



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

Evaluación del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en la Comunidad de
San Miguel y Santo Tomas Ajusco, 2004- 2017

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
Iskra Alejandra Rojo Negrete

DIRECTORA DE TESIS
María Perevochtchikova
Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, El Colegio de México A. C.

JURADO
Sophie Ávila- Foucat, Instituto de Investigaciones Económicas- UNAM
Javier Delgado Campos, Instituto de Geografía- UNAM/ Programa Universitario de Estudios
sobre la Ciudad- UNAM
Arturo García Romero, Instituto de Geografía- UNAM
Daniel Kneeshaw, Département des Sciences Biologiques Université de Québec Á Montréal/
Centre d'Étude de la Forêt (CEF)
Sandra Edda Martínez, La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR)

Ciudad de México, México. Marzo de 2018



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.

Acrónimos	7-8
AGRADECIMIENTOS	9-10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
Justificación	13
Planteamiento del problema	14
Objetivo General	15
Objetivos Particulares	15
Hipótesis	15
Desarrollo del trabajo	16
Descripción del capitulado	17
Resultados y principales conclusiones	18
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL	19
1.1. ¿Servicios Ambientales, Ecosistémicos y de la Naturaleza? Definiciones, historia, tipología, desarrollo y estudios	19
1.1.1 <i>¿Servicios Ambientales, Servicios Ecosistémicos y Servicios de la Naturaleza?</i>	19
1.1.2 <i>Historia del concepto de SE</i>	21
1.1.3 <i>Tipología de SE</i>	23
1.1.4 <i>Estudios de SE</i>	26
1.2 Historia y definiciones de Esquemas de PSA	28
1.2.1 <i>La definición de PSA a nivel internacional</i>	28
1.2.2 <i>Desarrollo de los esquemas de PSA</i>	30
1.2.3 <i>Desarrollo del PSA en México</i>	31
1.2.4 <i>Estudios de PSA</i>	38
1.3 Indicadores: definición, tipologías y principales características	42
1.4 Marcos Teóricos de los Servicios Ecosistémicos y Socio- Ecosistemas (SES)	46
1.4.1 <i>Marcos teóricos aplicados a los SE</i>	46
1.4.2 <i>El Marco Analítico de Socio- Ecosistemas (SES)</i>	48
1.4.3 <i>Estudio de caso de la evaluación integral de los efectos de PSA con indicadores</i>	51
Observaciones finales	53
CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PSA CON INDICADORES SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	55
<i>Políticas Públicas Ambientales (PPA) y sus evaluaciones</i>	56
2.1 Evaluaciones de programas Pago por Servicios Ambientales (PSA)	58
2.1.1 <i>Evaluaciones institucionales de PSA</i>	59
2.1.2 <i>Evaluaciones académicas de PSA</i>	65
2.1.3 <i>Evaluaciones de SE</i>	70
2.2 Indicadores para la evaluación de efectos de PSA y sus metodologías de diseño	72
2.2.1 <i>El proceso de diseño de los indicadores para una evaluación integral de efectos del PSAH</i>	76
2.3 Diseño metodológico de indicadores para el caso de estudio	77
2.3.1 <i>Desarrollo Metodológico</i>	78
Observaciones finales	86
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	88
3.1 La Comunidad: ubicación, historia, formas de organización social y población	89
3.1.1 <i>Ubicación geográfica</i>	89
3.1.2 <i>Historia de la comunidad</i>	90
3.1.3 <i>Formas de organización comunitaria</i>	91
3.1.4 <i>Características socio- económicas de la población</i>	92

3.2. Unidades geográficas socio- ambientales de análisis	93
3.2.1 <i>Unidades geográficas- ambientales</i>	94
3.2.2 <i>Unidades geográficas socio- económicas</i>	104
3.2.3 <i>Servicios Ecosistémicos en la zona de estudio</i>	109
3.3 3.3 El contexto geográfico de la zona de estudio y el Suelo de Conservación	113
3.3.1 <i>Suelo de Conservación de la Ciudad de México</i>	113
3.4 PSA en la Ciudad de México y en la zona de estudio	116
Observaciones finales	119
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE PSA A ESCALA LOCAL	121
4.1 Propuesta de indicadores para la evaluación integral de efectos socio-ambientales de PSA a escala local en Suelo de Conservación de la Ciudad de México	121
4.2 Descripción de los indicadores	125
4.2.1 <i>Indicadores Hídricos</i>	125
4.2.2 <i>Indicadores Forestales</i>	130
4.2.3 <i>Indicadores Sociales</i>	134
4.2.4 <i>Indicadores Económicos</i>	138
4.3 Formas de análisis e interpretación de los indicadores	142
Observaciones finales	145
CAPÍTULO V EVALUACIÓN INTEGRAL DE LOS EFECTOS DEL PSA CON INDICADORES PROPUESTOS A ESCALA LOCAL	147
5.1 Resultados de los indicadores	147
5.1.1 <i>Indicadores Hídricos</i>	148
5.1.2 <i>Indicadores Forestales</i>	156
5.1.3 <i>Indicadores Sociales</i>	167
5.1.4 <i>Indicadores Económicos</i>	178
5.2 Sistema de indicadores desde la perspectiva integral	188
5.3 Línea base	190
Observaciones Finales	199
CONCLUSIONES	201
Bibliografía	204
ANEXOS	226

Índice de Figuras

Figura 1. Cronología del origen del termino de SE desde la Ecología, la Economía y las contribuciones asociadas en los estudios ecológicos y económicos	22
Figura 2. Esquema conceptual de la tipología propuesta por MA (2005) con las conexiones hacia el bienestar humano	25
Figura 3. Modalidades de PSA	29
Figura 4. Países donde se establecieron esquemas de PSA y existen estudios al respecto	30
Figura 5. Evolución del pago por servicios ambientales en México	33
Figura 6. El PSA en México 2003- 2011	37
Figura 7. Mecanismos locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (2008- 2011)	38
Figura 8. Pirámide de información	42
Figura 9. Subsistemas del marco analítico de sistemas socio- ecosistemas	50
Figura 10. Diagrama conceptual de los elementos que componen un socio-ecosistema vinculados a SE	51
Figura 11. Marco analítico de SES aplicable a la evaluación de efectos socio- ambientales del PSA en México	52
Figura 12. Variables de SES aplicable a la evaluación de efectos socio- ambientales del PSA en México	53
Figura 13. Ciclo de las Políticas Públicas	57
Figura 14. Evaluaciones institucionales de PSA 2003- 2015	60
Figura 15. Evaluaciones institucionales de PSAH	62
Figura 16. Esquema comparativo de las diferentes metodologías para el diseño de indicadores socio- ambientales	77
Figura 17. Metodología para el desarrollo de la propuesta de indicadores para la evaluación integral de los efectos económicos, sociales y ecológicos de PSA a escala local	79
Figura 18. Proceso de diseño de indicadores para la evaluación integral de los efectos socio-económicos y ecológicos del PSAH	84
Figura 19. Ubicación de la zona de estudio, San Miguel y Santo Toma Ajusco	89
Figura 20. Escudos de los Pueblos de a) San Miguel Ajusco y b) Santo Tomás Ajusco	90
Figura 21. Estructura organizacional de la comunidad de SMYST Ajusco	92
Figura 22. Sección hidrogeológica esquemática documentada	98
Figura 23. Perfil fisionómico forestal de la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Tlalpan	100
Figura 24. Uso de suelo y vegetación consideradas como las características consideradas como las características socio- económicas para la determinación de unidades geográficas en la zona de estudio	105
Figura 25. Mosaico de las características ambientales consideradas para la determinación de unidades ambientales en la zona de estudio	102- 103
Figura 26. Unidades geográficas ambientales socio-económicas (geofacies) de la zona de estudio	107
Figura 27. Almacenamiento de carbono en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco	109
Figura 28. Provisión de hábitat para la biodiversidad en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco	110
Figura 29. Infiltración en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco	112
Figura 30. Suelo Urbano y Suelo de Conservación de la Ciudad de México con las categorías de actividades permitidas	115
Figura 31. Sitios apoyados por el programa PSAH en SMYST, 2004 a 2011	118
Figura 32. Propuesta de indicadores de la evaluación integral de los efectos socio- ambientales del PSA vinculados a las variables del marco analítico SES	122
Figura 33. Homologación de rangos de interpretación de los indicadores y el diagrama radial	148
Figura 34. Sitios del muestreo realizado en 2012- 2013	148
Figura 35. Sitios del muestreo realizado en 2015- 2017	149
Figura 36. La deforestación y los polígonos de PSAH en la zona de estudio, 2004-2015	147
Figura 37. Red alimenticia simplificada para los bosques identificada para la Sierra del Ajusco y también la Sierra Nevada y determinación de especies clave por nivel trófico (color rojo) para la construcción del indicador de calidad del hábitat	161
Figura 38. La construcción del indicador de funcionalidad suelo- vegetación	165
Figura 39. Sitios de monitoreo de la calidad del agua y realización de las encuestas sobre el servicios dentro del casco urbano de la comunidad de SMYST	168
Figura 40. Valor económico estimado de la cantidad de agua producida según el tipo de vegetación y sitios receptores de PSAH	184
Figura 41. Calidad del suelo en la zona de estudio previo al PSAH	192
Figura 42. Distribución del teporingo (o zacatuche) en el área de estudio previo al PSAH	194

Índice de Tablas

Tabla 1. Términos usados en materia SE	26
Tabla 2. Marco jurídico del PSA en México	32
Tabla 3. Variables propuestas para el Marco Analítico de SES original de Ostrom	49
Tabla 4. Metodologías y efectos documentados en las evaluaciones académicas de PSAH	66- 67
Tabla 5. Revisión y análisis de las evaluaciones de SE	71- 72
Tabla 6. Estado del arte de los indicadores sociales de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH	73
Tabla 7. Estado del arte de los indicadores económicos de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH	73
Tabla 8. Estado del arte de los indicadores ecológicos de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH	74
Tabla 9. Estado del arte de los indicadores de sustentabilidad de bosque y agua de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH	75
Tabla 10. Estado del arte de los indicadores sobre SE de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH	75
Tabla 11. Procesos de formación geológica de la zona de estudio	95
Tabla 12. Datos complementarios de la comunidad sobre salud, educación empleo, marginalidad y vivienda	108
Tabla 13. Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en SMYST, 2004- 2017	117
Tabla 14. Variables de SES	123
Tabla 15. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del agua	126
Tabla 16. Rangos de interpretación referente al indicador de cantidad del agua	128
Tabla 17. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del suelo	129
Tabla 18. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat	131
Tabla 19. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat	133
Tabla 20. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat	134
Tabla 21. Rangos de interpretación referente al indicador de acceso justo al agua	135
Tabla 22. Rangos de interpretación referente al indicador de percepción de mejora de la comunidad	136
Tabla 23. Rangos de interpretación referente al indicador de gobernanza e institucionalidad	138
Tabla 24. Rangos de interpretación referente al indicador del valor económico de SEH	139
Tabla 25. Rangos de interpretación referente al indicador del valor económico de SEH	140
Tabla 26. Rangos de interpretación referente al indicador de competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas (legales e ilegales)	142
Tabla 27. Aplicación de los indicadores de la propuesta para la evaluación de otros SE, otros actores sociales y otras PPA asociadas a SE	144
Tabla 28. Interpretación del indicador de calidad del agua	150
Tabla 29. Interpretación del indicador de cantidad del agua	152
Tabla 30. Interpretación del indicador de calidad del suelo	155
Tabla 31. Interpretación del indicador de salud forestal	158
Tabla 32. Interpretación del indicador del indicador de calidad del bosque como hábitat	164
Tabla 33. Interpretación del indicador de funcionalidad del complejo suelo- vegetación	166
Tabla 34. Interpretación del indicador de acceso justo al agua	169
Tabla 35. Interpretación del indicador sobre percepción de mejora de la comunidad	174
Tabla 36. Interpretación del indicador de gobernanza e institucionalidad	177
Tabla 37. Interpretación del indicador de competitividad económica del PSAH	181
Tabla 38. Interpretación del indicador de valor económico por sustitución	185
Tabla 39. Ingreso total anual para toda la comunidad por participar en PSAH	186
Tabla 40. Interpretación del indicador de valor económico para los proveedores de SEH	177

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Bibliometría del término “ecosystem services” y “ecological services” hasta 2007	26
Gráfica 2. Bibliometría de los estudio sobre Servicios Ecosistémicos vs. Servicios Ambientales de 1993 hasta 2012	27
Gráfica 3. Desarrollo del PSA en México (2003- 2012)	35
Gráfica 4. Superficie incorporada a PSA a través de las reglas de operación (hectáreas)	36
Gráfica 5. Montos asignados en mecanismos locales de PSA a través de Fondos Concurrentes	37
Gráfica 6. Número anual de artículos científicos publicados para los esquemas de PSA y temas relacionados de 1993- 2012	39
Gráfica 7. Los enfoques de los artículos publicados en México para PSA	42

Gráfica 8. Crecimiento poblacional de 1990 a 2010 en la comunidad (SMyst Ajusco)	93
Gráfica 9. Caudal promedio anual monitoreado en la zona de estudio, 1997- 2017	151
Gráfica 10. Caudal promedio anual histórico, 1997- 2012	152
Gráfica 11. La construcción del indicador sobre la Competitividad económica de PSAH	180
Gráfica 12. La construcción del indicador sobre el Valor monetario para usuarios por sustitución del agua disponible en el ecosistema	183
Gráfica 13. Comparación entre el ingreso total anual de la comunidad por PSAH y los ingresos totales de los beneficiarios reales y potenciales del programa	186
Gráfica 14. Diagrama radial comparativo de los efectos del PSAH y los indicadores evaluados	189
Gráfica 15. Datos de las variables para la construcción del indicador de calidad de agua dentro del periodo 1979-2012 a) pH, b) Alcalinidad, c) Dureza, d) Turbidez	190- 192

Índice de Cuadros

Cuadro 1. La construcción del indicador de calidad de agua (promedios, mínimos y máximos y su comparación con la NOM -127-SSA1-1994	149
Cuadro 2. La construcción del indicador de calidad del suelo	154
Cuadro 3. Indicadores Hídricos: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación	155
Cuadro 4. Datos disponibles de las variables de deforestación para la construcción del indicador de salud forestal	158
Cuadro 5. Datos disponibles de las variables para la construcción del indicador de la calidad del bosque como hábitat provenientes de los inventarios de fauna existentes en la zona	160
Cuadro 6. La construcción del indicador de la calidad del bosque como hábitat proveniente de la información población de tres especies clave	163
Cuadro 7. Indicadores Forestales: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación	166- 167
Cuadro 8. La construcción del indicador de acceso justo al agua	169
Cuadro 9. La construcción del indicador sobre percepción de mejora de la Comunidad por medio de la documentación y en análisis del discurso	171
Cuadro 10. La construcción del indicador sobre percepción de mejora en la Comunidad	173
Cuadro 11. La construcción del indicador sobre Gobernanza e Institucionalidad	175
Cuadro 12. La construcción del indicador sobre la Gobernanza e Institucionalidad	176
Cuadro 13. Indicadores Sociales: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación	177- 178
Cuadro 14. La construcción del indicador sobre el valor por sustitución	182
Cuadro 15. Valor económico estimado sobre la cantidad de agua producida según la composición de la superficie por tipo de vegetación	183
Cuadro 16. Indicadores Económicos: descripción, técnica (s) de medición y resultado	187- 188

Índice de Anexos

Anexo 1 Cartografía del área de estudio	227
Anexo 2 Lista de los 25 expertos del proceso de evaluación y ponderación.s Expertos que participaron en entrevistas abiertas	241
Anexo 3 Formato de evaluación y ponderación de indicadores con expertos	242
Anexo 4 Guion de preguntas del trabajo de campo	244
Anexo 5 Resultado del proceso evaluación y ponderación con expertos	260
Anexo 6 Listado de especies	263
Anexo 7 Actores clave entrevistados y encuestados en el trabajo de campo 2012- 2017	264

Acrónimos

ACUMAR La Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo, Argentina

ANP Área Natural Protegida

AVA Áreas de Valor Ambiental

CABSA Programa para el Desarrollo de los Mercados de Servicios Ambientales de Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad

CC Cambio climático

CCFM Canadian Council of Forest Ministers

CDMX Ciudad de México

CEDUA, COLMEX Centro de Estudios Urbanos y Ambientales

CEF Centre d'étude de la forêt

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CHAPINGO Universidad de Chapingo

CIDE, COLMEX Centro de Investigación y Docencia Económicas

CIFOR Center for International Forestry Research

COLMEX El Colegio de México A. C.

COLPOS Colegio de Postgraduados

CMED, ONU Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo

CONABIO Comisión Nacional de Biodiversidad

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONAFOR Comisión Nacional Forestal

CONAGUA Comisión Nacional de Agua

CONANP Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas

CORENA Comisión de Recursos Naturales de la Ciudad de México

CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

CSBQ Quebec Centre for Biodiversity Science

C&I Criteria and Indicators from CIFOR

DF Distrito Federal

DS Desarrollo Sustentable

EA Evaluación Ambiental

EPA United States Environmental Protection Agency

FONAFIFO Fondo de Financiamiento Forestal de Costa Rica

GIS Geography Information Systems

GWV Global Water Watch

GCDMX Gobierno de la Ciudad de México

GDF Gobierno del Distrito Federal

ICA Ingenieros Civiles Asociados

IMECA Índice Metropolitano de la Calidad del Aire

IMSS Instituto Mexicano del Seguro Social

INAH Instituto Nacional de Antropología e Historia

INE Instituto Nacional de Ecología

INECC Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI Instituto Nacional de Estadística e Informática

INFYS Inventario Nacional Forestal y de Suelos de la CONAFOR

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change

ISA International Society of Arboriculture

ISSSTE Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

ITAM Instituto Tecnológico Autónomo de México

IUCN International Union for Conservation of Nature - IUCN

LF Ley Forestal

LGEEPA Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

MA Millennium Ecosystem Assessment

McGill McGill University

MESMIS, UNAM Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Indicadores de Sustentabilidad en México

MFS Manejo Forestal Sustentable

MMAE Ministerio de Medio Ambiente de España

NRC National Research Council

OCDE Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OEDC por sus siglas en inglés)
ONU Organización de Naciones Unidas
PSA Pago por Servicios Ambientales
PSA- H Pago por Servicios Ambientales modalidad Hidrológica
PPA Política Pública Ambiental
PAOT Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la CDMX
PER Presión- Estado- Respuesta
PES Payment for Ecosystem Services
PROFEPA Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PGOEDF Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal
PMPM Programa de Mejores Prácticas de Manejo de la CONAFOR
PUMA, UNAM Programa Universitario de Medio Ambiente
SA Servicio Ambiental
SACM Sistema de Aguas de la Ciudad de Mexico
SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAH Servicio Ambiental Hidrológico

SC Suelo de Conservación
SEDEMA GDF Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal
SEDEREC Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades
SEDESOL Secretaria de Desarrollo Social
SEMARNAT Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMA GDF Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (nombre en las administraciones anteriores)
SE Servicio Ecosistémico
SIG Sistemas de Información Geográfica
SES Socio- Ecosistemas
SMYST San Miguel y Santo Tomás Ajusco
SNIAR Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales
SU Suelo Urbano
UdeM Université de Montréal
ULaval Université Laval
UNAM Universidad Nacional Autónoma de México
USDA United States Department of Agriculture
UQAM Université de Québec en Montréal
UQAR Université du Québec à Rimouski

AGRADECIMIENTOS

A la Comunidad de Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (Tlalpan, Ciudad de México) por su determinación, lucha y fortaleza ante una ciudad que devora sin piedad. En especial a Don Jorge e hijo Jorge, Reynaldo Camacho, David Quiroz, Bernardino Bolaños, Abraham García, Javier Solórzano, Socorro Domínguez y Adriana García, luchadores incansables por su comunidad. También gracias a los comisariados que amablemente participaron: César Camacho Carreón, Miguel Ángel y César Camacho Castillo. Un muy especial agradecimiento a Moisés Reyes por su determinación y trabajo para un Ajusco mejor, con una visión de compromiso y esfuerzo colectivo.

Se agradece al financiamiento del Proyecto 246947 de Problemas Nacionales CONACYT para el trabajo de campo durante la tesis.

