de conocimiento-aprendizaje y sus liderazgos no se traducen, ni implican, ni se relacionan con cambios en la red de relaciones de manejo económico. A la par, no existen espacios que permitan la participación de los núcleos agrarios más allá de ser beneficiarios o informantes y tampoco se han llevado a cabo acciones gubernamentales que les permitan tomar decisiones de manera equitativa e igualitaria.

ii.2 Comprobación de la hipótesis

- Se comprobó la primera hipótesis, en términos teóricos, referida a que a través del modelo de Olsson se pueden construir variables que dan cuenta de un proceso de modificación en el tiempo de las relaciones y la estructura del sistema de gobernanza, con las cuales es posible observar una transformación hacia la sostenibilidad de un SSE. Así mismo, el ARS permite operacionalizar el modelo de Olsson mediante métricas y redes construidas para tres variables de análisis: manejo económico, conocimiento-aprendizaje y liderazgo, cuya modificación muestra su evolución en el tiempo y puede denotar una transformación hacia la sostenibilidad.
- Como segunda hipótesis se planteó que la gobernanza ambiental local en el SC con base en estas tres variables del modelo de Olson ha experimentado cambios incrementales en el periodo 2000-2018; sin embargo, estos cambios no han sido lo suficientemente profundos para generar una transformación hacia la sostenibilidad del SSE. Esta hipótesis se cumple parcialmente, dado que se encontró evidencia que contradice la afirmación inicial, y si bien no hay transformación, tampoco se observan cambios incrementales que apunten hacia ella, es decir, no hay transformación a la sostenibilidad y tampoco se están dando pasos hacia ella.

ii.3 Aportes de la tesis

En términos conceptuales, se determinaron y delimitaron tres variables de análisis derivadas del modelo de Olsson. Las relaciones entre actores en relación con el manejo económico, de conocimiento-aprendizaje y los liderazgos, variables que no han sido utilizadas por trabajos previos, permitieron visualizar la estructura institucional y las relaciones entre actores a través del tiempo 2000-2018. para el estudio de la posibilidad de una transformación en el sistema de gobernanza ambiental local y, por lo tanto, en el SSE del SC.

En términos metodológicos, las tres variables de transformación se operacionalizan mediante métricas y redes construidas como resultado de aplicación del ARS, lo que proporciona datos cuantitativos que permiten ver su evolución en el tiempo. Sí bien, otros autores han analizado el cambio en las métricas de redes dinámicas, no han agrupado los datos bajo las variables de transformación previamente planteadas y tampoco han sido implementadas en análisis temporales ni para proyección.

Es importante comentar que la metodología utilizada en esta investigación es replicable en otros lugares y casos de estudio, siempre y cuando se cuente con los datos históricos de relaciones entre actores en términos de las tres variables del modelo de Olson. Esto a su vez abre la posibilidad de hacer estudios comparativos entre diferentes SSE y a través del tiempo.

ii.4 Limitaciones de la tesis

Como se mencionó en el capítulo metodológico, la principal limitación del estudio se vincula con el acceso a datos relacionales en cantidad y calidad suficientes, dado que son un insumo indispensable para la construcción de las redes. En el caso presentado no se cuenta con algunos datos de asignaciones de IDC para varios años, lo que, a su vez, podría estar afectando los resultados del estudio. Esto destaca la importancia de tener acceso a las plataformas de datos abiertos de las agencias gubernamentales, porque un adecuado almacenamiento y presentación de los archivos contribuyen a la creación de conocimiento.

Otra limitante se relaciona con los resultados numéricos. Si bien, el ARS proporciona datos cuantitativos, estos resultados no representan una relación matemática entre dos variables y no es posible decir si una red es significativamente distinta de otra, solo porque tienen valores distintos en un mismo elemento, de ahí la importancia de hacer un análisis cualitativo del contexto para entender el cambio de las variables en el tiempo. Otro problema surge al comparar las variables entre sí, puesto que no es posible decir si las redes de manejo económico, de conocimiento-aprendizaje y los liderazgos son igualmente importantes o una variable pesa más que la otra en el proceso de la transformación. Ello recalca la necesidad de desarrollar métodos multicriterio que permitan establecer pesos de las variables respecto a una transformación.