A mi Abe- Esperanza Sánchez Barajas- mi inspiración de vida. A mi familia: Leticia Negrete Sánchez, Miguel Rojo Ustaritz, Lenin Rojo Negrete y Mariana Pérez Montes por su apoyo y amor incondicional, pero especialmente a su paciencia infinita en tiempos difíciles. Les presumo tengo una mamá muy rifada. Sin ustedes esta tesis no existiría y yo no podría dedicarme a la ciencia. A la Familia Negrete, en particular a mi tío- *simpa'* Norberto Negrete, familión Rojo (tí@s, prim@s y ¡nuevas adquisiciones!!), mi tía Tibu Soto, ambas Tzams y Zaguil, familia Pérez –Montes, gracias Rosy Montes y Carlos Pérez por la toda buena vibra.

Мария благодарит вас за вашу поддержку, всегда. Дайте Эдуарду тоже спасибо. Вы знаете, я восхищаюсь вами и уважаю вас профессионально и лично.

A la Dra. Sandra Martínez y al Dr. Javier Delgado cuyas discusiones y cuestionamientos en cuatro años me ayudaron a tejer y destejer lo que conforma esta tesis. Al Dr. Arturo García Romero por sus valiosas aportaciones y la excelente disposición siempre. A la Dra. Sophie Ávila- Foucat por las críticas tan acertadas para la mejora de este trabajo. Una mención especial merece la Dra. Tizbe Arteaga Reyes, por la minuciosa revisión de este trabajo y con observaciones muy enriquecedoras.

Daniel Kneeshaw thanks! for be there all these days working with me, with amazing dedication and gave me the best advice for this work and for my professional life: keep it simple Iskra!! Aussi à l'UQAM car c'est une expérience inoubliable, le Centre d'étude de la forêt (CEF) pour de l'aide pendant mon stagiaire de recherche. Pour Montréal la blanche... And Cohen music.

A tod@s l@s expert@s que evaluaron los indicadores, fue una gran ayuda en la anhelada búsqueda de objetividad. To all the experts who evaluated the indicators for their help in the desired search

for objectivity. À tous les experts qui ont évalué les indicateurs pour leur aide dans la recherche d'objectivité souhaitée. Elise Filotas, Jerome Dupras, Sara Teteilbaum, Tanya Handa, Isabelle Aubin, Sophie Carpentier, Eugénie Potvin and Brian Harvey, merci pour votre temps et vos observations.

A los profesores que me han dado su apoyo en este largo camino: Rodrigo Gutiérrez, Enrique Pérez, Guillermo Castillo, Lucia Almeida, Pierre André, Kathryn Furlong y Tim Work. A la paciencia de Guillermo Contreras, Luis Felipe Crespo y Alfonso Osorio por la paciencia y resistencia de aquel catálogo del MNC- INAH que se ha sacrificado tanto en tiempo. A la coordinación del Posgrado de Geografía, en especial al Dr. Javier Delgado y Dr. José Ramón Hernández.

A l@s encuest@s y entrevistad@s cuya participación fue vital para este y otros trabajos, entre ellos: M. en C. Esther Sandoval Palacios, Dr. Gustavo López Mendoza, M. en F. Diego David Reygadas Prado, M. en C. Adriana Saldaña y Lic. Miguel Gallegos Mora.

A l@s amig@s que tengo la fortuna de tener: Sandra Nájera, Camila Nájera, Natalia Bieletto, Carolina Sánchez, Ludmila Mizerit, Niurka Chávez, David Rivera, Zuleima Nájera, Claudia Cruz, Luz Dalila, Rosa Salazar, Juan Carlos Jasso, Gabriela Valencia, Jimena Sasso, Leticia Casiano, Iván Moreno, Guillaume Saint- Marie, Eugenie Potvin, Tatiana Acevedo, Nicolás Rdz, Martine Verdy, Lourdes Nava, Emilio Roldán y Elva, Itzel Gámez y Catalin Banescu. Con quienes he compartido amistad y espacios de trabajo: Rosa Aurora, Adrián Vázquez, Argelia Tiburcio, Natalia Lukianova, MaNely, Zenia Saavedra, Nydia Aponte, Amaranta, Arturo Ramos, Balam, Alejandro, Orson, Moni; la Familia Delgado- Suarez: Tonalli, Ana L. Valle, Brenda Escamilla, Arturito Pérez, Víctor Manuel, Víctor Reyes y Jesús Miranda. Tout le lab de Dan, merci! Espero no haber olvidado a nadie. A la memoria de María Teresa Rosales que siempre tuvo buenos deseos para mí.

**“All my scientists are working on a deadline
So my psychologist is working day and night time
They say they know what's best for me
But they don't know what they're doing”**

(Fragmento de la canción *Atomic Garden*- Bad Religion, 1992).

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla una propuesta de evaluación integral de los efectos socio- ambientales del programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) aplicable a escala local por medio de una serie de doce indicadores agrupados en cuatro categorías temáticas (hídricos, forestales, sociales y económicos), donde cada categoría posee tres indicadores. El PSA es uno de los instrumentos de Política Pública Ambiental (PPA) ampliamente extendido a escala internacional y regional, que consiste en un esquema de compensación diseñado para cubrir externalidades negativas, cuyo objetivo es la conservación de los bosques y la disminución de la pobreza.

En México el programa federal de PSA dio inicio desde 2003 como una estrategia nacional forestal que ha buscado consolidarse primero con las modalidades de PSAH (Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos), PSAB (PSA de Biodiversidad) y PSA- CABS (Pago Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad); y desde 2008 incorporó esquemas de “Fondos Concurrentes” (o Mecanismos Locales), el cual busca incluir a todos los actores sociales posibles que son proveedores y usuarios de los Servicios Ecosistémicos. Dentro de la revisión bibliográfica realizada en el tema de PSA se ha detectado una falta de las evaluaciones interdisciplinarias, que se basen en un marco integrador y criterios y/o indicadores claros y medibles; por lo que el aporte académico de este trabajo es de carácter conceptual y metodológico, porque desarrolla y aplica un modelo de la evaluación de los efectos del programa de PSA de forma integral, vinculado a los componentes de Socio-ecosistema, que además sirve para el control y seguimiento de las PPA.

De allí el objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología para la evaluación integral de efectos producidos por el programa de PSA, con base en un esquema de indicadores, y aplicarlo para el caso de estudio de la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, ubicada en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México. Lo cual se realizó desde el marco analítico de Socio- Ecosistemas (SES), con el desarrollo de una metodología mixta (cuantitativa / cualitativa) en cuatro etapas: I) Propuesta de indicadores, II) Proceso de evaluación y ponderación con expertos, III) Listado final de los indicadores por su viabilidad, y IV) La aplicación de los indicadores al estudio de caso; utilizando en cada etapa técnicas provenientes desde diferentes disciplinas (de ciencias naturales y sociales).

Los resultados permitieron identificar diversos efectos de PSA, donde el efecto económico fue negativo porque las actividades económicas que no consideran la conservación forestal producen más beneficios para las familias de la comunidad; los efectos sociales son positivos en la percepción comunitaria en relación a la organización social y acuerdos entre los actores locales y; los efectos ecológicos comprenden agua de buena calidad, también de bosques y suelos, pero marcan la necesidad de acciones para mejorar su condición y, por lo tanto, elevar el estado la conservación. El reto principal de la aplicación de esta propuesta fue relacionado con la información necesaria para la construcción de indicadores de diversa índole, y especialmente para la creación de la línea base como referente de análisis de cambios.

Aun con esta limitante, la propuesta desarrollada puede ser aplicada a otras PPA, otros servicios ecosistémicos y con otro tipo de actores sociales, y replicada a otras escalas geográficas. De esta forma, la aportación de la tesis no sólo es en términos académicos, sino también tiene potencial incidencia para la mejora de política pública ambiental (por la medición de efectos y optimización de los recursos de sus programas), con una clara aplicación a nivel comunitario (por el monitoreo integrado y registro de resultado interno de programas aplicados).

ABSTRACT

This paper develops a proposal for the comprehensive evaluation of the socio-environmental effects of the Payment for Environmental Services (PES) program applicable at the local level through a series of twelve indicators grouped into four thematic categories (water, forestry, social and economic), where each category has three indicators. The PES is one of the instruments of Public Environmental Policy (PEP) widely extended at international and regional scale, which consists of a compensation scheme designed to cover negative externalities, whose objective is the conservation of forests and the reduction of poverty.

In Mexico, the federal PES program began in 2003 as a national forest strategy that has sought to consolidate first with the modalities of PES- H (Payment for Environmental Services Hydrological modality), PES- B (PES of Biodiversity) and PES-CABSA (Payment of Environmental Services by Capture of Carbon and the Derivatives of Biodiversity); and since 2008, it has incorporated schemes of "Concurrent Funds" (or Local Mechanisms), which seeks to include all possible social actors that are suppliers and users of Ecosystem Services. Within the bibliographic review carried out on the subject of PES, a lack of interdisciplinary evaluations has been detected, based on an integrating framework and criteria and / or clear and measurable indicators; so the academic contribution of this work is conceptual and methodological, because it develops and applies a model of the evaluation of the effects of the PES program in an integral way, linked to the components of Socio-ecosystem, which also serves for the control and monitoring of PEPs.

Therefore, the objective of this work was to develop a methodology for the comprehensive evaluation of effects produced by the PES program, based on a scheme of indicators, and apply it for the case study of the Community of San Miguel and Santo Tomás Ajusco, located in the Conservation Land of Mexico City. This was done from the analytical framework of Socio-Ecosystems (SES), with the development of a mixed methodology (quantitative / qualitative) in four stages: I) Proposal of indicators, II) Evaluation process and weighting with experts, III) Final list of indicators for their viability, and IV) The application of the indicators to the case study; using at each stage techniques from different disciplines (natural and social sciences).

The results allowed us to identify various PES effects, where the economic effect was negative because economic activities that do not consider forest conservation produce more benefits for the families of the community; the social effects are positive in the community perception in relation to social organization and agreements between local actors and; the ecological effects include good quality water, also from forests and soils, but they indicate the need for actions to improve their condition and, therefore, raise the status of conservation. The main challenge of the application of this proposal was related to the information necessary for the construction of indicators of various kinds, and especially for the creation of the baseline as a reference for analysis of changes.

Even with this limitation, the proposal developed can be applied to other PEPs, other ecosystem services and with other types of social actors, and replicated at other geographic scales. In this way, the contribution of the thesis is not only in academic terms, but also has potential impact for the improvement of public environmental policy (by measuring effects and optimizing the resources of its programs), with a clear application at the community (by integrated monitoring and internal result recording of applied programs).

INTRODUCCIÓN

Hoy en día es indiscutible la modificación de los sistemas naturales a nivel global debido a la intervención de las actividades humanas, que se refleja en su deterioro y conlleva a la contaminación, alteración de los ecosistemas, los ciclos biológicos y geofísicos que los mantienen, y la sobre explotación de los recursos naturales. Lo que consecutivamente se proyecta en la pérdida de la calidad de vida de las personas y ha puesto en duda la viabilidad de toda la vida en el planeta tierra a largo plazo (Toledo, 2003; Porto-Gonçalves, 2006).

Ante esta situación de crisis ambiental se han formulado los principios de Desarrollo Sustentable (DS) que parten del reconocimiento de los límites y potencialidades de los sistemas naturales, así como de la complejidad socio- ambiental, necesaria para comprender de una nueva manera la realidad; y que comprende el modo de satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las de generaciones futuras (CMED, 1987; Leff, 2006; Brandon & Lombardi, 2011). La aceptación de los principios de DS ha generado el cambio de paradigma de la gestión de recursos naturales, que ha influenciado en la modificación de las Políticas Públicas Ambientales (PPA) a nivel global, y ha permitido introducir una conciencia ambiental para orientar las acciones de gobierno, instituciones no gubernamentales y la ciudadanía (Leff, 2006). El DS implica el reconocimiento de las responsabilidades de diversos actores de la sociedad en la conservación, y la creación de diferentes esquemas de apoyo y subsidios por parte del gobierno (André *et al.*, 2012).

En particular, esta dinámica se vio reflejada en el diseño y aplicación de los nuevos instrumentos de PPA, que incorporan mecanismos de compensación económica por parte de los usuarios de los servicios ambientales¹ a sus proveedores, como es el caso de los programas de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Estos que consisten en la retribución financiera directa que se da a los dueños de las tierras, que poseen recursos naturales (bosque, por ejemplo) y deciden no cambiar el uso del suelo, conservar el ecosistema original e incluso realizar acciones de manejo que mejoren sus condiciones (Rosa & Kandel, 2002). En búsqueda de la armonía con los preceptos internacionales dentro del DS, el proceso de la formulación y aceptación de los programas de PSA comenzó a finales de los 1990s; y hoy en día la experiencia de estudios en el tema está registrada en muchos países de América, Europa, Asia, África y Oceanía (Balvanera *et al.*, 2012; Molnar & Kubiszewski; 2012, Ulgiati *et al.*, 2011; McElwee, 2012; Butler *et al.*, 2011; Gross- Camp *et al.*, 2012; Perevochtchikova & Oggioni, 2014).

En México el programa de PSA comenzó en el 2003 bajo la gestión de la Comisión Nacional Forestal, CONAFOR (Perevochtchikova, 2011). La relevancia y rápida extensión de los PSA ha incitado a la atención de la academia como objeto de estudio (Balvanera *et al.*, 2012), reflejado en constantes evaluaciones de los esquemas de PSA. Cabe destacar que los últimos se han trabajado desde diferentes perspectivas, como las ciencias naturales (Costanza *et al.*, 1997), las sociales (Chomitz *et al.*, 1998), las económicas (Muñoz-Piña *et al.*, 2005).

¹ Se entienden como el conjunto de beneficios que reciben y utilizan los seres humanos de los ecosistemas (Torres & Guevara, 2002), enfatizando la cuestión ambiental o medio- ambiental (Balvanera & Cotler, 2007).

Justificación

Por de la revisión bibliográfica realizada en el tema de estudios de PSA se ha detectado la falta de las evaluaciones interdisciplinarias, que se basen en una teoría integradora y unos criterios y/o indicadores claros, por lo que el aporte de este trabajo es de carácter metodológico, porque pretende desarrollar y aplicar un modelo de la evaluación de los efectos del programa de PSA de forma integral (además con base en indicadores definidos), como una manera de control y seguimiento de la PPA. El proceso de la evaluación de las PPA provee la información necesaria para la toma decisiones prudentes que mejoren el bienestar humano y ambiental; mientras que los indicadores son representaciones sintéticas de una serie de características sobresalientes de un sistema en particular (Brandon & Lombardi, 2011). Las evaluaciones interdisciplinarias identificadas son: Alix- García (2005) y PUMA- UNAM (2013), los cuales se aplicaron a escala nacional y no a escala local, donde los efectos de la aplicación de PPA sobre las comunidades se manifiesta de manera distinta.

Es importante resaltar que en los años recientes se han llevado a cabo las evaluaciones de los programas de conservación en México que han sido de carácter operacional y realizadas en términos de la mejora de la transparencia de las funciones públicas (CONEVAL, 2010 y 2011; Chapingo, 2012; ITAM, 2012; COLPOS, 2003-2006; PUMA-UNAM, 2013). En su mayoría estas evaluaciones analizan el funcionamiento operativo de la Comisión Nacional Forestal o presentan algunos de los aspectos del programa, en forma parcial; pero no estudian los efectos producidos en la población receptora de pago, ni en el ambiente.

Planteamiento del problema

En México el PSA empezó en la modalidad de hidrológicos (PSAH), con el fin de garantizar la recarga de agua en las partes altas de las cuencas, de contribuir con la conservación forestal y a la vez reducir la pobreza. Aún con los cambios en las modalidades, criterios de elegibilidad y *Reglas de Operación*; el programa ha logrado fomentar un gran interés y superar las metas establecidas para el 2012 en relación a la incorporación de 2,767 millones ha, 5,400 propietarios y 5,289 millones de pesos (CONAFOR, 2015). Para 2015, menciona Perevochtchikova (2016) fue ejercido para PSAH un pago de 1, 000 millones de pesos, abarcando más de 600 propietarios y una superficie de más de 400 de miles de hectáreas.

De este modo se pueden detectar avances del programa en el escenario político, con diversas modalidades del apoyo creadas (PSA federal, Fondos Concurrentes, Patrimonio de Biodiversidad), el gran número de hectáreas abarcadas, la cantidad de recurso económico asignado y el mantenimiento de la cobertura forestal. Sin embargo, también se observan las limitantes de carácter operativo (falta del personal, de capacitación, de recursos, diversidad de criterios), metodológico (ausencia de metodologías claras para la evaluación y monitoreo) y en la falta de medición de beneficios/efectos sociales, económicos y ambientales producidos (Kosoy *et al.*, 2008; Muñoz-Piña *et al.*, 2005; Brunett *et al.*, 2011; Perevochtchikova, 2011).

En la Ciudad de México, la capital del país, el PSA se ha realizado desde 2004, principalmente en núcleos agrarios (ejidos y comunidades forestales) ubicados al sur de la ciudad, acreditable por sus características en el Suelo de Conservación, SC (la parte alta de la cuenca de México). Reportando 13,364.28 ha para 2010 (Sandoval & Gutiérrez, 2012). Con el impulso dado a los Fondos Concurrentes en la Ciudad de México se ha invertido 3 millones 995 mil 998 pesos para la conservación a 913.14 hectáreas en la Delegación Magdalena Contreras en 2014 y 1 millón 388 mil 331 pesos asignables a 763 has Tlalpan en 2017, ambos con fondos compartidos entre CONAFOR y las respectivas delegaciones (Nota periodística por Ana Herrera del 27 abril 2017). A una década de la implementación del PSA en México, es imperativo revisar su verdadero alcance, no sólo en los términos de desempeño operativo, sino también de los efectos socio-económicos y ambientales producidos.

Objetivo General

El objetivo general de este trabajo consiste en evaluar de manera integrada los efectos producidos por el programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), con base en el marco analítico de Socio-ecosistemas y desarrollo metodológico de una serie de indicadores ecológicos, sociales y económicos; aplicado para el caso de estudio de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (SMyST), ubicada en el Suelo de Conservación de la ciudad de México, 2004- 2017.

Objetivos Particulares

- i) Desarrollar el marco teórico-conceptual de Servicios Ecosistémicos, programas de Pago por Servicios Ambientales y de Socio- Ecosistemas que engloba sus definiciones, historia, estudios y evaluaciones
- ii) Caracterizar desde la geográfica ambiental el caso de estudio de la comunidad de SMyST y analizar su experiencia en la aplicación del programa de PSAH
- iii) Determinar los aspectos relevantes para ser evaluados para el análisis integral de los efectos ecológicos, sociales y económicos vinculados a la implementación del PSA
- iv) Definir los indicadores pertinentes para la evaluación integral de los efectos del programa de PSA, y desarrollar un modelo de su evaluación integral
- v) Aplicar el modelo de la evaluación integral de los efectos ecológicos, sociales y económicos para el caso de estudio de la comunidad de SMySTA; y reflexionar sobre sus alcances.

Hipótesis

La evaluación de los efectos de la aplicación de diversos instrumentos de políticas públicas ambientales (PPA) es parte indispensable del ciclo de su diseño y ejecución. En el caso del programa de PSA, como instrumento de PPA, se han desarrollado diferentes evaluaciones, sin

embargo, mayoritariamente de carácter operativo, por lo que se indaga, pero, generalmente, se desconoce su verdadero efecto en el ambiente, ni la sociedad; tampoco se revisa su evolución a través del tiempo. El desarrollo de una propuesta de evaluación integral de los efectos del programa de PSA, con base en indicadores ecológicos, sociales y económicos claramente definidos mediante una metodología científicamente sustentada, puede ayudar a mejorar el alcance de la política pública, identificando los potenciales cambios y limitaciones en su aplicación, y con esto, a futuro, promover la mejora en la optimización de los recursos invertidos e implementación de esquemas de monitoreo óptimo, que incluso podrían ser apropiados por las comunidades (beneficiarias del programa).

Desarrollo del trabajo

El marco teórico- conceptual se inicia con una discusión sobre los conceptos de Servicios Ecosistémicos (SE), Ambientales y de la Naturaleza, concluyendo que el uso de SE es el concepto adecuado para el presente trabajo. Después se describe la historia, tipología, desarrollo y estudios de SE. Posteriormente se aborda el concepto de PSA con su historia y evolución, y la definición de indicadores con tipologías y principales características existentes; así como su vínculo con SE en el desarrollo conceptual de la economía y la ecología. Por último, se enlistan y describen los marcos teóricos y analíticos con los cuales se ha estudiado el PSA, donde el marco analítico de Socio-Ecosistemas (SES) ha resultado el más indicado para la evaluación integral de efectos del PSA, ya que permite vincularlo a la serie de variables por niveles de organización.

La metodología general está basada en el proceso de diseño de un sistemas de indicadores (MMAE, 1996; Hammond *et al.*, 1995 Rojo, 2013), que comprende: i) definición de objetivos y metas; ii) estructura del sistema analítico y selección de temas; iii) investigación y desarrollo; iv) primera propuesta de indicadores; v) proceso de revisión, consulta o evaluación y; vi) propuesta de indicadores finales después de la prueba final con la información disponible para su uso. Así, para el estudio de caso se trabajó en cuatro etapas, cada una con base en técnicas específicas: i) la propuesta inicial de indicadores (documentación), ii) el proceso de evaluación- ponderación por expertos de México y Canadá (entrevistas abiertas, reuniones de trabajo, discusiones grupales), iii) listado final de los indicadores por su viabilidad (síntesis) y, iv) la aplicación de los indicadores, donde cada indicador tiene una técnica de medición particular, pero considerando trabajo de campo para el monitoreo de los indicadores hídricos; aplicación de entrevistas y encuestas para los indicadores sociales y uno económico; el resto con documentación y SIG, como trabajo de gabinete.

Inicialmente la propuesta de indicadores se dividió en tres dimensiones principales del Desarrollo Sostenible: social, económico y ecológico (en el último, incluidos los indicadores de suelo e hidrológicos). Pero posteriormente se vincularon los indicadores propuestos a las variables de SES de segundo y tercer nivel seleccionadas en el Taller del proyecto de Problemas Nacionales (CONACYT No. 246947). A partir de los primeros indicadores (27 en total), se procedió con el proceso de evaluación y ponderación con expertos de México y Canadá, enfocándose en criterios de efectividad, es decir, que los indicadores se enfocarán a mejor claramente los efectos del PSAH. Una propuesta de indicadores pre-finales (20 en total) fue contrastada por: la disponibilidad de

datos y estadísticas actuales (Layke *et al.*, 2012), a nivel local (Riley, 2000). Para los rangos de interpretación con base en el escenario esperado se ubicaron resultados de los indicadores como efectos positivos (100-70%), neutros (69- 50%) o negativos (menos de 49%); donde todos los indicadores se adecuaron para respondan a los mismos porcentajes dentro de los rangos, como un proceso de homogenización (normalización) para facilitar la interpretación de los indicadores en su conjunto. Dos aspectos que resultaron importantes para la propuesta final de indicadores fueron: primero, esos indicadores deben ser explícitos en escalas espaciales y temporales para ser medidos y mapeados (NRC, 2000; van Oudenhovena *et al.*, 2012) y; segundo, la información proporcionada para esos indicadores debe ser objetiva y fácil de comparar (Schomaker, 1997; Layke *et al.*, 2012; van Oudenhovena *et al.*, 2012).

Descripción del capitulado

Este trabajo consta de cinco capítulos los cuales abarcan temas como: el marco conceptual de SE y marco analítico de SES (Capítulo 1), el estado del arte de evaluaciones de SE y PSA (capitulo 2), la descripción de la zona de estudio (capitulo 3), la propuesta de evaluación integral con indicadores (capitulo 4) y los resultados de la aplicación de la evaluación integral para el caso de estudio (capitulo 5). En el Capítulo 1 se realiza una discusión sobre los conceptos de Servicios Ecosistémicos (SE), Ambientales y de la Naturaleza para determinar el concepto adecuado para la tesis, del cual se describe su historia, tipología, desarrollo y estudios, se aborda el concepto de PSA con su historia y evolución y la definición de indicadores con tipologías y principales características existentes; y finalmente se aborda el marco analítico de Socio- Ecosistemas (SES) y su aplicación a la evaluación de efectos del PSA. En el Capítulo 2 se lleva a cabo una revisión de las evaluaciones de PSA, se describe el diseño metodológico para estudio de caso y se presenta la documentación sobre los indicadores para el estudio de caso. El Capítulo 3 presenta la descripción geográfica e histórica del área de estudio de la Comunidad de Bienes de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, la generación de las unidades geográfico socio- ambientales de la comunidad, la delimitación de los Servicios Ecosistémicos y SE hídricos de la zona, así como el análisis de la participación de la comunidad en el programa federal de Pago por Servicios Ambientales. En el Capítulo 4 se describen de los resultados del proceso de evaluación y ponderación con expertos y de la propuesta de evaluación integral de efectos socio-ambientales de PSA a escala local en Suelo de Conservación de la Ciudad de México y, finalmente se describen los indicadores y las formas de su interpretación para la evaluación integral, que comprende la construcción de superíndice, diagrama radial y línea base. Por último, en el Capítulo 5 se discute sobre la revisión de la información existente y disponible para la zona de estudio, y se presentan los resultados del cálculo de los indicadores con sus respectivos rangos de interpretación. También se realiza un análisis integral con el superíndice, el diagrama radial y la línea base, y se hace una reflexión sobre los alcances del sistema de evaluación de efectos de PSA y los indicadores aplicados con recomendaciones para la mejora del PSA como instrumento de política pública.

Resultados y principales conclusiones

Se desarrolló una metodología para la evaluación integral de efectos producidos por el programa de PSA, con base en un esquema de indicadores, que fue aplicada para el caso de estudio de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, en el SC de la Ciudad de México. Los indicadores propuestos presentaron los siguientes resultados: i) los indicadores *Hídricos* con efectos positivos, excepto la calidad del suelo (efecto negativo); ii) los indicadores *Forestales* con un efecto que debe mejorarse para que sea positivo (salud forestal), uno negativo (calidad del bosque como hábitat) y uno positivo (funcionalidad del complejo suelo- vegetación); iii) los indicadores *Sociales* con dos indicadores que tienen efectos que deben mejorarse para que sea positivo (acceso justo al agua y gobernanza e institucionalidad) pero con un efecto positivo (percepción de mejora de la comunidad) y; iv) los indicadores *Económicos*, los tres con efectos negativos (competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales, valor económico por sustitución y valor económico para proveedores de SEH). Lo que en su conjunto muestra un efecto negativo en la comunidad, según el cálculo del superíndice, la necesaria mejora de algunos indicadores sociales, hídricos y forestales y los efectos negativos en términos económicos. Por su parte la línea base confirma el avance al no tener ningún tipo de ingreso por el PSA, en materia de calidad y cantidad del agua, en la percepción de mejora y en la funcionalidad del complejo suelo-vegetación.

Se puede concluir que la metodología propuesta resultó adecuada para la evaluación de los efectos del PSA a escala local porque pudo realizarse no sólo contrabajo de campo sino también con documentación y a pesar de las limitaciones de información. La evaluación permite identificar los aspectos a mejorar de la política pública junto con las necesidades de monitoreo comunitario e institucional del programa (o de otras políticas de conservación, y de otros servicios ecosistémicos). Brinda como beneficio principal la optimización de recursos humanos, financieros, materiales, capacitación y tiempo para obtener los datos en campo (vía monitoreo y aplicación de encuestas o entrevistas) y, especialmente, para la construcción de la línea base de los indicadores. Aunque las principales limitaciones del sistema propuesto están asociadas principalmente a la disponibilidad de la información para generar los indicadores.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

1.1 ¿Servicios Ambientales, Ecosistémicos y de la Naturaleza? Definiciones, historia, tipología, desarrollo y estudios

1.1.1 ¿Servicios Ambientales, Servicios Ecosistémicos y Servicios de la Naturaleza?

De manera generalizada se denomina a los beneficios obtenidos por el funcionamiento natural de los ecosistemas del planeta como: Servicios Ambientales, Servicios Ecosistemas e incluso Servicios de la Naturaleza. Sin embargo, existe una distinción epistemológica y genealógica de los términos y finalmente, en la manera en que se han aplicado en el ámbito académico, político y de la sociedad a lo largo de los años.

Para empezar, la discusión comienza con la diferencia entre los conceptos: ecosistema, ambiente y naturaleza; los cuales son generalmente comprendidos y usados como sinónimos en América Latina (Gudynas, 1999). Sin embargo, ponemos a continuación sus definiciones:

- *Ecosistema* es un concepto definido por el inglés Arthur G. Tansley en 1935, y se refiere a la unidad básica funcional de la ecología (Odum, 1982), constituido por el biotopo o medio físico y la biocenosis o conjunto de seres vivos que lo habitan. Implica a todos los organismos en un área particular y el ambiente físico (lo cual incluye el ambiente físico construido por las sociedades, como las ciudades por ejemplo) con el cual interactúan (Daily, 1997; Grant, 2012). En sí, se refiere al sistema de interacciones entre los seres vivos y en el medio que puede considerarse una forma de descripción sintética que, corresponde a un principio organizador de la naturaleza (Golley, 1993; Gudynas, 1999).

- *Ambiente* es mejor descrito por los geógrafos al referirse a la toma de consideración del medio físico en un contexto social (Dauphine, 1979; Galochett, 2009), que comprende “un conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y sociales que caracterizan un espacio e influyen en la vida de un grupo humano” (Durand- Dastès, 1988; Galochett, 2009). Actualmente se define como unidad espacial bien definida que posee datos físicos, elementos biológicos (que incluyen ecosistemas o sus fracciones) y aspectos sociales, es decir el grado de antropización del medio, como concepto híbrido entre naturaleza y sociedad (Galochett, 2009).

- *Naturaleza* (es un término de uso más generalizado) puede definirse como la noción bajo la cual se engloba a los fenómenos, elementos, sistemas y procesos que forman parte del universo físico y todo aquello vinculado a los organismos vivientes (Fazio, 2011).

Entonces son ¿*Servicios Ambientales, Servicios Ecosistémicos o Servicios de la Naturaleza*? Con los que la sociedad se beneficia de la naturaleza. Inicialmente podría parecer sinónimos o términos similares cuyo uso indistinto pasara desapercibido, sin embargo son distintos ya que provienen de orígenes y contexto de uso distintos (Balvanera & Cotler, 2007). Por lo cual las distinciones pueden delimitarse de la siguiente manera:

- *Servicios Ecosistémicos (SE)* como resultado de procesos ecológicos, de los cuales se beneficia el ecosistema y en algunos casos directamente la sociedad (por el vínculo con el bienestar humano), como parte de la retroalimentación del sistema (Fisher *et al.*, 2009). SE es un concepto que se enfoca a las dinámicas de los ecosistemas. Por lo que la denominación más adecuada en términos científicos es de *Servicios Ecosistémicos* porque hace énfasis en donde se gestan y se mantienen los SE (Balvanera & Cotler, 2007; Daily, 1997; Fischer *et al.*, 2009; y Brüscheweiler *et al.*, 2004)
- *Servicios Ambientales (SA)* se refieren al conjunto de beneficios que reciben y utilizan los seres humanos de los ecosistemas (Torres & Guevara, 2002), aunque enfatizando la cuestión ambiental y dejan de lado las interacciones del funcionamiento ecosistémico que permite su existencia (Balvanera & Cotler, 2007). Los SA son ampliamente usados en las esferas de la política pública, especialmente ambientales (Balvanera & Cotler, 2007; Mora *et al.*, 2012; Perevochtchikova, 2015; Derissen & Latacz- Lohmann, 2013)
- *Servicios de la Naturaleza* fue uno de los términos que inicialmente se dio para reconocer los beneficios que recibe la humanidad y que fue acuñado por Daily (1997) en relación a los elementos del medio natural (clima, suelo), ecosistemas (bosque, mar, humedales) o ciertas funciones (ciclo hidrológico, nutrientes, etc.) donde cada uno posee una perspectiva de valor (generalmente inconmensurable) por su contribución a los sistemas ecológicos, sociales y económicos en los que se encuentra aprovechado por la sociedad.

Si bien en este trabajo se enfoca a la evaluación de una política pública ambiental denominada *Pago por Servicios Ambientales*, se suscribe al concepto operacional de SE propuesto por Fisher *et al.*, (2009: 644), porque establece las características de la interrelación ecológico- social.

Ampliando el concepto de SE adoptado en la investigación, se describen a continuación los principios básicos que lo conforman: i) el ecosistema no tiene relaciones ni funciones lineales simples; ii) los SE no pueden comprenderse sin otros procesos, como la organización de los sistemas naturales, la operación en referencia de los procesos y funciones de los ecosistemas y, las salidas (impacto) del ecosistema hacia el bienestar humano y; iii) igualmente para los SE, pueden tener beneficiarios directos o indirectos, dependiendo si se obtienen beneficios completos o fragmentados en la cadena económica del SE (Fischer *et al.*, 2009; Latorra *et al.*, 2015). Para este concepto operacional de SE hay una diferenciación clara con otros términos (Fischer *et al.*, 2009; Brüscheweiler *et al.*, 2004); como: i) *Servicio-* que proviene de la organización asociada al abastecimiento y, de manera operativa de los flujos y stocks existentes en el ecosistema como algo intangible; ii) *Beneficio-* es derivado de la organización de la infraestructura y, operacionalmente, de los servicios y procesos que suceden en dicho ecosistema y es aprovechado por la sociedad; iii) *Bien-* a nivel organización resulta de la estructura del ecosistema y operacionalmente del funcionamiento del mismo, como algo tangible y; iv) *Producto-* a nivel organización es el capital que puede transformarse en un valor económico perceptible de cambio para la sociedad.

1.1.2 Historia del concepto de SE

Los antecedentes del concepto de SE se vinculan con la dependencia entre naturaleza- sociedad. La primera mención es atribuida a los griegos, específicamente a Platón, quien reconoce la conexión entre la deforestación y la erosión con las primaveras secas de Grecia (Ehrlich & Mooney, 1997; Ponting, 1993). Pero no ha sido estudiado a profundidad como en otras culturas antiguas que tenían concepciones sobre las bondades de la naturaleza equivalentes a lo que hoy conceptualizamos como SE (Mooney & Ehrlich, 1997), por ejemplo la belleza de la naturaleza descrita por el poeta Nezahualcōyotl o los primeros filósofos chinos.

El concepto de SE, como menciona Deborah Barry (entrevista en Rosa & Kandel, 2002: 15): “se ha desarrollado lentamente en todo el mundo desde finales de los años cincuenta, y adquirió fuerza en los setenta gracias al interés de los ecologistas. El concepto de ecosistema surgió en la búsqueda por comprender la interacción que existe entre los seres vivos (plantas, animales, hongos, bacterias) y el ambiente abiótico que los rodea. El concepto de servicio apareció después para dar cuenta de la dependencia que la humanidad tiene de los ecosistemas. El vínculo fundamental que se establece entre estos dos conceptos es que los ecosistemas desempeñan funciones que permiten que los seres humanos puedan vivir en la Tierra”.

Este proceso científico del reconocimiento de la aportación de la naturaleza hacia las sociedades humanas, se dio por etapas y puede correlacionarse con el desarrollo de la definición de SE; con un proceso paralelo en la economía (tanto la ecológica como la ambiental) que tuvo como objetivo la identificación y valoración de los SE. Entre las etapas de la historia del concepto de SE se puede mencionar (Meral, 2005; Mora, 2012; Mooney & Ehrlich, 1997; Bonin & Antona, 2012; Balvanera *et al.*, 2012a): i) *los Antecedentes del concepto* (s. XIX- XX), donde los mayores avances eran en la ecología con el establecimiento de la disciplina con su unidad de estudio del ecosistema y la documentación de las primeras bases de su funcionamiento, mientras la economía comenzaba a identificar la relación entre la naturaleza con las actividades económicas; ii) *la Protohistoria del concepto* (1970- 1990), aunque SE no está bien establecido como concepto hay menciones recurrentes en la ecología y cada vez más en la economía, en esta etapa se menciona por primera vez como concepto bien delimitado por Ehrlich & Ehrlich en 1981, sin embargo no tiene tanto impacto o difusión en la ciencia, aunque en años posteriores aumentan las discusiones al respecto de SE de tal forma que es aceptado en la Declaración de Río en 1992; iii) *el Establecimiento formal del concepto en la academia* (1990- 1997), cuando el desarrollo de las ideas económicas se vinculan directamente con los ecosistemas y sus elementos, como beneficios directos para la sociedad. Es 1997 el año cuando varios autores consideran que es oficialmente el establecimiento del concepto de SE en la ciencia (Meral, 2005; Mora, 2012; Bonin & Antona, 2012), debido a las publicaciones de Daily “*Nature services*” y Constanza “*The value of world’s ecosystem services and natural capital*”, en un contexto académico con más vínculo entre disciplinas y posteriormente, con otros actores (tomadores de decisión y empresarios); iv) *la Introducción de la palabra de pago asociada a la valoración económica y con la entrada a las políticas ambientales* (2002- 2004) y; v) *el Establecimiento de las evaluaciones de SE* (a partir de 2005) con la pauta de Millenium Ecosystem Assessement. A más detalle la historia del concepto de Servicios Ecosistémicos se sintetiza en la Figura 1.

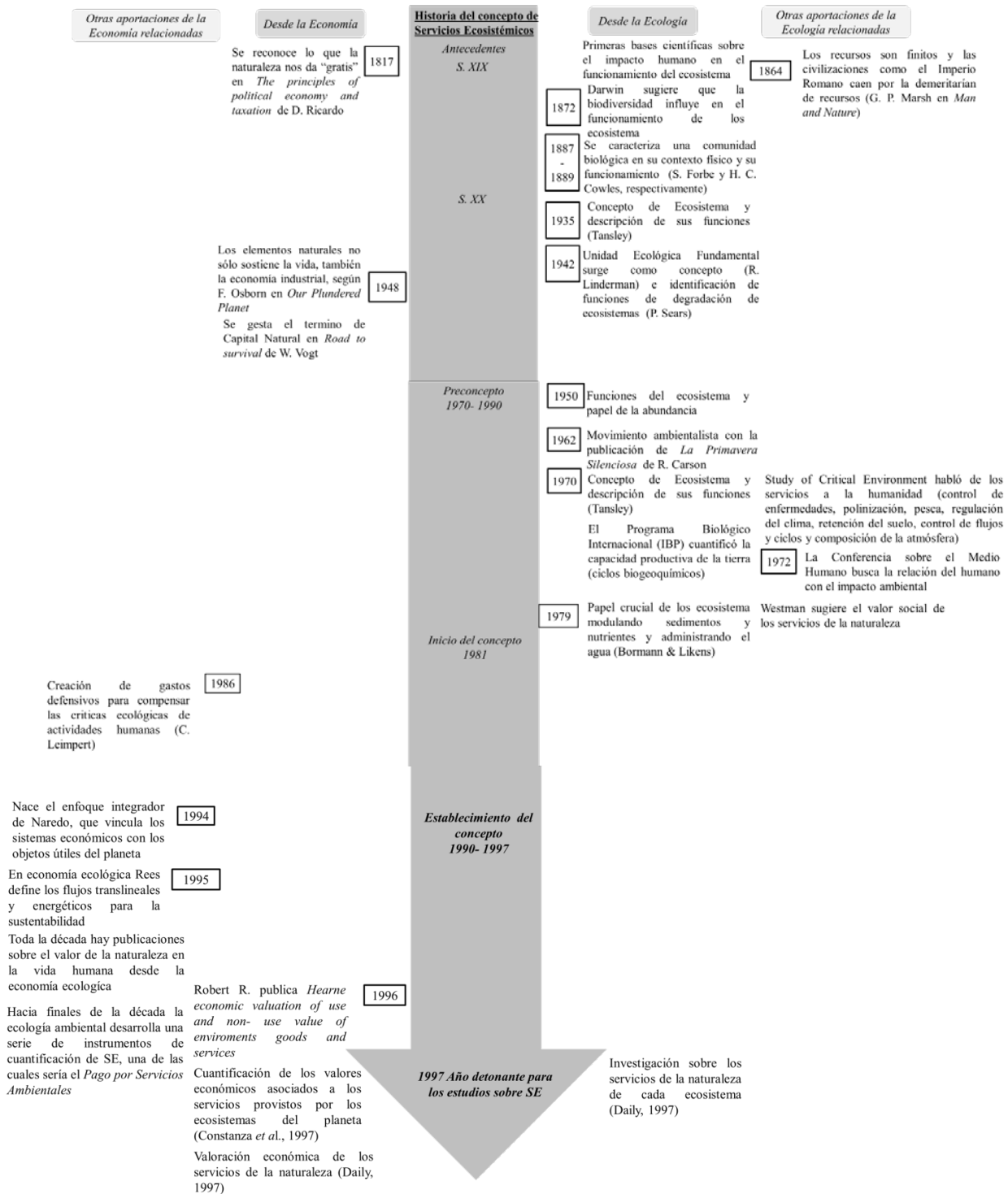


Figura 1. Cronología del origen del termino de SE desde la Ecología, la Economía y las contribuciones asociadas en los estudios ecológicos y económicos. Fuente: Elaboración propia, con base en Mora et al., (2012); Mooney & Ehrlich (1997); Fischer et al., (2009); Kinzig (2009); Heygood (1995); MA (2005); Golley (1993); Holdren & Ehrlich (1974); Ehrlich et al., (1977); Tilman (1997); Daily (1997); Constanza et al., (1997).