Una tercera limitante se relaciona con el alcance de la transformación, ya que la teoría establece que un cambio radical en el sistema de gobernanza es un símil de una transformación en el SSE. Sin embargo, no se cuenta con los elementos para decir como cambios en la estructura de gobernanza se relacionaron con cambios en el subsistema ecológico del SC, ni a que profundidad. Esto confirma que se requieren métodos que permitan representar elementos de la naturaleza como parte de la red, y desarrollar redes socioecológicas dinámicas donde se tome en cuenta el papel de la naturaleza en la transformación. Esto subraya la importancia de la investigación a través de equipos multi y transdisciplinarios que en conjunto y desde diferentes disciplinas puedan abarcar las dinámicas y complejidad de los SSE.

ii.5 Utilidad de resultados para diferentes sectores de la sociedad

Esta tesis provee de una herramienta que permite visualizar la trayectoria de cambios en el tiempo referente a las relaciones entre diversos actores (ciudadanos, académicos, privados y políticos) que participan en el sistema de gobernanza ambiental local en el SC. Sus resultados han sido socializados a través de un artículo académico y un capítulo de libro, presentaciones de divulgación en congresos y presentaciones de difusión en foros no académicos. El texto completo de la tesis puede ser consultada en el portal abierto de TesiUNAM²⁰.

En relación con los actores de gobierno, la tesis proporciona un análisis de base para analizar el diseño, la ejecución y la distribución de los IDC en el SC; lo que puede contribuir a valorar su efectividad y optimizar el uso de recursos públicos. También, explica el surgimiento de procesos dinámicos de conocimiento-aprendizaje en torno a programas y proyectos ambientales, los cuales, aunque nacen como participativos, en la práctica no se cumplen, generando malestar y confrontaciones entre actores, por lo que sería importante generar procesos realmente participativos en la implementación de política pública ambiental. En relación con los liderazgos,

²⁰ <https://tesiunam.dgb.unam.mx>

son las agencias de gobierno las que siempre mantienen el poder en términos de manejo económico y en parte en conocimiento-aprendizaje. De estos, ninguno está diseñado para que actores no gubernamentales tomen parte en la toma de decisiones, por lo que sería importante crear espacios donde se priorice la voz de los habitantes del SC para que formen parte del diseño y de la aplicación de programas de conservación ambiental, entre ellos los IDC.

A los actores académicos, el estudio realizado brinda nuevas perspectivas en cuanto al diagnóstico de los IDC, por proporcionar información de los programas, en los cuales la investigación no se ha enfocado y sentando bases para realizar análisis de mayor complejidad. Respecto al rubro de conocimiento-aprendizaje, se muestra como el sector académico ha utilizado a los núcleos agrarios y pueblos del SC principalmente como informantes, patrón que deberá modificarse si realmente se busca co-construir conocimiento que abarque la complejidad del SC. En términos de liderazgos muestra que, aunque hay muchos grupos investigando el SC, son pocos los que asumen espacios de liderazgo. También, se brindan aportes teórico y metodológico en torno a la interpretación del modelo de Olsson y su operacionalización mediante el ARS, lo que contribuye no solo a un mayor conocimiento sobre el SC, sino que también desarrolla al cuerpo teórico de la transformación.

A los actores ciudadanos, es decir los núcleos agrarios y pueblos del SC, la tesis les brinda información sobre los IDC recibidos y su situación en comparación de otros actores similares, lo que podría ayudar a idear nuevas estrategias para atraer fondos o modificar los existentes. En términos de conocimiento-aprendizaje, muestra que tienen las capacidades organizativas, dado que en cada sexenio ellos han sido los que han propiciado la conformación de foros y la construcción de lazos con la academia, la sociedad civil, agencias gubernamentales y entes internacionales, generalmente, en torno a la protesta contra algún proyecto gubernamental. En relación con los líderes, muestra que la movilización depende de unos pocos actores, los cuales, si no se movilizan, otros tampoco lo hacen, así que sería necesario que otros pueblos o núcleos agrarios asuman el desafío de liderazgo para mantener los espacios de reflexión.