En la actualidad el concepto de SE es muy relevante porque en la ciencia y en las políticas: “se ha vuelto un importante modelo para ligar el funcionamiento de los ecosistemas a la vida humana. El entendimiento de este vínculo es crítico para un amplio rango de contextos de toma de decisión” (Fisher *et al.*, 2009: 644). La definición actual de SE, donde las visiones de ambas disciplinas se fusionan, reconociendo los SE como fenómenos ecológicos que, además de sostener la vida en tierra; también sostiene las sociedades humanas y por tanto, requieren de un amplio reconocimiento social que puede traducirse en valores múltiples, incluyendo los económicos. Uno de los primeros trabajos que dota de un valor económico a los SE es de Constanza *et al.*, (1997) que, a partir de las características de una diversidad de biomas en la tierra, determinan un costo de los beneficios suministrados. Otro trabajo en ese sentido es el libro editado por Daily (1997) *Nature's Services*, donde la mayoría de los capítulos describen determinados elementos del medio natural (clima, suelo), ciertos ecosistemas (el bosque, el mar, los humedales) o ciertas funciones (ciclo hidrológico, ciclo de nutrientes) y cada uno concluye sobre las perspectivas de su valor económico (generalmente inconmensurable) por su contribución a los sistemas ecológicos, sociales y económicos vinculados al hombre.

La visión de los SE fue consolidada desde una perspectiva económico-ecológica, que quedó establecida en el Millenium Ecosystems Assessment a través de un gran compendio internacional sobre los SE y el vínculo tanto con las evaluaciones de SE como su correspondiente conservación y manejo (MA, 2005; Fisher *et al.*, 2009). Las críticas del concepto están vinculadas al concepto desarrollado por la MA (2005), ya que desde esta perspectiva (según Kinzig, 2009), parecerían que son servicios que sólo existen para sostener el bienestar humano, haciendo visible lo antropocéntrico de esta concepción, aunque lo relevante de esta visión para Fischer *et al.*, (2009) es que vincula el valor de los SE con la sociedad. En años recientes se ha creado una visión crítica del concepto de SE que identifica su surgimiento con valores distorsionados de conservación asociados a la monetización de SE, lo cual es lógico dentro del contexto histórico en el que se estableció y popularizó el concepto. Es decir que justo el surgimiento del concepto de SE corresponde al proceso histórico preciso donde el neoliberalismo dirigía el camino de la economía global y relacionado con el poder y capital social de las universidades y grupos científicos donde surge, se convierte en una idea científica hegemónica que permea más allá de las fronteras científicas y es llevada hasta los mercados, más que un término técnico y político que no necesariamente involucra un bienestar social inclusivo (Fall, 2017).

1.1.3 Tipología de SE

A partir del surgimiento del concepto, en varias ocasiones se ha tratado de catalogar y clasificar los bienes y servicios ecosistémicos de diferentes maneras, algunas veces agrupados desde la perspectiva de los usos humanos en categorías como extractivos o no extractivos, y de consumo o no consumibles, entre otras. A continuación se presenta la cronología y descripción general de las diferentes clasificaciones de SE.

Servicios Forestales- de principios de los años 1990 cuando la Oficina Federal de Dasonomía² en Estados Unidos los describe, los enumera como: ambientales, de salud pública, económicos, recreativos y estéticos (USDA, 1990; Benavides & Villalón, 1992; Rojo, 2006; Daily, 1997).

Servicios de la Naturaleza- A finales de los años 1990 los SE se describen por su función como: purificación del aire y agua, mitigación de inundaciones y sequías, desintoxicación y descomposición de residuos, generación y regeneración del suelo y de la fertilidad del suelo, polinización de vegetación natural y de cultivos, control de una gran mayoría de plagas agrícolas, dispersión de semillas y translocación de nutrientes, sostén de la biodiversidad, protección de los rayos ultravioleta, estabilización parcial del clima, moderación de las temperaturas extremas, soporte para el desarrollo de la diversidad humana de culturas, belleza estética y estimulación intelectual para elevar el espíritu humano (Daily, 1997).

Clasificación de Millenium Ecosystems Assessment- la clasificación más aceptada es la de MA (NRC, 2005), ya que identifica y describe los distintos tipos de SE (Kinzig, 2009; Perevochrchikova, 2011), con las categorías:

Servicios de Provisión- son tangibles y/o consumibles por las personas, como: comida, fibras, combustible o agua potable.

Servicios de Regulación- se enmarcan en los patrones y procesos ecológicos dentro de las dinámicas de la naturaleza relacionados con ciertos ciclos para reducir, la probabilidad de desastres, como deslizamientos de masivos tierra, desastres pandémicos o catástrofes climáticas.

Servicios Culturales- son servicios de manera amplia intangibles e inconsumibles³ que los ecosistemas suministran, y se refieren a la recreación, al atractivo estético o a la unión espiritual con la naturaleza.

Servicios de Soporte- son críticos para el mantenimiento de todos los otros servicios e incluyen cosas como los ciclos de los nutrientes, producción primaria y, formación de suelos. Son aprovechados o valuados indirectamente por la gente y su valor es indirecto porque son esencial prerequisite de la provisión de los otros servicios.

Esta clasificación fue desarrollada con el trabajo de cerca de 1,300 científicos, cuyas categorías se interrelacionan con diferente relevancia, dependiendo de sus importancia, como puede verse en la Figura 2.

² Es la disciplina forestal que se relaciona con el estudio, conservación y manejo del bosque, es decir, atiende las grandes masas forestales, buscando principalmente la producción de bienes, productos y servicios (Benavides, 1989; Benavides *et al.*, 1994).

³Inconsumibles en el sentido de que si se consume o disfruta de uno, no excluye el disfrute por otro (Kinzig, 2009).

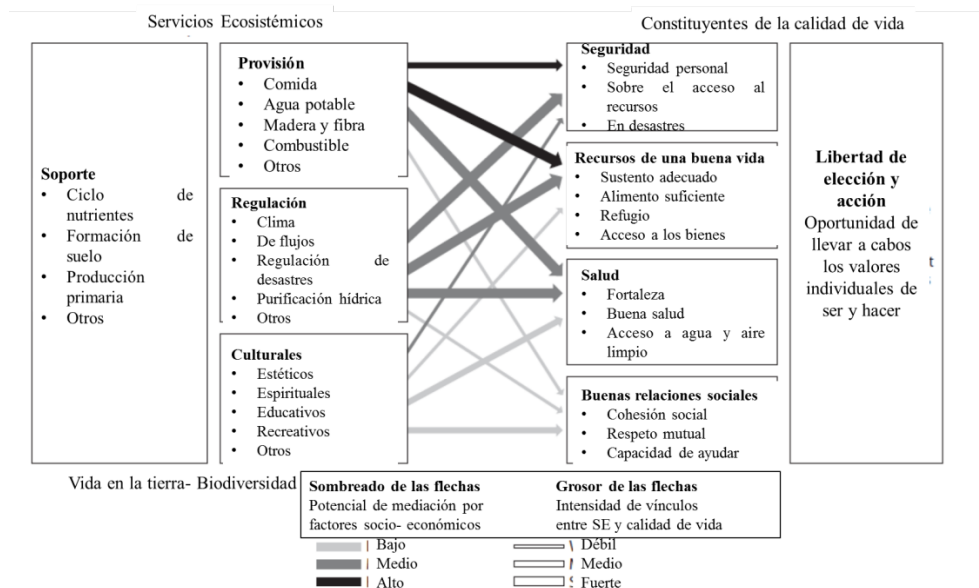


Figura 2. Esquema conceptual de la tipología propuesta por MA (2005) con las conexiones hacia el bienestar humano. Fuente: Traducido de Kinzig (2009:575).

También se han propuesto otras tipologías de SE como: i) biofísicos para casos específicos (Daily, 1993); ii) para ecosistemas ligados a cuerpos de agua y su provisión, bienes diferentes al agua, beneficios de infraestructura o no extractivos (Postel & Carpenter, 1997); iii) para humedales, biodiversidad, recursos hídricos y ciclos biogeoquímicos globales (Ewel, 2002) y; iv) para ecosistemas naturales y seminaturales ligados a cuerpos de agua: regulación, hábitat, producción e información; entre otras (De Groot *et al.*, 2002; NRC, 2005; Boyd & Banzhaf, 2007; Wallace, 2007; Fisher & Turner, 2008).

Finalmente, hace tiempo, en la búsqueda de una homogeneización clara de la definición de SE y conceptos asociados Beneficio y Bien (descritos anteriormente), Fischer *et al.*, (2009) realizó una clasificación no de servicios ecosistémicos, sino de los términos relacionados: i) *Organización-reservas*, estructura, infraestructura, patrón o capital; ii) *Operación-* flujos, funciones, funcionamiento, servicios o procesos y; iii) *Salidas o derivados-* servicios, bienes, beneficios o ingresos (Tabla 1). El esquema se presenta a continuación y se sintetiza la variedad de términos utilizados para SE en la academia en la actualidad.

Tabla 1. Términos usados en materia SE

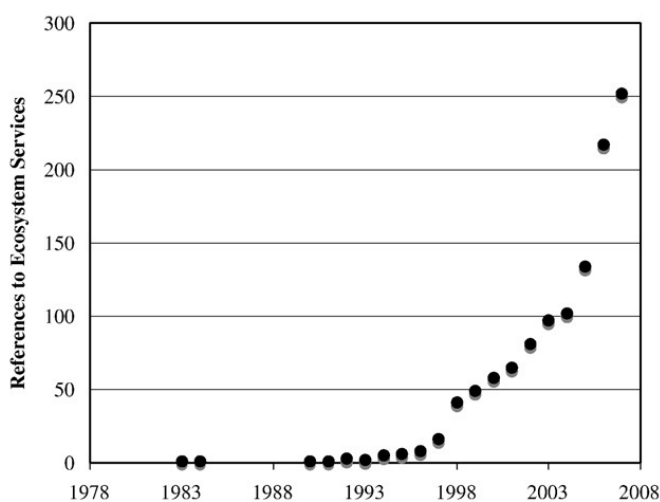
Variedad de términos utilizados en la literatura respecto a los ecosistemas y a los SE en reconocimiento a los claros vínculos entre organización y operación ecosistémica, con sus resultantes como beneficios para el hombre		
Organización	Operación	Resultado
Reserva	Flujos	Servicios
Estructura	Función (es)	Bienes
Infraestructura	Servicios	Beneficios
Patrones	Procesos	
Capital		Insumos (continuidad)

Fuente: Traducido de Fisher et al., (2009: 645).

Establecida la parte conceptual de SE y sus respectivas tipologías, comenzó dentro de la historia de los servicios ecosistémicos un gran interés por el tema y por lo tanto, un mayor número de estudios (Mora, 2012; Muriel & Antona, 2012; Balvanera & Cotler, 2007).

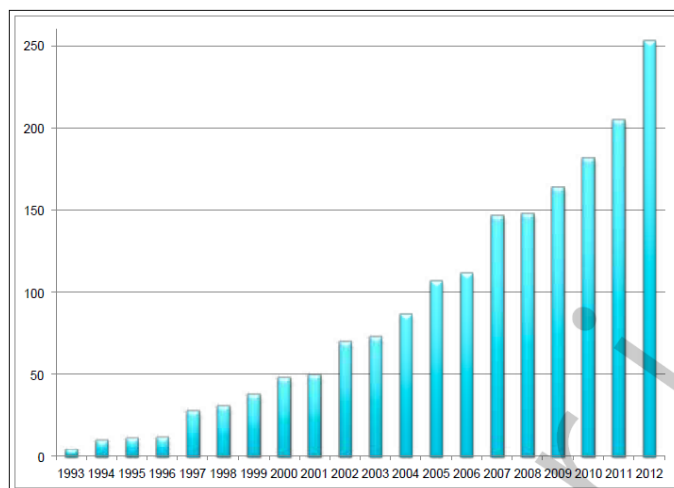
1.1.4 Estudios de SE

Fisher et al., (2009) mencionan que las investigaciones sobre SE ha crecido exponencialmente en la última década pero concluyen que los estudios de SE son relativamente nuevos, aunque de rápido desarrollo. Los cuales comienzan a robustecerse con la cuantificación, mapeo, modelación y valoración emergentes (Gráfica 1).



Gráfica 1. Bibliometría del término “ecosystem services” y “ecological services” periodo de 1978-2007. Fuente: Tomada de: Fisher et al., (2009: 644).

Esta bibliometría realizada por Fisher *et al.*, (2009) es sobre el número de artículos científicos utilizan el término “servicios ecosistémicos” o “servicios ecológicos” dentro de un servidor web de ciencia y para el periodo de 1978 a 2007. La gráfica resultante, se considera subestimada de lo que pudiera ser número real. Un estudio posterior inspirado en Fisher *et al.*, (2009) fue el elaborado por Perevochtchikova & Oggioni (2014), que según lo encontrado coinciden en la tendencia presentada por Fisher *et al.*, (2009), con un crecimiento exponencial de los estudio sobre SE desde el año de 1992 y boom con la publicación de Constanza *et al.*, 1997 y Daily en 1997 (Gráfica 2).



Gráfica 2. Bibliometría de los estudio sobre Servicios Ecosistémicos vs. Servicios Ambientales de 1993 hasta 2012. Fuente: Tomada de Perevochtchikova & Oggioni (2014: 6).

Pero, ¿cuál ha sido el desarrollo histórico de los estudios de SE? Dada la gran cantidad de posibilidades a estudiar sobre los tipos, aspectos y características de los SE desde una gran diversidad de disciplinas, enfoques, corrientes, metodologías, técnicas y herramientas, así como marco teóricos y conceptuales, no es posible tener un panorama completo sobre éstos estudios. Pero ha sido en la última década, cuando los SE han constituido una importante área de investigación (Fisher *et al.*, 2009); considerando la cantidad de publicaciones dedicadas al tema en los recientes años con números especiales⁴ (Perevochtchikova & Oggioni, 2014).

⁴“Agriculture, Ecosystems & Environment, 2012; Ecosistemas (en español), 2007; Ecological Complexity, 2010; Ecological Economics, 2002, 2008 y 2010; Ecological Indicators 2012; Ecology and Society, 2011; Environmental Conservation, 2011; Environmetrics, 2011; Gaceta Ecológica, 2007; Hydrological Science Journal, 2011; International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 2011 y 2012; Philosophical Transactions of The Royal Society, 2010 y; Science of the Total Environment, 2012. Además en 2010 the International Journal of Biodiversity Science & Management cambio su nombre a International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, y en 2012 nació la revista llamada Ecosystem Services” (Perevochtchikova & Oggioni, 2014: 7).

1.2 Historia y definiciones de Esquemas de PSA

Los antecedentes a escala global son la indiscutible la modificación de los sistemas naturales por las actividades humanas hoy en día, que ha derivado en una crisis mundial de desarrollo dados los desequilibrios entre el funcionamiento e interacción de los ciclos de la sociedad y el ambiente, además por la instrumentación de modelos de desarrollo que privilegian sólo lo económico (Negrete & Reygadas, 2009; Toledo, 2003; Porto-Gonçalves, 2006). De una serie de propuestas para resolver dicho deterioro y sus consecuencias, surge el concepto de Desarrollo Sustentable (DS), entendido como “un desarrollo que responde a las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras” (André *et al.*, 2004); el cual se ha hecho un concepto dinámico, complejo y en constante evolución, que hoy considera la equidad y ética entre las dimensiones ecológicas, económicas y sociales (Negrete & Reygadas, 2009; Mancebo, 2010).

La óptica del DS ha adoptado el concepto de SE, aunque en realidad ambos conceptos han surgido paralelamente, ya que existen una relación con los principios de DS data de 1972 en la Declaración de Estocolmo donde se visualiza la importancia de los ecosistemas para el desarrollo humano y; en 1987 el Informe Brundtland se propone el concepto de DS al que posteriormente se le vincula en 1992 en la Declaración de Río (Perevochtchikova, 2011).

Pero, es definitivamente durante el *Protocolo de Kyoto* de 1997 y, en el marco de la Convención sobre el Cambio Climático (CC) de la ONU, que los gobiernos participantes buscaban un mayor compromiso de los Estados para abordar los problemas del CC para disminuir un 5.2% las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2008- 2012 surgieron entonces dos instrumentos importantes: el Mercado Internacional de Carbono y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (Carrillo *et al.*, 2008). Dentro de esta lógica de mercado, se establecen e impulsan mundialmente los esquemas *Pagos por Servicios Ambientales* (PSA), a través de mecanismos de compensación económica que buscan el equilibrio entre el aprovechamiento de recursos, la parte social y la valoración de los SE (André *et al.*, 2004; Ochoa, 2009; IPCC, 2012; Perevochtchikova & Vázquez, 2012). Finalmente en 2002, durante la Cumbre de Johannesburgo se desarrolló un plan de acción para implementación de mecanismos de PSA, con los objetivos centrales de combate a la pobreza y conservación ambiental (André *et al.*, 2004; Perevochtchikova & Vázquez, 2012).

Fue en ese mismo año 2002 cuando la palabra “pago” se relacionó con los SE con autores como Landell- Mills & Porras (2002); Pagiola, Bishop & Landell-Mills (2002) o Pagiola & Platais (2002) introduciendo la idea que sustenta el surgimiento de los esquemas de pago de servicios ambientales dentro de la lógica de la economía ambiental.

1.2.1 La definición de PSA

Los esquemas de PSA son mecanismos de compensación monetaria en servicio o en especie, como por ejemplo instrumentos financieros que aseguran la conservación de los SE al conceder un valor económico no extractivo y; que pueden ser aplicados a escala local hasta global (Ochoa, 2009). Es una transacción voluntaria, sobre SE bien definidos, que se convierte en una “compra” de un SE a su proveedor, quien garantiza la provisión del servicio (Wunder, 2005; Engel *et al.*, s/f; Rosa &

Kandel, 2002). “Por lo tanto, son sujetos del programa de PSA, aquellas personas físicas o jurídicas que demuestren que son dueños de una propiedad [de la tierra], es decir, deben contar con un título de propiedad, además deben presentar un plan de manejo para la finca y voluntariamente deben comunicar el deseo de someter sus tierras bajo alguna modalidad de producción forestal” (Ochoa, 2009: 62). Tienen distintas variantes, existiendo incluso sistemas de compensación que involucran un intercambio de bienes (Brüschweiler *et al.*, 2004).

Los PSA se consideran una forma de financiamiento sustentable que surgen y existen para la conservación de los ecosistemas y/u otros elementos del ecosistema (como la biodiversidad o el suelo) y, adicionalmente aseguran que continúen generando bienes y servicios ecosistémicos necesarios para las sociedades de hoy y del futuro (Cordero, 2008; Blackman & Woodward, 2010; Martínez *et al.*, 2008; Fregoso, 2006). Algunos autores parten de que la lógica ecológica sobre el buen estado de los ecosistemas es central para la conservación del servicio y; para otros la lógica económica (ambiental) sobre los mercados y pagos, como forma de asumir la internalización de las externalidades y, con posibles alternativas de manejo (desde la economía ecológica) (Cordero, 2008; Kosoy *et al.*, 2008).

La definición se complementa con los cuatro grandes grupos de las modalidades de PSA: de biodiversidad, paisaje, captura de carbono e hidrológicos, reconocidos por el *Millenium Ecosystem Assessment* (MA, 2005), las cuales se describen en el esquema a continuación (Figura 3).

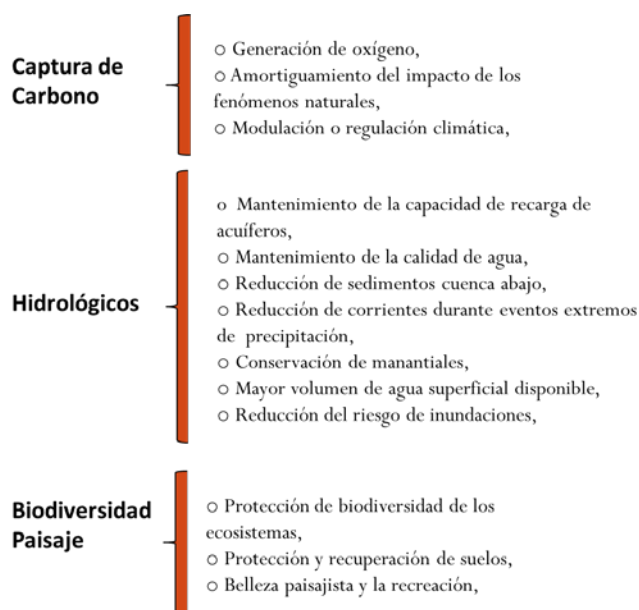


Figura 3. Modalidades de PSA. Fuente: MA (2005); Kinzing (2009); Perevochtchikova (2011)

En el caso de estudio en el presente trabajo la modalidad del PSA es Hidrológica, que se define como “... una compensación económica a los dueños y poseedores de bosques y selvas del país que

decidan manejar sus áreas forestales arboladas con fines de proporcionar servicios hidrológicos a la sociedad y a la vez asegurar la permanencia y conservación de los ecosistemas forestales naturales” (González *et al.*, 2004: xiv).

1.2.2 Desarrollo de los esquemas de PSA a nivel internacional

El establecimiento del primer PSA en el planeta fue en Costa Rica, debido a la única y gran riqueza biológica que poseen y resultado de la Cumbre de Río (1992) y el Convenio de Cambio Climático. En 1996 en Costa Rica decidieron dar pagos por compensación a los propietarios de bosques y plantaciones forestales por los SE, que dichos ecosistemas ofrecen a la sociedad, respaldados bajo la ley 7575⁵ para un PSA en cuatro modalidades (protección del agua, belleza escénica, biodiversidad y captura de carbono) y sustentado con un fondo denominado FONAFIFO⁶ (Ochoa, 2009; Perevochtchikova, 2011).

Desde su inicio en Costa Rica, los PSA fueron elogiados como mecanismo innovador de conservación, por lo que fueron extendiéndose por todo el planeta dentro de los procesos de diseño y ejecución de las políticas públicas ambientales, y en el marco conceptual abierto por el desarrollo sustentable. A continuación, se presenta un panorama general de la distribución del mecanismo de PSA alrededor del mundo (Figura 4).

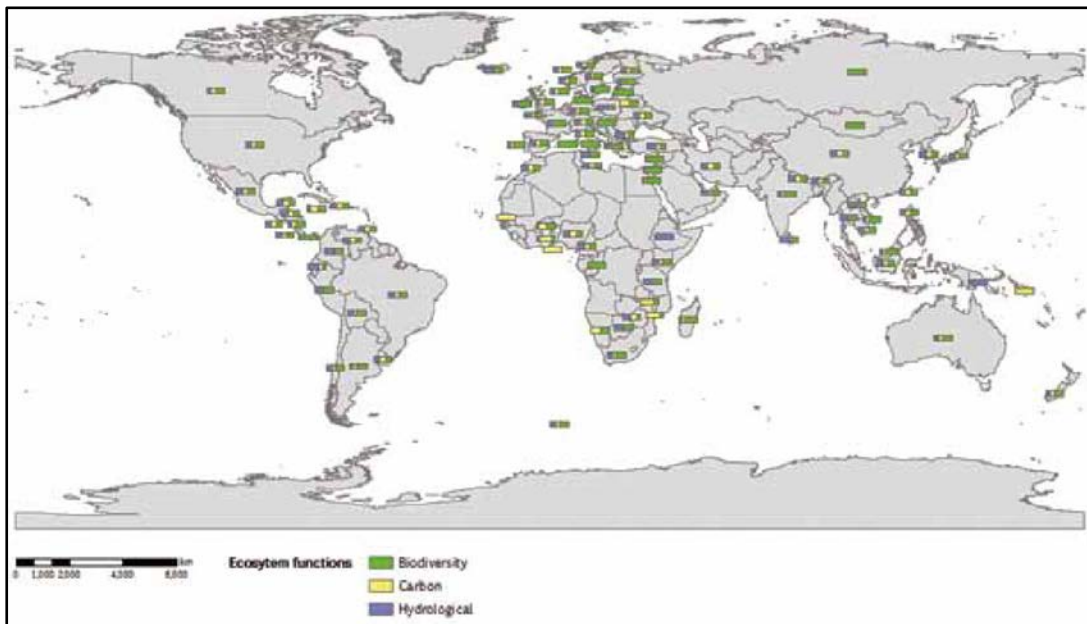


Figura 4. Países donde se establecieron esquemas de PSA y existen estudios al respecto. Fuente: Perevochtchikova & Oggioni (2014: 55).

⁵ con antecedentes en otras leyes forestales anteriores (Ochoa, 2009).

⁶Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Ochoa, 2009).

El instrumento fue sofisticándose con los años, operacional y legalmente, en retroalimentación con los hechos y los aspectos jurídicos internacionales, no sólo de su experiencia en Costa Rica sino también del camino recorrido en materia de PSA en todo el mundo (Ochoa, 2009; Perevochtchikova, 2011). Entonces dada su presencia, extensión e importancia como uno de los instrumentos de política ambiental mundial muchos estudios sobre su funcionamiento han surgido. Es en este sentido, Wunder (2005) describe los SE más ampliamente reconocidos en la aplicación de las políticas públicas ambientales en sus cuatro categorías: almacenamiento de carbono, los servicios hidrológicos, la biodiversidad y la belleza escénica.

1.2.3 Desarrollo del PSA en México

Los antecedentes del PSA en México, parten de los avances en materia ambiental alcanzados a escala internacional y vinculados a la propuesta de Desarrollo Sustentable (DS)⁷ y la Política Pública Ambiental⁸ que deriva de ésta, con sus respectivas acciones jurídicas e institucionales de gestión ambiental (Perevochtchikova, 2011). En 2003 el PSA- Hidrológico se estableció en México a partir de un estudio del INE (Instituto Nacional de Ecología⁹) para garantizar: i) detener el rápido avance de la deforestación en el territorio; ii) la recarga de agua en las partes altas de las cuencas y; iii) contribuir paralelamente a la reducción de la pobreza; luego México se sumó a los objetivos universales del PSA de conservación y reducción de la pobreza (Perevochtchikova, 2011).

Como parte de una estrategia nacional forestal (*Saldaña, 2013; *Corina, 2013) el PSA en México está constituido por tres modelos de atención: el Programa de Pago por Servicios Ambientales, el Esquema para Promover los Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a través de Fondos Concurrentes y el Fondo Patrimonial de Biodiversidad (CGPP, 2012; Cortina & Saldaña, 2014); cubriendo así hoy en día dos modalidades: al Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSA- H) y el Pago por Servicios derivados de la Biodiversidad. El primero, PSA- H busca que los dueños del bosque conserven la cobertura forestal a cambio de recursos financieros para mantener el funcionamiento del ciclo hidrológico y con ello, se favorezca la recarga de los acuíferos y se evite la erosión del suelo dentro de los tipos de ecosistema seleccionables para el programa (bosque mesófilo, bosque de coníferas, selva subcaducifolia y bosque de encino- encino-pino; pino-encino) (CGPP, 2012; Cortina & Saldaña, 2014). El segundo, PSA- CABS, está dirigido a la conservación

⁷ Definido como el desarrollo que atiende las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones atiendan sus necesidades (CMED, 1987).

⁸ Perevochtchikova (2011): i) *Declaración de Estocolmo*, 1972 surge la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente, reconociendo la importancia de los ecosistemas para el desarrollo humano y su conservación; ii) *Informe Brundtland*, 1987 proveniente de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, acuña el concepto de DS; iii) Declaración de Río en 1992, la Conferencia de la ONU sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, los países del mundo acordaron adoptar el enfoque de DS, se plantea la idea sobre los SA en tres convenciones existentes (combate a cambio climático (CC), conservación de la biodiversidad y prevención de la degradación ambiental y la desertificación del suelo); iv) *Protocolo de Kioto*, 1997 dentro de la Convención Marco sobre el CC de la ONU, plantean mecanismos de captura de carbono y la creación de su mercado, iniciando así los diferentes programas de PSA; v) *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable en Johannesburgo*, 2002 dentro de las declaratorias sobre DS y la erradicación de la pobreza con una base que proteja y conserve los recursos naturales.

⁹ Actualmente INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático).

de la diversidad de flora y la fauna a través de salvaguardar el uso de suelo en ecosistemas forestales seleccionables para el programa por su importancia en términos de biodiversidad (selvas altas perenifolias, vegetación hidrófila de manglar, selva caducifolia y selva espinosa, vegetación hidrófila, vegetación de zonas áridas y semiáridas, pastizales naturales , así como en sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra) (CGPP, 2012; Cortina & Saldaña, 2014).

En México aunque no existe una ley de PSA como tal, el *Marco Jurídico del PSA* está constituido por el régimen jurídico vinculado a la conservación y gestión de los recursos forestales, los recursos naturales (como el agua), los ecosistemas; así como algunos aspectos administrativos y de presupuesto. En cuanto a la legislación ambiental, a continuación se presentan por sus niveles jerárquicos de competencia (*Cortina, 2013) (Tabla 2).

Tabla 2. Marco jurídico del PSA en México

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
Art. 27 ¹⁰ Propiedad y usos de la tierra para alentar el desarrollo, la protección y restauración del equilibrio ecológico	
Leyes Nacionales	Ley Forestal (LF) (1926) para la regularización de la extracción de madera y restringiendo el uso campesino del bosque; 1940 concesiones forestales al sector industrial (más rentables en contraste con la pérdida de recursos naturales y sociales); 1960 empresas concesionarias privadas se convirtieron en propiedad privada y hubo nuevas empresas paraestatales para administrar la industria forestal a nivel nacional; 1986 hubo modificaciones por la presión de organizaciones forestales regionales y de la DGDF ¹¹ para reconocer los derechos de las comunidades en aprovechar sus concesiones y quitar las concesiones forestales; 1992 se promovió la iniciativa privada en la producción forestal y eliminar parte de las regulaciones a la industria y transporte forestales y; 1997 hubo reformas que incorporan los temas ambientales (biodiversidad, plantaciones forestales comerciales, ecosistemas económicos y participación social)
	Ley General de Desarrollo Sustentable; LGEEPA
Reglamento de las leyes nacionales	Disposiciones legales de la LF, especialmente de las modificaciones de 1997

Fuente: Elaboración propia con base en * Cortina, 2013; PUMA- UNAM, 2011.

La operatividad del *Marco Programático*. La operatividad y las reglas de operación de forma general del PSA, se limita a un programa que da incentivos económicos para la conservación ambiental, a cargo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) desde su creación en 2003. Sus objetivos principales son la reducción de la deforestación y la disminución de la pobreza, bajo la idea central de que, el pago por la conservación del bosque contribuye a la mejora de la situación ambiental y a optimizar el bienestar de los pobladores (Graff & Bauche, 2010; Alberto-Villavicencio, 2015).

¹⁰ Aún con las modificaciones sufridas en 1992 sobre las leyes reglamentarias para tierras ejidales, que ahora tienen características de propiedad privada.

¹¹ Dirección General de Desarrollo Forestal.

La evolución de los esquemas de PSA en México, para el periodo que comprende de 2000 a 2010, se describe en el trabajo de Rodríguez- Robayo & Ávila- Foucat (2013) a través de la enumeración del contexto institucional y el desarrollo del mismo programa (Figura 5).

	CONTEXTO INSTITUCIONAL	EVOLUCIÓN PSA
2000	SEMARNAT. Creación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	
2001	CONAFOR. Creación de la Comisión Nacional Forestal	INE propone proyecto piloto de PSA ante la SEMARNAT
2003	LGDFS. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Promueve los mercados de bienes y servicios ambientales, y mecanismos de compensación FFM. Creación del Fondo Forestal Mexicano Ley Federal de Derechos asigna 200 millones de pesos al programa PSA-H	Inicia el Programa PSA Hidrológico
2004	Ley Federal de Derechos incrementa a 300 millones de pesos el monto asignado a PSA	Inicia el Programa PSA CABS (Captura de carbono, derivados de la protección de la biodiversidad y sistemas agroforestales)
2006	Se reglamenta la integración y funcionamiento del Comité Mixto del Fondo Forestal Mexicano	Consolidación del Comité Técnico Consultivo PSA Se unifican las reglas de operación del PSA Sistema de puntaje para la selección de áreas beneficiadas, se incluyen criterios de marginación
2007	Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012. Establece como eje 4 la sustentabilidad ambiental Creación del programa ProÁrbol en CONAFOR, con un renglón presupuestal para PSA	Se introducen en los criterios de prelación el riesgo de deforestación
2008		Inicia la estrategia de Mecanismos Locales de Pagos Primera discriminación de pagos por ecosistemas
2009		Inicia el Fondo Patrimonial para la Biodiversidad para la protección de la biodiversidad de importancia global Obligatoriedad de los Programas de Mejores Prácticas de Manejo
2010		Aprobación de los lineamientos de operación del Fondo Patrimonial para la Biodiversidad Nuevo sistema para definir los montos de pago

Figura 5. Evolución del pago por servicios ambientales en México. Fuente: Tomado de Rodríguez- Robayo & Ávila- Foucat (2013: 91).

El marco programático del PSA mexicano está conformado por las reglas de operación, que incluyen los criterios de elegibilidad y selección (Ezzine de Blas *et al.*, 2017). Las *Reglas de Operación* en términos del Marco Programático son “un conjunto de disposiciones que precisan la forma de operar de un programa, con el propósito de lograr los niveles esperados de eficacia, eficiencia, equidad y transparencia. Las reglas de operación permiten: i) Saber quién es sujeto de recibir los apoyos, conocer los apoyos específicos que ofrecen los programas así como los requisitos para obtenerlos. ii) Conocer como los programas sociales pueden contribuir al desarrollo de los ciudadanos y de la comunidad. iii) Vigilar que los recursos públicos se apliquen de acuerdo a como han sido programados” (Secretaría de la Función Pública, 2018). Mientras los criterios de elegibilidad y selección son las normas de prelación que estableció la CONAFOR para determinar que sitios del país debían asignarse los pagos (Ezzine de Blas *et al.*, 2017). La evolución del programa PSA en México, ha sucedido según las siguientes etapas¹² (Ezzine de Blas *et al.*, 2017; Rodríguez- Robayo & Ávila- Foucat, 2013; CONAFOR, 2015; DOF, 2003, 2016; Ochoa, 2009):

- **El inicio en el año 2003.** El pago inicial fue establecido considerando el precio de una hectárea de maíz anual, para lo cual la ejecución queda establecida en cinco años para por un monto inicial de \$383.00 MN anuales. Las *reglas de operación* establecieron los *criterios de elegibilidad* dando como preferencia si el presupuesto no es suficiente, las aplicaciones con las áreas más grandes tendrán preferencia y los criterios de exclusión fueron para: las áreas forestales por beneficiario no mayores a cuatro mil hectáreas; las áreas de tala bajo un proceso de recuperación no es mayor a doscientas hectáreas por beneficiario; las áreas incorporadas al programa, no está bajo demanda y en caso de ser propiedad comunal, la decisión para participar está aprobada por la asamblea comunal; la cobertura forestal no puede ser menor a 80% de toda el área del ejido o la comunidad; las áreas están cercanas a un acuífero sobre explotado, a cuencas donde hay alta escasez, a zonas donde la calidad del agua sea pobre o con alta sedimentación, o este situada en zonas con alto riesgo de desastre hidrológico y; las áreas que proveen agua a localidades con más de cinco mil habitantes o si están dentro de una lista de montañas prioritarias.
- **Años 2004- 2006.** Las *reglas de operación* hicieron ciertos ajustes, visibles en los *criterios de elegibilidad* establecieron que serían las áreas ubicadas en acuíferos sobre explotados y en zonas extensas de bosque. En esta periodo se hicieron incluyeron en dichos criterios la sobre posición con las áreas naturales protegidas (solicitado por la CONANP), la inclusión de todos los estados de la república (solicitado por un equipo presidencial), zonas alledañas y próximas a centros urbanos (demandado por movimientos campesinos con el reclamo de mayor pago).
- **Años 2007- 2009.** El programa tuvo un gran impulso y busco asociarse más con el combate a la pobreza, por lo que las áreas elegibles se enfocaron en sitios con alta marginalización. Las *Reglas de Operación* establecieron pagos diferenciados en 2008 y los *criterios de elegibilidad* incluyeron, además de la marginalidad, manglar y corredores de biodiversidad. Así, para 2009, los objetivos se reformularon: i) disminución en los índices de pobreza en las áreas forestales, mediante la inducción hacia un manejo adecuado de los recursos naturales; ii) generar el desarrollo y la expansión económica a partir de la valoración, la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales e; iii) impulsar la planeación y la organización forestal, incrementar la producción y productividad de los recursos forestales y, elevar la competitividad del sector para contribuir a la mejora de la calidad de vida de los mexicanos. Y para ese año los *criterios de elegibilidad* quedaron acotados en tres grupos: i) *Técnicos*: ubicación del acuífero sobre explotado, 50% de cobertura vegetal que no se reduzca; ii) *Sociales*: ubicación dentro de las zonas con alto índice de alta

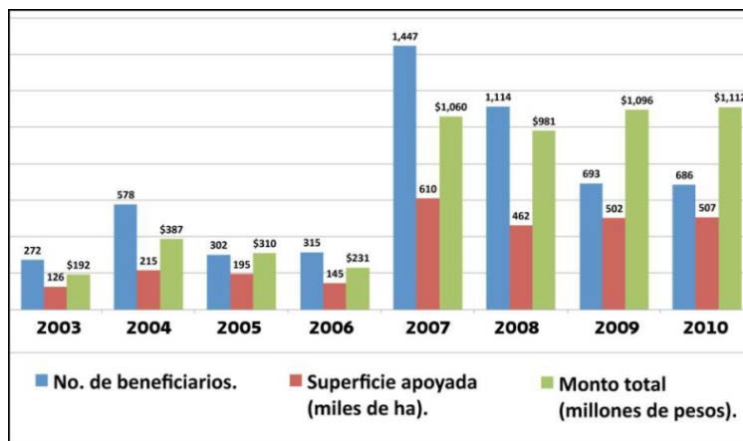
¹² Esta clasificación por etapas del PSA en Mexicano fue propuesto en el texto de Ezzine de Blas *et al.*, 2017: 75- 78.

marginalidad, presencia de población indígena, prioridad de género y, dentro de las tierras de propiedad comunal, ejidal o pequeño propietario y; iii) *Ambientales*: dentro de ANP, con altos índices de riesgo de deforestación. Es en este periodo que los Fondos Concurrentes se establecen, específicamente en el año 2008 con el objetivo de involucrar a los usuarios y otros actores vinculados SE.

- **Años 2010 a la actualidad.** Desde 2010 las áreas elegibles pueden incluir a los servicios hidrológicos y a los de biodiversidad bajo una sola gestión como principal cambio en los *criterios de elegibilidad*, junto con una la transformación de una focalización puramente económica a una multi-objetivo, como una estrategia de aumentar la eficiencia de los recursos económicos del programa. También se modifican las *reglas de operación* con pagos que se clasifican en seis zonas (tres para SE hidrológicos y tres para biodiversidad) el índice de presión a la deforestación. En los años recientes, los Mecanismos Locales o Fondos Concurrentes ha tomado relevancia, a representar la posibilidad de un mejor pago para los proveedores, una posibilidad para involucrarse en la conservación para algunos usuarios y otros actores relacionados con el PSA, como empresas, ONGs o gobiernos locales y, para el gobierno representa la posibilidad de no controlar por completo el programa, dando paso a la apropiación del mismo a usuarios y proveedores.