Como se observa, cada tipo de actor puede realizar acciones para impulsar el SC a una trayectoria hacia la sostenibilidad. Respecto a los esfuerzos en conjunto, en el ámbito del manejo económico, sería importante analizar la efectividad de los IDC en un espacio tan complejo como el SC, con múltiples presiones y una tenencia de la tierra colectiva, a través de indicadores socioecológicos claros, para después desarrollar nuevos instrumentos en conjunto. En términos de conocimiento-aprendizaje, es necesario conjuntar el conocimiento gubernamental, con el de la academia y el conocimiento local para evaluar y diseñar los próximos instrumentos de conservación ambiental. Referente al liderazgo, se necesita fortalecer a los diferentes actores locales para que efectivamente puedan formar parte de los procesos y la toma de decisiones.

ii.6 Retos

En cuanto a las futuras líneas de investigación, se puede proponer abordar diversos temas para profundizar en la temática de la implementación de IDCs. Una de ellas es analizar los programas de IDC posteriores a 2018, como Altépetl de la SEDEMA y los nuevos componentes de la CONAFOR, para compararlo con los IDC implementados en los años anteriores y analizar su distribución y diferencias. Otra vía sería proponer alternativas a la implementación de los IDC, cuya efectividad se está poniendo en duda a nivel mundial, alternativas que realmente permitan resolver los problemas sustantivos y que limitan los esfuerzos de conservación actual (Fleischman y Rodríguez Solorzano,

2018). Además, se pueden explorar los programas de apoyo rural que otorgan agencias enfocadas al desarrollo de actividades agrícolas y como estos se confrontan con programas de conservación gubernamental. Asimismo, se pueden llevar a cabo análisis espaciales que se centren en los efectos de políticas mixtas (policy mix) sobre el territorio, ponderando las sinergias o antagonismos de los programas de conservación. Por último, sería importante profundizar y generar capacidades en la participación ciudadana en la toma de decisiones, especialmente en los núcleos agrarios.

Se pueden proponer varias líneas de investigación futuras para ampliar la propuesta teórica y metodológica presentada en esta tesis. Una sería profundizar en las variables existentes o agregar otras que aborden otros elementos de la transformación no tratados aquí. Por ejemplo, se podría analizar las redes de relaciones de confianza y compararlas con las de manejo económico y de conocimiento-aprendizaje. También, sería interesante analizar el cambio de los modelos mentales de la población en relación con los problemas socioecológicos en la mira hacia la sostenibilidad. Además, se podría integrar conceptos del ciclo adaptativo y el modelo de panarquía para explorar las trampas de la resiliencia y los efectos transescalares de memoria y de revuelta en la transformación. Así como, construir modelos dinámicos que tomen en cuenta las variables biofísicas del subsistema ecológico, así como actores sociales en una red de interacciones, el cual aún es un campo poco explorado en el análisis socioecológico. Por otro lado, se puede implementar el modelo en otros SSE para realizar análisis comparativos.

Finalmente, sería importante reflexionar sobre el papel de la academia en el SC y cómo sus subjetividades influyen en las acciones de conservación. Además, se tendría que impulsar la investigación transdisciplinaria, creando espacios de discusión que permitan propulsar la transformación y fomentar la creación de acciones en pro de la sostenibilidad. Esto permitiría abordar de manera más completa y profunda los retos identificados en este estudio y explorar nuevas vías para lograr una transformación socioecológica real.

Anexo 1.-Tablas con de IDC entregados por año

Tabla 1. IDCs entregados por CONAFOR durante el periodo 2000-2018.