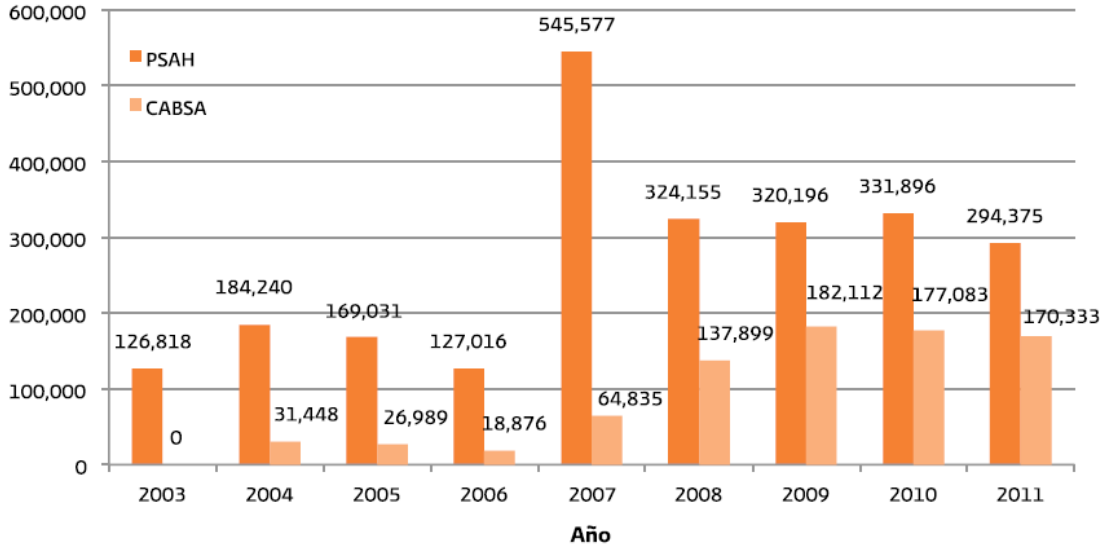
Hoy en día se reconoce que los diferentes contextos locales donde el PSA se aplica son tan heterogéneos como México mismo y cada uno presenta contextos con particularidades que pueden ser identificadas (Rodríguez- Robayo *et al.*, 2018), como es el contexto de la Ciudad de México dadas las características específicas que muestran las áreas elegibles para PSA dentro del Suelo de Conservación.

El como parte del desarrollo del PSA como programa en el país ha tenido un número de beneficiarios variable entre 200 y 1,800 (año 2003 y 2009, respectivamente), una superficie apoyada entre 126 miles de ha (como la menor superficie apoyada en 2003) a 700 miles de ha (en el año 2007) y montos totales anuales desde \$192 millones de pesos (año de inicio 2003) a \$1,400 millones de pesos (2009); dichas cifras pueden observarse en la Gráfica 3 para el periodo de 2003-2012 (CONAFOR, 2012b, 2015; Perevochtchikova, 2016).



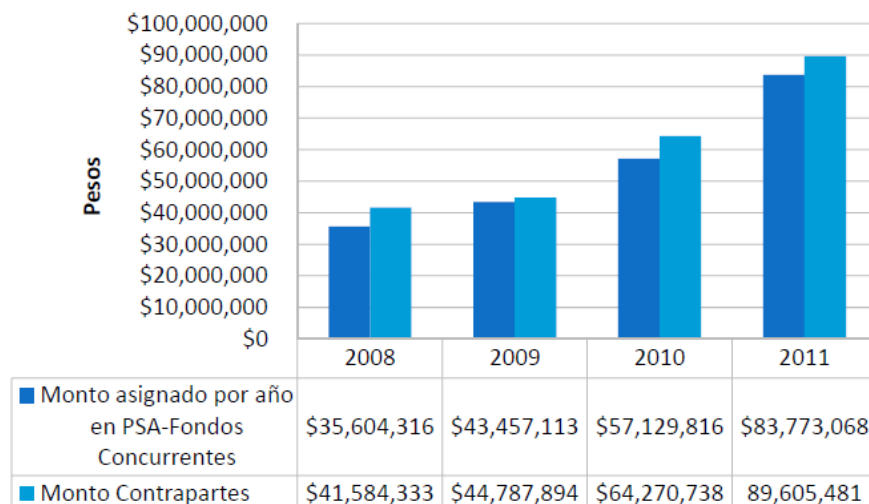
Gráfica 3. Desarrollo del PSA en México (2003- 2012). Fuente: Tomado de CONAFOR (2012b).

Como puede observarse en la gráfica anterior el programa tuvo un gran impulso a partir del año 2007, pero como parte del re- diseño del programa se introdujeron de los Mecanismo Locales en 2008, los cuales fueron refinándose y generando una focailización de la estrategia nacional forestal . Así se asignaron menos recursos en los años siguientes a PSA-H y PSA- CABSAs (Gráfica 4) y que también puede encontrarse en los datos recopilado por Perevochtchikova (2016: 30).



Gráfica 4. Superficie incorporada a PSA a través de las reglas de operación (hectáreas). (Fuente: Tomado de SEMARNAT/ CONAFOR (2012b: 21).

En el caso de Mecanismos Locales (ML) que se definen como el tipo de PSA que provienen de “arreglos institucionales que permiten transferir recursos de los usuarios de servicios ambientales a los proveedores (dueños de terrenos forestales), para promover actividades de buen manejo del territorio que permitan mantener y/o mejorar la provisión de los servicios ambientales de interés” (CONAFOR, 2012a: 3), los cuales se manejan por medio de un Fondo Común (es por eso que también conocidos como “Fondos Concurrentes”) entre el gobierno federal (vía CONAFOR) y una contra parte (gobiernos locales, empresas, etc.); y que consideran permite enfocar mejor los esfuerzos de la política, aumentar los recursos disponibles, involucrar a un círculo más amplio de actores responsables de la conservación (*Saldaña, 2013) y, después de encaminados los PSA por el gobierno en México pensar en restar importancia paulatinamente a la participación gubernamental en los esquemas para no generar dinámicas viciadas de subsidio (*Sandoval, 2015). La gráfica 5 a continuación muestra el desarrollo de los ML el desarrollo que tuvo en el periodo que comprende de 2008 a 2011.



Gráfica 5. Montos asignados en mecanismos locales de PSA a través de Fondos Concurrentes.
 Fuente: Tomado de CONAFOR (2012a: 10).

Aun así, la presencia del PSA federal se encuentra distribuida por todo el país, como puede observarse en la Figura 6.

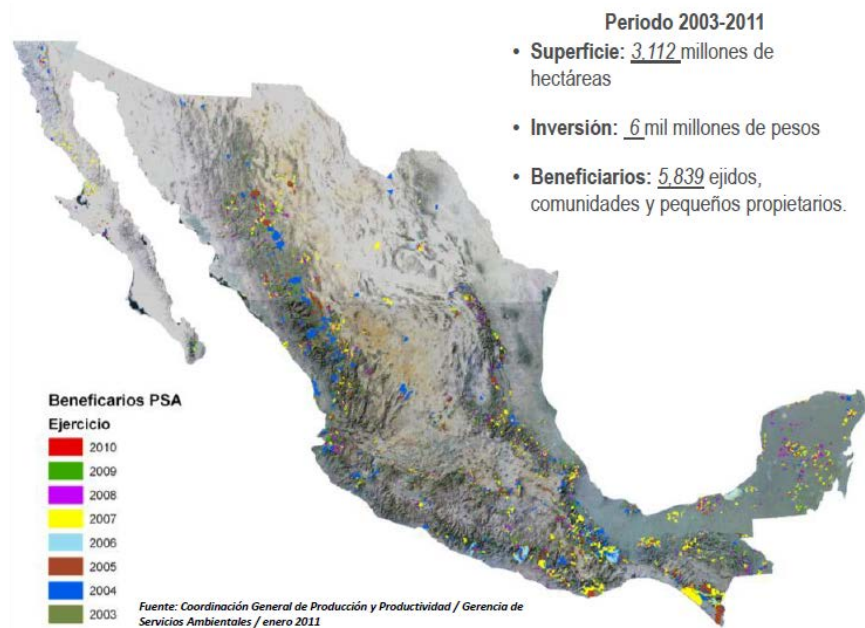


Figura 6. El PSA en México 2003- 2011. Fuente: Tomado de CONAFOR (2011: 6).

Mientras los ML ocupan una menor superficie en el territorio a pesar de lo priorización mencionada con anterioridad pero esto se debe a que la meta de los ML no está enfocada abarcar una mayor superficie bajo pago, sino un pago más apropiado para los costos de oportunidad que el PSA enfrenta ante otras actividades económicas y usos de suelo (Figura 7).

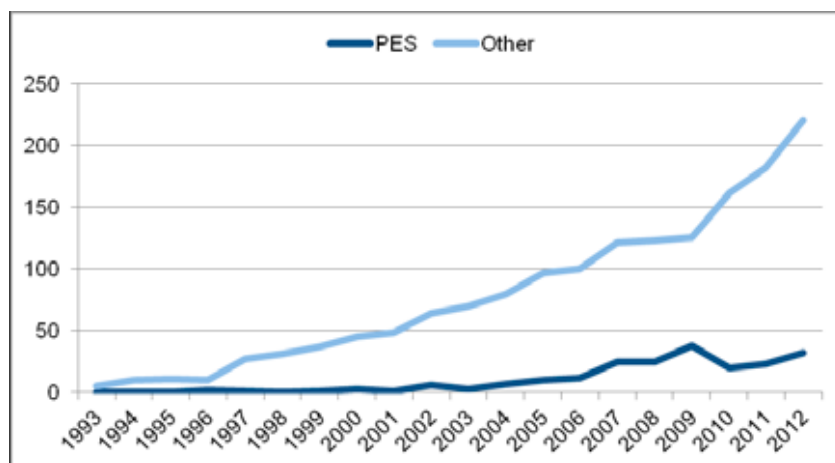


Figura 7. Mecanismos locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (2008- 2011). Fuente: Tomado de CONAFOR (2012a: 11).

Es por la importancia que ha tenido el PSA en el mundo y en México que una serie de estudio se han realizado desde 1992, los cuales se describen a continuación.

1.2.4 Estudios de PSA

Aunque los primeros trabajos se identifican en 1992, los principales autores comienzan a identificarse con el comienzo del siglo: Landell- Mills & Porras, 2002; Pagiola, Bishop & Landell- Mills, 2002; Pagiola & Platais, 2002 y; después se dio una mediatización del concepto PSA con la publicación de Wunder de 2005 (“Payments for Environmental Services: Some Nuts and Boots”) que define claramente PSA (Gráfica 6) y, durante ese mismo año, *Ecological Economics* tuvo un número especial con una síntesis de casos, centrándose en la definición, caracterización, gobernanza y sus impactos redistributivos (Mora *et al.*, 2012).



Gráfica 6. Número anual de artículos científicos publicados para los esquemas de PSA y temas relacionados de 1993- 2012. Fuente: Tomado de: Perevochtchikova & Oggion (2014: 6), donde PES se refiere a PSA por sus siglas en inglés y Other otros temas.

Perevochtchikova & Oggioni (2014), igualmente identifican los países con más publicaciones al respecto en el periodo de 1992- 2012: Estados Unidos, China, Reino Unido, Australia, Alemania, Holanda y Suecia. Además los territorios alrededor del mundo con estudios sobre PSA, en: África, Centroamérica, Asia y Europa. Como para SE, los estudios de PSA aplican diferentes metodologías y técnicas (entrevistas, análisis econométricos o biológicos, SIG, etc.). Varios acontecimientos de las últimas dos décadas parecen haber contribuido al desarrollo del enfoque de los PSA y otras formas de compensación asociadas (Brüschweiler *et al.*, 2004).

Para Perevochtchikova & Oggioni (2013: 9) las categorías más investigadas de PSA son: 781 en Biodiversidad, 586 Hidrológicos y, 438 Captura de Carbono; aunque la mayoría entra en más de una categoría de análisis (1,009 artículos científicos).

Los enfoques identificados en los estudios de PSA son en su mayoría sociales (con importante presencia en Centroamérica, este de África y Sudeste asiático), seguidos por los de enfoques físicos (centrados en Europa junto con Belice, Colombia, Congo, Papúa Nueva Guinea, Rusia y Corea del sur) y los económicos (extendidos en el sur de Asia, especialmente China, Irán y Bangladesh), siendo los enfoques interdisciplinarios lo de menor presencia (en Norteamérica, Europa y Oceanía) (Perevochtchikova & Oggioni, 2014).

De esta forma los estudios de PSA se han realizado para las diversas modalidades de los servicios, predominando la biodiversidad; geográficamente, hay mayor presencia de esquemas de PSA en el continente Americano, sin embargo el mayor número de estudios corresponde al continente Europeo. En términos de visiones disciplinarias a nivel internacional hay presencia de enfoques de las ciencias sociales y ciencias naturales y, una mayor presencia de los estudios interdisciplinarios, mientras que para los estudios de América Latina, y en especial para México predominan los estudios sociales, pocos son las investigaciones de las ciencias naturales y mínimos los trabajos

interdisciplinarios (Fisher *et al.*, 2009; Perevochtchikova, 2011; Perevochtchikova & Vázquez, 2012a, Balvanera *et al.*, 2012; Perevochtchikova & Oggioni, 2014). Dada la consolidación, hasta en diferentes disciplinas, del concepto de SE desde hace varias décadas (Figura 2); junto con el establecimiento alrededor del mundo, de los esquemas de PSA desde hace menos de 20 años y, el amplio desarrollo de estudios sobre el PSA desde varios enfoques disciplinares que, hoy podemos comenzar a cuestionarnos ¿cuál es el estado actual de los PSA? y ¿cómo se evalúan? Es por ello, que se hace visible la necesidad de describir y caracterizar los marcos metodológicos que permiten evaluar al PSA integralmente, lo cual es importante porque son varios los elementos dentro de los sistemas socio- económicos y ecológicos que se encuentran bajo los efectos de los instrumentos de PPA como el PSA.

Las evaluaciones de PSA en los estudios publicados se vinculan con el análisis de su desempeño como política pública, las cuales se han realizado desde perspectivas ambientales y socio-económicas, se llevan a cabo desde la academia, hasta los niveles de gobierno y en algunos casos, por la participación conjunta de ambos actores e incluso organizaciones no gubernamentales (Calzada, 2015).

Un balance general en dichas evaluaciones nos permite decir que si bien el establecimiento de los esquemas de PSA como PPA permite una valoración económica de los SE para transmitirlos a los actores clave en la toma de decisiones, y a la sociedad en general, la importancia de los ecosistemas y de los servicios que proveen para el bienestar de las sociedades (Costanza *et al.* 1997, de Groot *et al.* 2002, Daily *et al.* 2009; Balvanera *et al.*, 2012a); es necesario por medio de evaluaciones tanto científicas como gubernamentales conocer ¿cuáles son y han sido las ventajas y desventajas documentadas para la aplicación del PSA? ¿Y su relación con SE que se encuentran bajo pagos? En este sentido se ha documentado que los beneficios del PSA estudiados son: una ventana de oportunidad económica; que conforman un paradigma de conservación nuevo y más directo, que explícitamente reconoce la necesidad de crear puentes entre los intereses de los actores en tierra de propiedad colectiva, Comuneros y algunos propietarios privados con los usuarios de los servicio y; explícitamente reconocen la necesidad de abordar las ventajas de los *trade offs* los intereses de los propietarios de tierra y de los actores externos mediante compensaciones (Wunder, 2005, 2007; Kosoy *et al.*, 2008). Wunder considera (2005: 1) que los PSA son: “Valoraciones teóricas elocuentes que han demostrado las ventajas absolutas del PSA sobre los enfoques tradicionales de conservación”; siendo que “El desarrollo de los esquemas de PSA para los ecosistemas constituye una innovación social, resultando de la articulación de distintos procesos. Se trata de construcciones en proceso, que buscan responder a problemáticas (relativamente) emergentes, y que se requieren acciones, mecanismos y arreglos institucionales que resultan en buena medida inéditos” (Merino, 2005: 31).

Resumiendo, los PSA puede ser considerados una importante innovación ambiental, que directamente compensa la conservación (Wunder *et al.*, 2008). A lo que se han hecho críticas a la concepción de origen y la implementación de los esquemas de PSA, de la siguiente manera:

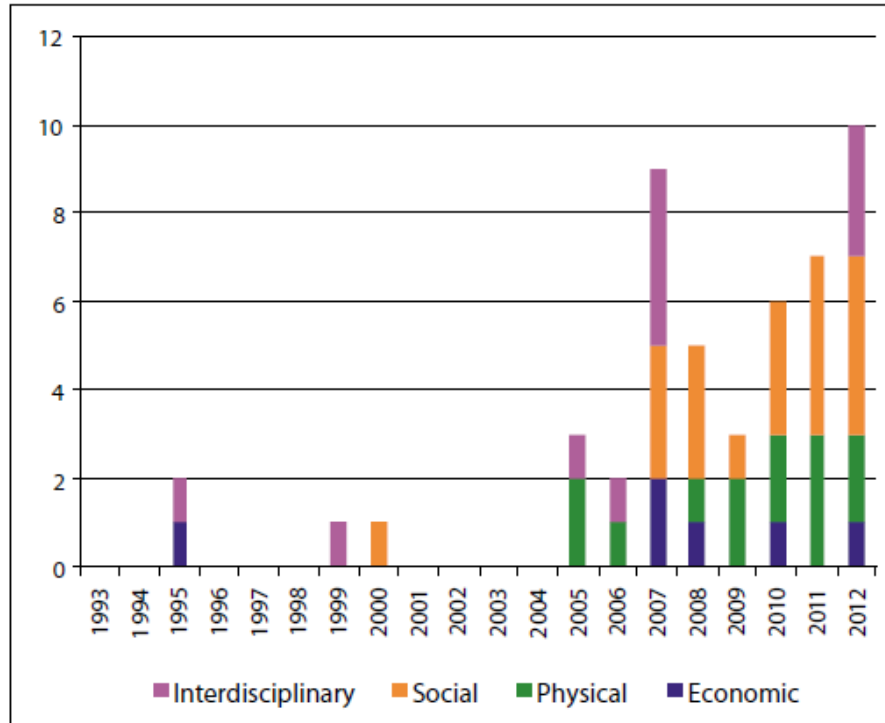
- i) la visión predominante de la Economía Ambiental que pone en el centro del sistema que rige al mundo como el económico y no al biósfera que encierra a todos los subsistemas naturales y humanos (Saar Van Hanwermein, 1999);

- ii) la imposibilidad para algunos autores de ponerle precio a la naturaleza (Saar Van Hanwermein, 1999; Merino, 2005; Porto Gonçalves, 2006; Leff, 2006; Toledo, 2003; Martínez Alier & Roca, 2013; Harvey, 2010);
- iii) la necesidad de formas de organización comunitaria bien definidas para la gestión de los recursos involucrados (Merino, 2005);
- iv) la necesidad imperante de definir formas equitativas bien garantizadas de la repartición de los beneficios y responsabilidades asociados a estos esquemas (Merino, 2005);
- v) desde la geografía crítica (Porto- Gonçalves, 2006) y la ecología política (Leff, 2006; Toledo, 2003; Martínez Alier & Roca, 2013) se considera la mercantilización de la naturaleza, proveniente de su estrecho vínculo con el neoliberalismo ambiental (Porto-Gonçalves, 2006), y en el caso de la geografía crítica como un despojo simbólico de la tierra y de la posibilidad de ejercer con libertad acciones, actividades y toma de decisión sobre la posesión desde la comunidades (Harvey, 2010).

Por último, la revisión histórica sobre el desarrollo de PSA muestra que hay una gran diferencia entre el concepto de SE, claramente inclinado hacia las funciones ecológicas y el concepto de PSA, con las visiones económicas y políticas de la naturaleza, donde los conceptos tomados de las ciencias ambientales para la ejecución de PPA parecieran meramente operativos y/o discursivos. Razón por la cual las evaluaciones de PSA a diferentes escalas se vuelven tan relevantes, especialmente si se realizan con indicadores que facilitan la comprensión y comunicación de los posibles efectos o impactos de políticas públicas como el Pago por Servicios Ambientales.

El PSA en México ha sido gran inversión de recursos y es considerado un programa exitoso, aún con varias deficiencias de operación documentadas (Perevochtchikova & Vázquez, 2012), no obstante se han realizado evaluaciones del PSA, si son gubernamentales son enfocadas en cuestiones administrativas y si son académicas han sido mayormente desde enfoques económicos y biológicos, poco a poco se han incorporado los sociales y; por ello se ha identificado la recurrentemente de la falta cuantificaciones efectivas, científicas y multi-disciplinarias (Kosoy *et al.*, 2008; Muñoz-Piña *et al.*, 2008; Brunett *et al.*, 2011; Perevochtchikova, 2011; Perevochtchikova & Oggioni, 2014; Balvanera *et al.*, 2012; Perevochtchikova & Rojo, 2014).

Los estudios de PSA en México se inician después del 2004, teniendo un auge entre 2007- 2012, tanto por académicos mexicanos como por asociaciones de dichos académicos con otros países, siendo los estados de la república con mayor atención Chihuahua, Coahuila, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán; muchos estudios de caso se identifican en Jalisco, Estado de México y Querétaro. Los enfoques de estudio en el país, se ubican en mayor medida en los estudios sociales, después de los físicos, seguidos por los interdisciplinarios y por último, los económicos (Perevochtchikova & Oggioni, 2014) (Gráfica 7).



Gráfica 7. Los enfoques de los artículos publicados en México para PSA. Fuente: Perevochtchikova & Oggioni (2014: 61).

Como se observa de la gráfica anterior los estudios de PSA comienzan después de 2005 y teniendo presencia los enfoques interdisciplinarios en los primeros años de investigación (2005 a 2007) pero sin presencia de este enfoque hasta 2012. Las revisiones bibliográficas sobre los estudios de PSA en el mundo y en México muestran que, a pesar de la gran cantidad de evaluaciones, es evidente la falta de evaluación del PSA como política pública desde la construcción de las evaluaciones integrales y del uso de indicadores sociales, económicos y ambientales. Dada las dinámicas en las PPA la información contundente pero sintética que los indicadores proveen, es necesaria para comprender y documentar los efectos que una política como el PSAH puede generar, para la mejora del programa y de la toma de decisión asociada a él.

1.3 Indicadores: definición, tipologías y principales características

El desempeño (o los impactos) del PSA, como se mencionó anteriormente, cada vez es más frecuentes en los estudios por la bondades que poseen este tipo de evaluaciones con indicadores, según Calzada (2015) y la evaluación propuesta en el presente trabajo es a través de una evaluación integral de PSA con indicadores ambientales, económicos y sociales; por lo cual este apartado esta dedica a la descripción de los indicadores, sus bondades y limitaciones dentro de la evaluaciones, la utilidad para la evaluación de PPA y su relación con los estudios de PSA.

Indicador, palabra que proviene del latín “indicare”, que significa “revelar, hacer conocer, mostrar, el estado momentáneo; ser un signo de, prefigurar; sugerir, requerir (The Concise Reference Encyclopedia and Dictionary, 1987; Rojo, 2013). La definición de indicador se refiere a casi cualquier parámetro estadístico, dato condensado, variable o estimación del algún sistema o subsistema, su estado, o en particular a alguno (o algunos) de sus fenómenos, aspectos, componentes y/o procesos; con la función principal de proveer una información sintética al respecto (MMAE, 1996; INE/ SEMARNAP, 1997; López-Blanco & Rodríguez, 2009; Rojo, 2013).

Para entender los indicadores es necesario conocer los diferentes conceptos vinculados a los indicadores, los cuales surgen de la variedad de formas de descripción, organización y presentación de la información en ellos, como se muestra a continuación (Rojo, 2013; MMAE, 1996; Thomas, 1972; Vidal & Franco, 2009):

- *Indicador*: expresa en una cifra un fenómeno, aspecto, componente y/o proceso particular, aunque puede haber correlaciones entre subcomponentes de éstos para su cuantificación. Por lo tanto, es de carácter unidimensional. Por ejemplo, indicadores de vigor del arbolado contienen información sobre la tasa de crecimiento en correlación con las características fisiológicas del árbol, como tamaño de la hoja.
- *Sistema de indicadores*: es una serie de números para una descripción estadística más completa sobre el estado de un sistema o subsistema. No es la simple suma de una serie de indicadores ambientales, sino que es una realidad nueva y distinta. Cada indicador se refiere a un problema ambiental específico, y el sistema de indicadores responde a un interés social genérico y de totalidad. Es decir, el sistema como totalidad suministra la información mayor y distinta de la ofrecida en cada una de sus partes; como un conjunto ordenado de problemas ambientales descritos en variables sintetizadas en una visión totalizadora sobre ciertos intereses (Rojo, 2013: 28). Por ejemplo, el SNIA en México (Sistema Nacional de Indicadores Ambientales) utilizado por la SEMARNAT¹³, que permite simultáneamente tener indicadores sobre suelo, agua, vegetación, etc., para un determinado tema como Cambio Climático o en determinado territorio (Rojo, 2013; SNIARN-SEMARNAT, 2005; Rodríguez & Flores, 2009; SEMARNAT, 2010).
- *Perfil ambiental*: son varios números para una descripción estadística del estado agregado de un sistema o subsistema que puede representar un problema específico, una política o un territorio. Este tipo de indicadores es utilizado por el Gobierno Español para describir la situación ambiental nacional a partir de indicadores clave para temas específicos (MMAE, 2013). O denominado “Estado ambiental” por André *et al.*, (2004).
- *Índice*: expresa en una cifra una serie de fenómenos, aspectos, componentes y/o procesos, dentro de una correlación bien delimitada de variables. Un índice es una unidad dimensional de adición ponderada de diversas unidades de medida, con mayor síntesis de la información relevante; y eficacia como insumo. Si bien, tiene características de indicador, el índice se distingue por su uso es necesario para desarrollar interpretaciones más amplias y profundas de manera y de presentación simple.

¹³El Sistema de la SEMARNAT responde a la lógica de perfil ambiental diseñada para los indicadores ambientales a nivel internacional, en este caso usando el mismo modelo desarrollado por la OCDE (Rojo, 2013).

Una manera en la que pueden visualizarse las formas de agregación de la información, según la tipología presentada en los párrafos anteriores, como se observa en la pirámide de información de Gao (Figura 8).

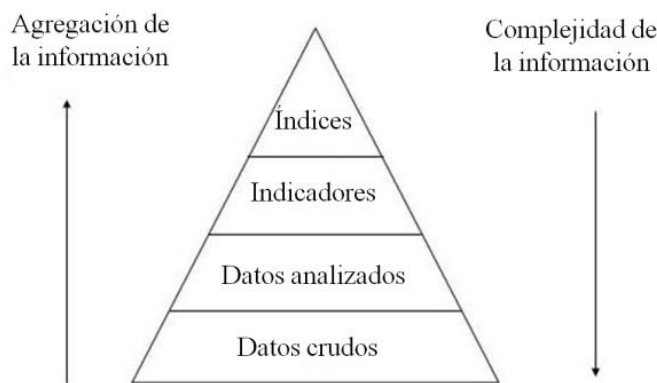


Figura 8. Pirámide de información. Fuentes: adaptado de Hammond et al., (1995); Gao, (2010).

Una referencia relevante es el texto de Heink & Kowarik (2010) que está centrado en los indicadores ecológicos y de planeación ambiental, con la tipología de indicadores a partir de las funciones, como: medidas descriptivas, medidas normativas, medidas híbridas, valores de parámetros, componentes descriptivos, componentes híbridos, etc. Hay otras formas de organizar los indicadores o tipologías, como por ejemplo el Marco de Análisis para la evaluación de impactos (MMAE, 1996) que identifica a los indicadores en las categorías de: marco temático, estructura por medios, marco sectorial, casual, enfoque espacial y marco ecosistémico.

En particular caso de las tipologías de los indicadores ecológicos (o ambientales) existentes (Heink & Kowarik, 2010; Landiñez, 2011), estos se relacionan con: i) el concepto de indicador (indicador ecológico, indicador de política ambiental, indicador de un componente ecológico e indicador componente de una política ambiental); ii) la aplicación del indicador (esquema Presión- Estado- Respuesta o estado de un componente ecológico como organismo, estructura o proceso) y; iii) el Enfoque sistémico (ambiental o de DS). En el caso de los indicadores sociales existentes son (Land, 1983): i) indicadores normativos de bienestar; ii) indicadores de satisfacción y; iii) indicadores sociales descriptivos. La tipología de indicadores sociales que propone esta organización incluye hechos, de percepciones, indicadores cuantitativos, cualitativos, absolutos, relativos, simples, compuestos, intermedios, finales, de eficacia y de eficiencia. Aunque los indicadores sociales también pueden ser asociados desde las políticas económicas hacia los indicadores de bienestar, como acceso a la educación por ejemplo. Otra tipología de indicadores sociales está en la forma en la que trasciende la información que producen, es decir si permite el análisis social o se aplica hacia las políticas públicas (Land, 1983). Las tipologías para los indicadores económicos están asociadas al ingreso, la calidad de vida, el bienestar, los costos, etc., (Land, 1983); y más específicamente

descritos por Landíñez (2011) como de enfoque conmensuralista (monetizados o índices económicos).

Existe una gran cantidad de indicadores para temas sociales, económicos y ecológicos que pueden describirse a las diferentes escalas geográficas, por ejemplo:

- *Internacional*: las agencias internacionales a esta escala o solicitan a todos los países que son miembros de sus organizaciones (o asociadas) la aplicación de la serie de indicadores. Entre ellos se puede mencionar a la OCDE, la ONU o el Banco Mundial que trabajan temas sociales, económicos y ecológicos, o CIFOR (Center for International Forestry Research) que tiene indicadores específicos sobre el manejo forestal.
- *Regional*: se da por la labor de las agencias internacionales o la iniciativa entre países. A esta escala se puede referir algunos casos de indicadores ambientales que provienen de la Agencia Ambiental Europea (European Environmental Agency); los Proyectos de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para América Latina y el Caribe; los Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para América Central; Nordic Set of Indicators; Situación Ambiental de la Región Fronteriza entre México y Estados Unidos (EPA/ SEMARNAT) y World Health Organization (son indicadores de ambiente y salud en Europa).
- *Nacional*: se desarrollan desde las diferentes agencias federales según los diferentes temas, algunas veces en cooperación con las agencias internacionales. Existen tantos indicadores y sistemas de indicadores a esta escala como países, y secretarías de Estado o comisiones nacionales. Para el caso ambiental se puede señalar a la Agencia Ambiental de Estados Unidos (Environmental Protection Agency US), el Sistema Nacional de Indicadores de México (basado en el sistema PER de la OCDE), el sistema de indicadores de la SEMARNAT o Environment Canada.
- *Local*: se generan por gobiernos locales, y federales, organizaciones internacionales, nacionales o locales, y la cooperación entre estos actores. Han desarrollado indicadores ambientales, por ejemplo, la oficina regional ambiental de Montreal (Le Conseil régional de l'environnement de Montréal), la provincia de Quebec, Canadá (Le suivi du développement durable au Québec), los indicadores biofísicos para la planeación territorial (López & Rodríguez, 2009), también están los indicadores de desempeño administrativo en la gestión ambiental del DF, los indicadores del monitoreo de calidad del aire, los indicadores del Plan Verde de la Ciudad de México y recientemente indicadores ambientales de la zona metropolitana del Valle de México en conjunto con el Gobierno del Estado de México.

La importancia del uso de indicadores en una propuesta de evaluación ambiental se describe en Rojo (2013: 30): “Los indicadores ambientales óptimos tienen una serie de características como filtro ante el posible paso de una gran masa de información a un número reducido y manejable por temas o áreas; y simultáneamente, constituyen las medidas de seguridad para dotar al sistema de la mayor calidad estadística y científica posible. Estas características son: validez científica, representatividad (espacial y temporal), sensibilidad a cambios, fiabilidad de los datos o solidez

analítica, relevancia o significancia, comprensible o legible, predictivo, comparable, de costo—eficiencia, requerimientos de información precisos y disponibles”.

Los indicadores de todo tipo, no sólo los ambientales pueden ser usados para medir las condiciones dentro de un territorio, por proveer la información sobre las señales de los elementos de los sistemas presentes que denotan los cambios y/o permiten diagnosticar una anomalía (Dale & Beyeler, 2001). Las mismas autoras mencionan (2001: 3) que: “Idealmente una serie de indicadores puede presentar información clave sobre la estructura, la función y la composición del sistema ecológico”, y por lo tanto puede extenderse a los socio-ecosistemas concebidos por Ostrom (2009), a pesar de la complejidad inherente en éste conjunto de sistemas (Messier *et al.*, 2014).

En general el uso de indicadores en la evaluación de Políticas Públicas Ambientales a varias escalas espaciales, se da como una premisa en el entendido de que los indicadores reducen a un conjunto de medidas el estado o características de los sistemas complejos biofísicos y socio-económicos (Slee, 2006). Para el caso de PSA la aplicación de indicadores la mayoría de las veces va incluida en los ciclos de la misma política, como parte de la etapa de evaluación para la mejora del desempeño y la identificación de las oportunidades y retos. En otros casos se realiza como parte de evaluaciones académicas cuyos resultados son recomendaciones directa para la política pública (Perevochtchikova, 2011; Calzada, 2015); y por último, están las evaluaciones con indicadores de índole científica que no siempre interactúan con los tomadores de decisión, o no en todos los casos proponen acciones de mejora.

1.4 Marcos Teóricos de los Servicios Ecosistémicos y Socio- Ecosistemas (SES)

A través de los estudios de SE y de PSA, como instrumento de PPA, varios marcos teóricos se han utilizado como lo describe Balvanera *et al.*, (2012a). En particular, se identifican marcos teóricos de la Ecología Cultural (1950s), la Ecología Política (1980s), la Economía Ecológica (1990s), la Economía Ambiental (1990s), el Metabolismo Social (2000s) y los Sistemas Socio- ecológicos (2000s). A continuación se describen de manera breve dichos marcos.

1.4.1 Marcos teóricos aplicados a los SE

La *Ecología Cultural* es la corriente de la antropología que analiza como los cambios culturales suceden como consecuencia de la necesidad de adaptarse al ambiente y, a los núcleos o conglomerados culturales se deben a la ubicación de rasgos relacionados con la subsistencia y con ello, a una economía ligada al ambiente (Steward, 1955). Desde esta perspectiva los SE son parte de los flujos de energía y materia que fluyen desde la naturaleza conformación las sociedades. Si bien esta postura es criticada al considerarse un determinismo ambiental (el ambiente como determinante absoluto de la cultura) pero gestó teorías sobre la adaptación humana al ambiente, la toma de decisión en la economía agrícola, entre otras (Balvanera *et al.*, 2012a).

La *Ecología Política*, proveniente de la ecología cultural, donde la escala local está sujeta a la economía política global, es la subdisciplina encargada de delimitar la diversidad de interrelaciones naturaleza- sociedad, con la consideración de las escalas de actuación, las relaciones y las estructuras de poder, así como la información y la participación inclusiva y equitativa (Martínez – Alier & Rocca, 2013; Balvanera *et al.*, 2012a).

Otros marcos teóricos de análisis de SE, pero especialmente en relación a PSA son los económicos, vinculados a la *Valoración Económica*, como se explica a continuación:

- *Economía Ecológica* (Saar Van Hanwermein, 1999; Constanza, 1991): i) es un nuevo enfoque sobre las interrelaciones dinámicas entre los sistemas económicos y el conjunto total de los sistemas físicos y sociales. Surge como crítica ecológica de la economía convencional; ii) discute sobre la equidad, distribución, ética y procesos culturales vinculados al ambiente; iii) la visión sistemática y transdisciplinaria que busca trascender al actual paradigma económico; iv) define que las actividades económicas no utilizan bienes ambientales o los recursos naturales de manera aislada, precisamente la economía está centrada en la utilización del ecosistema; v) la economía como un subsistema abierto dentro del sistema de flujo de energía y materiales regido por las leyes físicas de la entropía (la biósfera); vi) la escala de la economía está limitada por los ecosistemas y no es sustituible por el capital hecho por el humano; vii) propone indicadores biofísicos en lugar de los actuales indicadores económico- monetarios; viii) delimita los ritmos de tiempo diferentes entre la dimensión económica y la biogeoquímica, considerando imperiosa la necesidad de frenar y disminuir el flujo de energía y materiales a la economía y; ix) considera que la biosfera y los recursos naturales puede ser a la vez escasos y útiles, independientemente de que sean o no valorados en el mercado. Aquí los SE deben conservarse a través del respeto las dinámicas de los ciclos naturales desde las actividades económicas dependientes de la Ley de Entropía (sin sobrepasar el límite de regeneración y no se desecha más de lo que el ecosistema puede absorber naturalmente).
- *Economía Ambiental* (Saar Van Hanwermein, 1999): i) es una extensión o especialización de la economía tradicional, como un nuevo campo de análisis, *el ambiente* desde la óptica de esta disciplina; ii) se centra en las externalidades ambientales, que son los efectos positivos o negativos de la actividad económica sobre el ambiente o las sociedades humanas que comprometen la existencia de algún proceso de producción importante y/o dañar elementos o procesos en el medio natural o en los sistemas humanos, ambos y largo plazo; iii) por lo cual deben realizarse la incorporación de los costos de los daños ambientales a la contabilidad empresarial, o los cargos a los precios finales que paga el consumidor (impuestos o la redefinición de los derechos de propiedad (del cual proviene el término externalidades, ya mencionadas); iv) existe una asignación intergeneracional de los recursos agotables y; v) una competencia de aquello definido como de utilidad directa para los seres humanos (como los SE), que sean además apropiables, valorables y producibles. Desde esta perspectiva, los SE son tratados como externalidades, y se garantiza su conservación a partir de impuestos u otros tipos de pagos destinados a compensar su uso excesivo o decremento. Es de esta subdisciplina que surgieron los PSA.

El *Metabolismo Social*, proveniente de las ciencias naturales, explica la relación de la sociedad junto con el mantenimiento y reproducción de los sistemas sociales con los ecosistemas por medio

del flujo de materia y energía de los ecosistemas donde las sociedades se apropian de las materias primas y la energía, las cuales transforman, distribuyen, consumen y finalmente la excretan en forma de desechos hacia los sistemas naturales (Balvanera *et al.*, 2012a).

Los *Sistemas Socio- ecológicos* provienen del concepto que interrelaciona los sistemas naturales con los sistemas humanos, como un solo sistema dinámico, co- dependiente entre la naturaleza y el hombre (Balvanera *et al.*, 2012a). En un principio, los *Sistemas Socio- ecológicos* (SES) fueron un concepto, posteriormente fueron considerados un enfoque. Hoy en día han evolucionado como un marco analítico, ya que conjuntan no sólo la parte teórica sino también los referentes analíticos para su interpretación (Hinkel *et al.*, 2014).

La gran variedad de marco teóricos y analíticos existentes para estudiar sistemas naturales y sociales desde la interdisciplina, fueron estudiados por Binder *et al.*, 2013, quienes comparan los diez marcos más utilizados a escala internacional, sus principales características, bondades y limitaciones. De ese estudio comparativo concluyen que el SES o Marco de Sistemas Socio- Ecológicos Forestales (SESF), es fundamental para caracterizar los sistemas naturales y sociales, ya que presenta una extensa jerarquía multinivel de variables que han demostrado ser relevantes para explicar los resultados sostenibles en la gestión de recursos forestales, pesqueros y acuáticos (Ostrom 2007, 2009; McGinnis & Ostrom, 2014; Binder *et al.*, 2013). El origen interdisciplinario de SESF está en la ciencia política, lo cual permite relacionar directamente con las políticas públicas, donde se encuentra particularmente centrado entre la acción de los actores y las interacciones entre subsistemas, aunque sin descuidar la dimensión ecológica (Binder *et al.*, 2013). Se basa en teorías como la acción colectiva, los recursos comunes y la gestión de los recursos de uso común. El SESF se ha desarrollado y aplicado principalmente en el área de manejo de bosques, pastizales, pesca y agua; tiene una estructura organizativa y es considerado como un marco analítico integral y orientado hacia la política pública (Binder *et al.*, 2013).

Las razones por las cuales se elige SES para este trabajo es porque permite el análisis desde la integralidad, permite la asociación de impactos o efectos entre actores y factores, se aplica generalmente para el estudio de problemas socio- ambientales y sus efectos y permite el análisis de los instrumentos de PPA por su visión antropocéntrica (Binder *et al.*, 2013).

1.4.2 El Marco Analítico de Socio- Ecosistemas (SES)

El antecedente directo de esta concepción se debe a Latour (1993; Swyngedouw, 1999; 2004) con el concepto *Socio-nature*, el cuál es fundamento de la noción geográfica de la “construcción social de la naturaleza” que caracteriza a la modernidad y la post-modernidad (Demeritt, 2002). La *teoría* con la que se trabaja es el concepto de socio-ecosistema desarrollado por Ostrom (2009); y se refiere a la explicación sobre el **Complejo entrettejido de sistemas socio- ecológicos**, que reconoce la existencia e interrelación multi-escalar de varios subsistemas de naturalezas distintas. Su aplicación permite la identificación y el análisis de la relación de los múltiples factores en varias escalas espacio- temporales (Ostrom, 2009) (Figura 9).