Agencia	Programa	Componente	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
CONAFOR	PROFOS	CII										✓	✓	✓	✓	✓						
	PDFC													✓	✓							
	PRONARE	CIII	✓	✓	✓																	
	PROCOREF					✓	✓															
	Reglas únicas de operación								✓													
	Proyectos Especiales														✓	✓						
	PRODEFOR	CIV			✓	✓	✓	✓														
	Programa para la Integración y Desarrollo de Cadenas Productivas Forestales		✓	✓	✓	✓	✓															
	PROFAS					✓	✓															
	Capacitación, Transferencia y Adopción de Tecnología												✓			✓						
	Desarrollo de la Cadena Productiva Forestal y de Servicios												✓	✓	✓	✓						
	Apoyos de Innovación y Transferencia de Tecnología																				✓	
	Programa de Cadenas Productivas																				✓	
	Apoyos a Proyectos de innovación		CIV																			✓

PSA	CV	✓	✓	✓	✓																				
PRODEPLAN	CVI	✓	✓	✓	✓	✓	✓																		
Lineamientos de Apoyos a Proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales																				✓					
Proárbol	CI					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓												
	CII					✓	✓	✓			✓														
	CIII					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓													
	CIV					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓													
	CV					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓													
	CVI					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓													
Programa Integral de Conservación de los Recursos Naturales del Sur-Poniente del D.F.	Sur-poniente	0							✓																
PRONAFOR	CI																			✓	✓	✓	✓	✓	
	CII																				✓	✓	✓	✓	
	CIII																				✓	✓	✓	✓	
	CIV																				✓	✓	✓	✓	
	CV																				✓	✓	✓	✓	
	CVI																				✓		✓	✓	
Proyectos Especiales	PE																				✓				
Compensación ambiental	CA																					✓	✓	✓	✓
Control de incendios, plagas y enfermedades	MEP CCCA	✓	✓	✓	✓	✓	✓																		
Saneamiento Forestal	CPIF											✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
Mecanismo Tratamiento Fitosanitario y Brigadas Rurales de incendios forestales																								✓	✓

Anexo 2.-Diez actores (nodos) con valores más altos en medidas de centralidad.

Tabla 1. Actores con mayor centralidad de grado en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.

Grado	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
1	SEDEMA 33 33 38 41 43					CONAFOR 62
2	CONAFOR 20 22 23 29 25					SEDEMA 59
3	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 4 4	C. San Lorenzo Acopilco 2	C. San Miguel Topilejo 3	C. Magdalena Atlitic Contreras 3	C. San Miguel Topilejo 10	
4	E. Magdalena Petlalcalco 3 3	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 2 3 3 7				
5	C. San Miguel Topilejo 3 3	C. San Bartolo Ameyalco 2	E. San Andrés Totoltepec 2	E. San Nicolas Totolapan 3	E. Magdalena Petlalcalco 6	
6	C. San Bartolo Ameyalco 3 3	C. Milpa Alta y pueblos anexos 2	C. Santa Rosa Xochiac 2	Alcaldía Magdalena Contreras 3	E. San Nicolas Totolapan 6	
7	C. Milpa Alta y pueblos anexos 3 3	E. Magdalena Petlalcalco 2	Barrios de Xochimilco 2	C. San Bernabé Ocotepec 2	Alcaldía Tlalpan 5	
8	E. San Nicolas Totolapan 2 2	E. San Miguel Xicalco 2	ANP Parque Ecológico de Xochimilco 2	E. Magdalena Petlalcalco 2	C. San Francisco Tlalnepantla 5	
9	C. San Bernabé Ocotepec 2 2	C. Santa Cecilia Tepetlapa 2	C. San Mateo Xalpa 2	C. San Francisco Tlalnepantla 2	C. San Bartolo Ameyalco 5	
10	C. Magdalena Atlitic Contreras 2 2	E. San Nicolas Totolapan 2	E. Tetelco 2	C. San Miguel Topilejo 2	E. San Andrés Totoltepec 5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Actores con mayor centralidad de cercanía en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.

Cercanía	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
1	SEDEMA 0.84090906 0.84090906 0.75409836 0.739726 0.739726 0.7808219					
2	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.5138889	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.5138889	C. San Lorenzo Acopilco 0.51111114	C. San Miguel Topilejo 0.509434	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.509434	CONAFOR 0.5181818
3	E. Magdalena Petlalcalco 0.5138889	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.5138889	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.51111114 0.509434 0.509434			C. San Miguel Topilejo 0.5135135
4	C. San Miguel Topilejo 0.5138889	C. San Bartolo Ameyalco 0.5138889 0.51111114		E. San Andrés Totoltepec 0.509434	E. San Nicolas Totolapan 0.509434 0.5089286	
5	C. San Bartolo Ameyalco 0.5138889	C. San Bernabé Ocotepec 0.5138889	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.51111114	ANP Parque Ecológico de Xochimilco 0.5	C. San Bernabé Ocotepec 0.5	E. Magdalena Petlalcalco 0.50442475
6	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.5138889	C. San Miguel Topilejo 0.5138889	E. Magdalena Petlalcalco 0.51111114	Barrios de Xochimilco 0.5	C. San Francisco Tlalnepantla 0.5	C. San Bartolo Ameyalco 0.5
7	E. San Nicolas Totolapan 0.5138889	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.5138889	E. San Miguel Xicalco 0.51111114	C. San Mateo Xalpa 0.5	C. San Miguel Topilejo 0.5	C. San Francisco Tlalnepantla 0.5
8	C. San Bernabé Ocotepec 0.5138889	E. Magdalena Petlalcalco 0.5138889	C. Santa Cecilia Tepetlapa 0.51111114	E. Tetelco 0.5	E. Magdalena Petlalcalco 0.5	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.5
9	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.5138889	E. San Nicolas Totolapan 0.5138889 0.51111114		CONAFOR 0.49541286 0.49541286		E. San Andrés Totoltepec 0.5
10	CONAFOR 0.42045453	E. Mixquic 0.4625	CONAFOR 0.50549453	C. Santa Rosa Xochiac 0.3483871	Alcaldía La Magdalena Contreras 0.3483871	Alcaldía Tlalpan 0.42222223

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Actores con mayor centralidad de intermediación en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.

Intermediación	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
1	SEDEMA 1216.04 1228.00 1638 1911 2270.47 2379.70					

2	CONAFOR					
	249.96	238.00	708	1011	953.18	1036.84
3	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco		C. San Lorenzo Acopilco	C. San Miguel Topilejo	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco	C. San Miguel Topilejo
	44.57	26.00	23	120	134.25	207.65
4	C. Milpa Alta y pueblos anexos		C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco		C. Magdalena Atlitic Contreras	E. San Nicolas Totolapan
	29.71	26.00	23	120	76.23	98.29
5	C. San Bartolo Ameyalco			E. San Andrés Totoltepec	E. San Nicolas Totolapan	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco
	29.71	26.00	23	18	76.23	42.37
6	C. San Miguel Topilejo	C. Magdalena Atlitic Contreras	C. Milpa Alta y pueblos anexos	C. Santa Rosa Xochiac	C. San Bernabé Ocotepec	E. Magdalena Petlalcalco
	29.71	26.00	23	18	28.25	27.65
7	E. Magdalena Petlalcalco	C. San Bernabé Ocotepec	E. Magdalena Petlalcalco	Barrios de Xochimilco	C. San Francisco Tlalnepantla	C. San Bartolo Ameyalco
	29.71	26.00	23	18	28.25	25.42
8	C. Magdalena Atlitic Contreras	E. San Nicolas Totolapan	E. San Miguel Xicalco	ANP Parque Ecológico de Xochimilco	C. San Miguel Topilejo	E. San Andrés Totoltepec
	14.86	26.00	23	18	28.25	25.42
9	C. San Bernabé Ocotepec	C. San Miguel Topilejo	C. Santa Cecilia Tepetlapa	C. San Mateo Xalpa	E. Magdalena Petlalcalco	C. San Francisco Tlalnepantla
	14.86	26.00	23	18	28.25	16.95
10	E. San Nicolas Totolapan	E. Magdalena Petlalcalco	E. San Nicolas Totolapan	E. Tetelco	Alcaldía La Magdalena Contreras	Alcaldía Tlalpan
	14.86	26.00	23	18	8.35	3.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Actores con mayor centralidad de vector en las redes de relaciones de manejo económico, periodo 2000-2018.

Vector	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
1	SEDEMA 0.67 0.67 0.60 0.56 0.60 0.57					
2	CONAFOR 0.22 0.22 0.38 0.43 0.37 0.40					
3	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.15 0.15		C. San Lorenzo Acopilco 0.14	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.13	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.14	C. San Miguel Topilejo 0.14
4	E. Magdalena Petlascalco 0.15	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.15	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.14	C. San Miguel Topilejo 0.13	E. San Nicolas Totolapan 0.14	E. Magdalena Petlascalco 0.14
5	C. San Miguel Topilejo 0.15	C. San Bartolo Ameyalco 0.15 0.14		ANP Parque Ecológico de Xochimilco 0.13	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.13	E. San Nicolas Totolapan 0.13
6	C. San Bartolo Ameyalco 0.15	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.15	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.14	Barrios de Xochimilco 0.13	C. San Bernabé Ocotepec 0.13	E. San Andrés Totoltepec 0.12
7	C. Milpa Alta y pueblos anexos 0.15	C. San Bernabé Ocotepec 0.15	E. Magdalena Petlascalco 0.14	C. San Mateo Xalpa 0.13	C. San Francisco Tlalnepantla 0.13	C. San Bartolo Ameyalco 0.12
8	E. San Nicolas Totolapan 0.15 0.15		E. San Miguel Xicalco 0.14	C. Santa Rosa Xochiac 0.13	C. San Miguel Topilejo 0.13	C. San Francisco Tlalnepantla 0.12
9	C. San Bernabé Ocotepec 0.15	C. San Miguel Topilejo 0.15	C. Santa Cecilia Tepetlapa 0.14	E. San Andrés Totoltepec 0.13	E. Magdalena Petlascalco 0.13	C. San Miguel y Santo Tomas Ajusco 0.12
10	C. Magdalena Atlitic Contreras 0.15	E. Magdalena Petlascalco 0.15	E. San Nicolas Totolapan 0.14	E. Tetelco 0.13	E. San Bernabé Ocotepec 0.06	Alcaldía Tlalpan 0.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Actores con mayor centralidad de grado en las redes de relaciones de conocimiento-aprendizaje, periodo 2000-2018.

Grado	2000-2003	2004-2006	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2018
1	C. SMYSTA 40	SEDEMA 31	SACMEX 53	CONAFOR 55	CORENA-SEDEMA 83	C. SMYSTA 113

2	Villa Milpa Alta 40	UAM-X 30	SEDUVI 47	PAOT 54	C.-E.-San Miguel Topilejo 59	Villa Milpa Alta 96
3	C. San Francisco Tlanepantla 39	CONAFOR 28	CONAGUA 37	SACMEX 48	C. SMYSTA 54	CORENA-SEDEMA 70
4	C. San Mateo Tlaltenango 39	CONANP 28	CDMX SPC 36	L. Biología-F. Ciencias-UNAM 43	C.-E. Magdalena Contreras Atlitic 54	C.-E. San Gregorio Atlapulco 69
5	C. San Mateo Xalpa 39	INAH 28	CONAFOR 36	SEDUVI 43	E. San Pedro Tláhuac 52	C. Santa Cecilia Tepetlapa 67
6	E. San Nicolas Totolapan 39	SEP 21	Del. Xochimilco 36	Del. Magdalena Contreras 43	Villa Milpa Alta 52	E. San Nicolas Totolapan 67
7	C. San Agustín Ohtenco 37	C. San Bartolo Ameyalco 21	SEDEMA 36	CONAGUA 42	C.-E. San Gregorio Atlapulco 51	San Francisco Tlaltenango 66
8	C. San Bartolo Ameyalco 37	C. San Lorenzo Acopilco 21	Del- Alcaldía Tlalpan 30	PUEC-UNAM 31	C. San Francisco Tecoxpa 51	E. San Andrés Totoltepec 66
9	C. San Bartolomé Xilcomulco 37	C. San Mateo Tlaltenango 21	IBERO 29	CEDUA-COLMEX 30	C. San Pedro Atocpan 50	C. San Mateo Tlaltenango 64
10	C. San Francisco Tecoxpa 37	C. Santa Rosa Xochiac 21	PROFEPA 29	IG-UNAM 29	E. San Nicolas Totolapan 50	C.-E. Magdalena Contreras Atlitic 63

Fuente: Elaboración propia