El SES descrito por Ostrom que propone la organización de variables en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3. Variables propuestas para el Marco Analítico de SES original de Ostrom

VARIABLES DE PRIMER NIVEL	VARIABLES DE SEGUNDO- TERCER NIVEL	
<i>Aspectos socio-económicos y políticos (S)</i>	S1 Desarrollo económico	
	S2 Tendencias demográficas	
	S3 Estabilidad política	
	S4 Políticas públicas de recursos	
	S5 Incentivos al mercado	
	S6 Organización de medios	
<i>Sistemas del recurso (RS)</i>	RS1 Sector	
	RS2 Claridad de las fronteras del sistema	
	RS3 Tamaño del sistema del recurso*	
	RS4 Facilidades construidas por el hombre	
	RS5 Productividad del sistema*	
	RS6 Propiedades de equilibrio	
	RS7 Predictibilidad de las dinámicas del sistema*	
	RS8 Característica de almacenamiento y ubicación	
<i>Unidades de recursos (R)</i>	R1 Movilidad de la unidad del recurso*	
	R2 Tasa de crecimiento o de remplazo	
	R3 Interacción de las unidades del recurso	
	R4 Valor económico	
	R5 Número de unidades	
	R6 Características distintivas y distribución espacio-temporal	
<i>Sistemas de gobernanza (GS)</i>	GS1 Organización gubernamental	
	GS2 Organizaciones no gubernamentales	
	GS3 Estructura de redes	
	GS4 Sistemas de derechos de propiedad	
	GS5 Reglas operacionales	
	GS6 Elección de reglas colectivas*	
	GS7 Reglas constitucionales y procesos de monitoreo y sanción	
<i>Usuarios (U)</i>	U1 Número de usuarios	
	U2 Atributos socioeconómicos de los usuarios	
	U3 Historia de uso	
	U4 Ubicación	
	U5 Liderazgo/ emprendimientos*	
	U6 Normas/ capital social*	
	U7 Conocimiento sobre los SES/ modelos mentales	
	U8 Importancia del recurso*	
	U9 Tecnología utilizada	
<i>Interacciones (I)</i>	I1 Niveles altos de usos diversos	
	I2 Información compartida entre usuarios	
	I3 Procesos de deliberación	
	I4 Conflictos entre usuarios	
	I5 Actividades de investigación	
	I6 Actividades políticas	
	I7 Actividades de auto-organización	
	I8 Actividades de redes	
<i>Salidas (O)</i>	O1 Medidas de acción social	Eficiencia
		Equidad
		Contabilidad
		Sustentabilidad
	O2 Medidas de acción ecológica	Sobreexplotación
		Resiliencia
		Biodiversidad
		Sustentabilidad
	O3 Externalidades a otros SES	
<i>Ecosistemas relacionados (ECO)</i>	ECO1 Patrones climáticos	
	ECO2 Patrones de contaminación	
	ECO3 Flujos dentro y fuera de los SES colindantes	

Fuente: Adaptado de Ostrom (2009: 421).

Es del conjunto de variables presentadas en la tabla anterior que Ostrom (2009) se seleccionen y se orden según la necesidad del estudio a la que se apliquen, tan sólo conservando los sistemas núcleo o variables de primer nivel, para poder identificar las interrelaciones entre ellos (Figura 9).

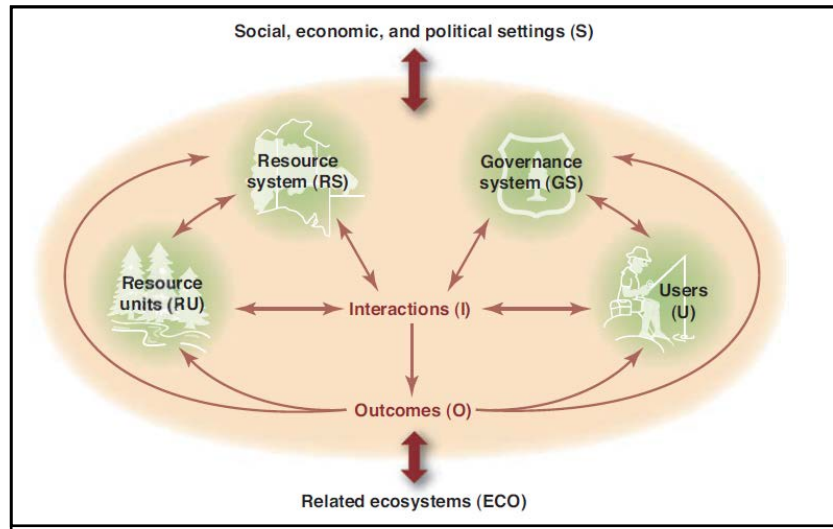


Figura 9. Subsistemas del marco analítico de sistemas socio- ecosistemas. Fuente: Tomado de Ostrom (2009: 420).

La noción de socio-ecosistema (Ostrom, 2009), ayuda a superar las fragmentaciones epistemológicas, ontológicas y analíticas, al permitir la articulación socio-cultural y biofísica de forma operativa y bajo una consideración sistémica de complejidad. Esta se refiere a la estructura y funcionamiento de porciones del territorio que integra componentes sociales y ecológicos, donde el conjunto es comprendido considerando su interacción y complejidad; esta posee una dimensión espacial, delimitada por criterios administrativos y/o biofísicos (Lattera *et al.*, 2015; Reyers *et al.*, 2013) a varias escalas (Escalera & Ruíz, 2011).

Este SES permite, a la conjunción de varias disciplinas que unen sus esfuerzos y visiones para un objetivo común, donde la geografía juega un papel fundamental. “Los SE dependen de una trama compleja de interacciones entre el lugar donde éstos se generan y aquel donde se capturan o utilizan” (Lattera *et al.*, 2015; 13). Ya que hay una vinculación entre los SES con los Servicios Ecosistémicos mediante una política de conservación, el SE puede visualizarse en la Figura 10 (Escalera & Ruíz, 2011; Holling, 2001).

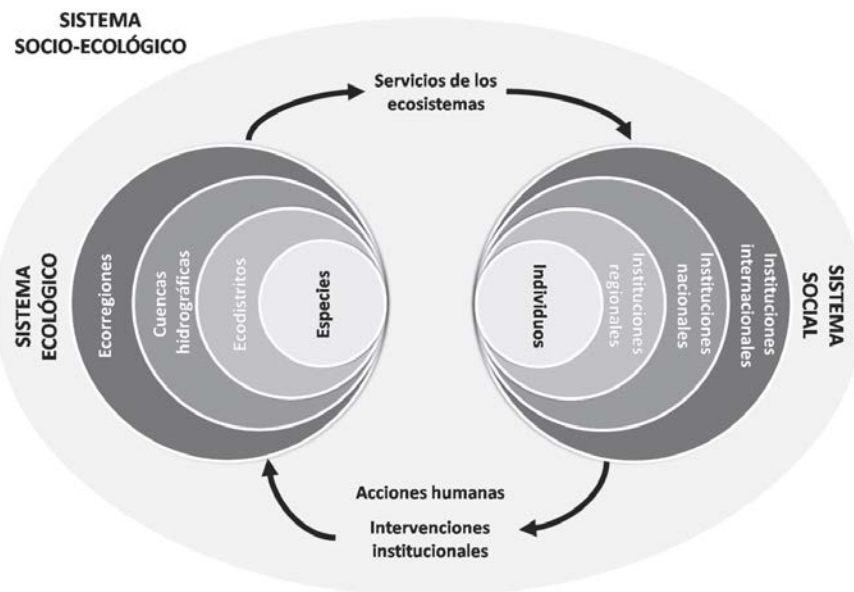


Figura 10. Diagrama conceptual de los elementos que componen un socio-ecosistema vinculados a SE, Fuente: tomado de Martín-López et al., (2009: 231).

Cabe mencionar que, no existe ningún marco de SES pensado para analizar el PSA, probablemente por lo reciente del marco y que recién se comienza a conocer su potencial para el estudio de PPSA.

1.4.3 Estudio de caso de la evaluación integral de los efectos de PSA con indicadores

La unidad de análisis para este estudio, es decir lo que definiría a escala local el territorio es el *socio-ecosistema* forestal a escala local. Para el entendimiento requerido para la evaluación integral del PSA como un instrumento de Política Pública Ambiental efectiva, es necesario delimitar el marco analítico del SES permita tener un panorama del funcionamiento y efectos del PSA a escala local de una manera integrada y no, fragmentaria o disciplinaria como se ha visto anteriormente en los estudios sobre PSA.

La selección de variables de SES asociables a los indicadores propuestos, tiene origen en el proyecto de Problemas Nacionales (CONACYT de 246947) denominado “Análisis socio-ecológico de las consecuencias de la implementación de programas de conservación forestal en el contexto peri-urbano y rural” (responsable técnica: Dra. M. Perevochtchikova, CEDUA- COLMEX). Y cuyo objetivo fue analizar las consecuencias de la aplicación de los programas de conservación forestal en el contexto peri-urbano y rural, con el fin de comparar sus efectos y desarrollar una metodología de análisis de sustentabilidad de SES que permita mejorar los instrumentos de PPA mexicana; para dos estudios de caso (análisis a escala local) con una importante participación en programas de conservación como el PSA pero en contextos distintos (rural y periurbano). Así, se realizó un taller de expertos (en el marco de dicho proyecto de Problemas Nacionales) para definir las variables del

marco SES para el estudio de los efectos del PSA (y otros programas de conservación) en el contexto mexicano; y el resultado es un diagrama que muestra las variables aplicables. El Taller tuvo como objetivo central discutir y proponer la selección de variables del SES como forma de operacionalización de socio-ecosistemas forestales en México y la determinación de la influencia del contexto en el éxito del programa federal del PSA. El taller fue desarrollado de forma inter- e trans-disciplinaria, con la participación de un equipo conformado por académicos provenientes de distintos campos del conocimiento e instituciones, funcionarios de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Procuraduría Ambiental del Ordenamiento Territorial (PAOT), y dos comunidades ubicadas en el Estado de Oaxaca y la Ciudad de México. El conjunto de variables que fueron identificados en las discusiones del Taller (Figura 11) y donde posteriormente, los indicadores propuestos pudieron ligarse a una variables o más con base en McGinnis & Ostrom, (2014); Ostrom (2009); Laterra *et al.*, (2015); Reyers *et al.*, (2013); Martín-López *et al.*, (2009).

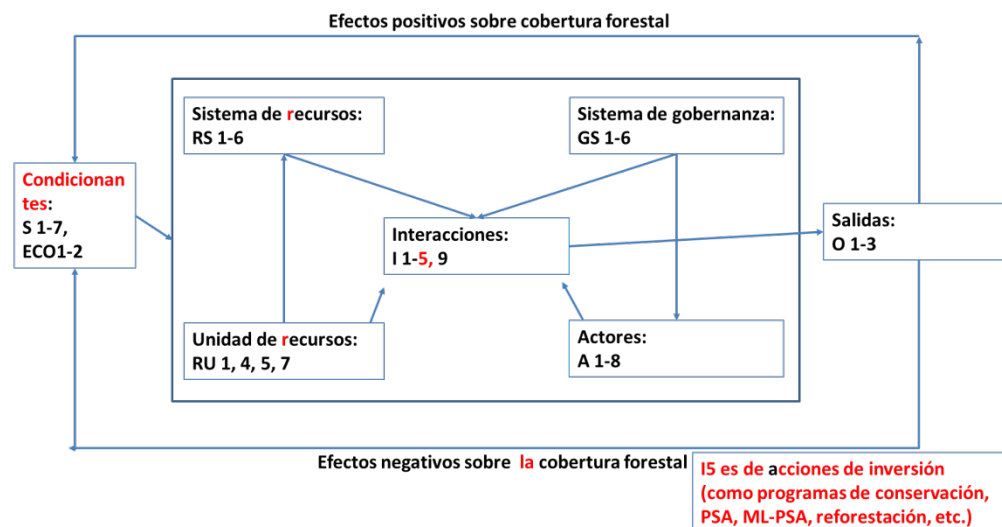


Figura 11. Marco analítico de SES aplicable a la evaluación de efectos socio- ambientales del PSA en México. Fuente: Elaboración en el Taller de expertos del Proyecto de PN (2017).

Dentro de los resultados del taller de expertos, de las variables se eligieron y posteriormente se depuraron a partir de las variables que mayor de votación tuvieron, las variables de segundo nivel correspondientes en la Figura 12, que fueron seleccionadas en el Taller de expertos se desglosan a continuación (Figura 12):

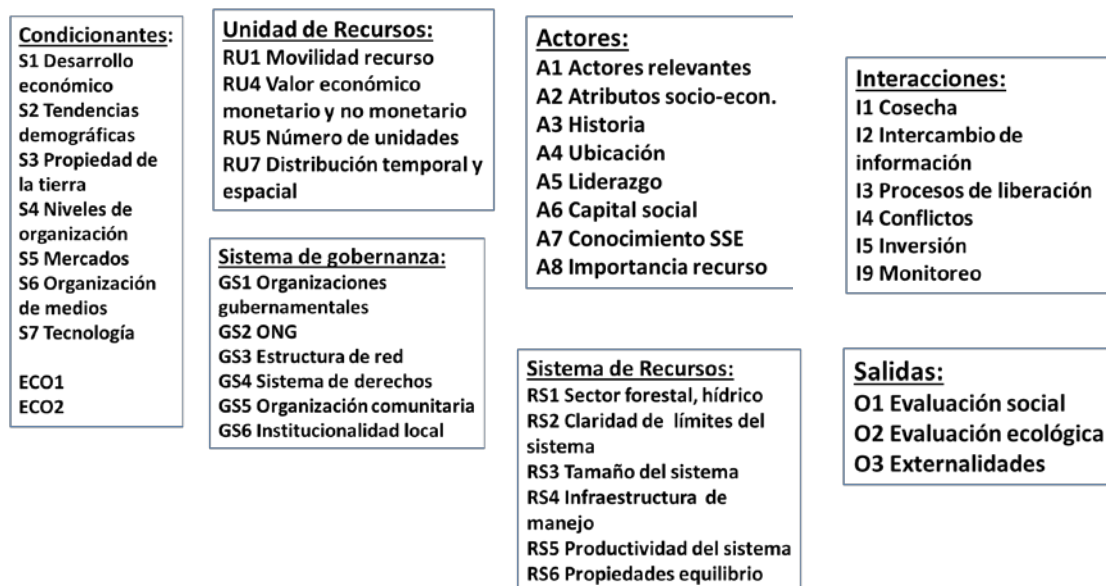


Figura 12. Variables de SES aplicable a la evaluación de efectos socio- ambientales del PSA en México. Fuente: Elaboración en el Taller de expertos del Proyecto de PN (2017).

Como se ha mencionado en recientes discusiones por algunos autores (Hinkel *et al.*, 2014; Anderies *et al.*, 2004; Hanspach *et al.*, 2014) el problema con el marco de SES como marco teórico de análisis de los problemas contemporáneos socio- ambientales está en relación a la operalización¹⁴ de las variables. La propuesta metodológica de evaluación integral con indicadores para el PSA que presenta del presente trabajo busca: primero, operacionalizar las variables de SES propuestas por McGinis & Ostrom (2014) y seleccionadas por los expertos por medio indicadores y; segundo, desarrollarlo para el estudio de caso.

En los socio-ecosistemas, son identificables de manera cualitativa y cuantitativa todos sus elementos, procesos, dinámicas, límites, interacciones, etc., a varias escalas simultáneas como tiempo y espacio (Messier *et al.*, 2014). Con la definición de variables en tres niveles de desglose dentro del marco analítico de SES, y así pueden vincularse a los indicadores propuestos a manera de variables de tercer nivel, es decir, como el nivel más fino donde pueden evaluarse, ya sea de forma cuantitativa o cualitativamente.

Observaciones finales

La reflexión presentada en esta revisión teórico-conceptual indica visibles incompatibilidades entre los abordajes de estudios de SE y SA desde las ciencias naturales y sociales, que están permeando el tema hasta la actualidad y también la evaluación de las PPA, impidiendo así la aplicación de los

¹⁴ La operacionalización es el proceso que consiste en definir estricta y claramente variables en factores medibles; el proceso define conceptos difusos y les permite ser medidos empírica y cuantitativamente (Reguant & Martínez- Olmo, 2014).

enfoques integrales tan anhelados desde la evolución de paradigmas del conocimiento. Por otro lado, el PSA tiene su historia y desarrollo claramente trazado desde la visión económica y de las políticas públicas de conservación, sin prestar la atención a otros aspectos vinculados (socio-ecológicos), ni sobre la complejidad que esto implica dentro de los territorios donde se implementan los programas. Ha sido fundamental para el presente trabajo hacer la revisión del marco conceptual desde el punto de vista histórico y del análisis de los enfoques por medio de los cuales se han estudiado, lo que permitió identificar los puntos de coincidencia, divergencia, los vacíos, las tendencias y los retos pendientes dentro del campo de SE, SA y PSA.

El delimitar el marco conceptual presentó un desafío para los términos de la evaluación de los efectos de un instrumento de política pública, como el programa de PSA, ya que existen diferentes marcos, que, aunque parecieran abundantes, desde la perspectiva de integralidad no lo resultan. La selección del marco analítico de Socio-ecosistemas (SES), que incorpora elementos de análisis y hasta desglose de variables, se realizó considerando una diversidad de variables sociales, económicas y ecológicas, y sus interacciones presenten en territorios forestales que proveen diversos servicios ecosistémicos. El SES responde a dichas premisas, además de estar vinculado al estudio de PPA por su origen en el Análisis de Desarrollo Institucional y tener la flexibilidad para la selección de las variables según el objetivo de análisis en que se ocupe.

Los indicadores ecológicos, sociales y económicos que se proponen en este trabajo sirven como una forma de operacIALIZACIÓN de las variables de segundo y tercer nivel del marco analítico de SES, que delimitan la evaluación integral del PSA como un instrumento de política pública ambiental (PPA) para su mejora. El proceso de evaluación de efectos de PPA es una parte indispensable del ciclo de diseño y seguimiento de la política, que permite evaluar los cambios originados a partir de implementación de diversos instrumentos, y se presta para la elaboración de recomendaciones para su adecuación.

En este caso, los indicadores son una excelente alternativa para la evaluación de políticas públicas no sólo en términos de eficiencia, sino también de medición directa (cuanti- o cuali-) de sus efectos (o impactos). El programa de PSA ha sido evaluado administrativamente por varias instituciones, e incluso académicamente a escala nacional en 2012 por la UNAM; sin embargo, no hay propuestas de indicadores para la evaluación de los efectos de PSA a escala local donde se presenta la mayor heterogeneidad de escenarios para su desarrollo.

Parece pertinente preguntar ¿Qué vincula la determinación de indicadores para la evaluación del PSA con el marco de SES? El marco analítico de SES provee una serie de variables en diferentes niveles de profundización o especificación, interrelacionadas entre sí en cuatro bloques (unidad de recursos, sistema de recursos, actores e instituciones), además de otros, como contexto, entradas, salidas e interacciones, que permite llegar a establecer indicadores para la evaluación de la política en sus etapas, como un ciclo. Estas características son necesarias para realizar evaluaciones de PPA viables, con miras a determinar cuáles de sus efectos son determinables y que pueden ser medidos de manera más óptima, especialmente considerando la compleja problemática socio-ambiental actual y la gran inversión de recursos de todo tipo que cada política significa.

CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PSA CON INDICADORES SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Para complementar el marco teórico y en vías de describir el marco teórico en este apartado inicial se discuten dos definiciones fundamentales: evaluación y evaluaciones ambientales. El término *Evaluación*¹⁵ proviene del verbo evaluar, que se entiende como la acción de señalar, estimar o apreciar el valor de algo, a través de la determinación sistemática de dicho mérito, valor y significado en función de criterios respecto a un conjunto de normas. Este concepto para algunos aparece en el siglo XIX con el proceso de industrialización en Estados Unidos, mientras para otros autores la concepción comienza con el juicio de valor a las acciones y actitudes de la sociedad (André *et al.*, 2004).

De manera general, la *Evaluación Ambiental* (EA) es la actividad administrativo-jurídico-científico-técnica que asegura, que las actividades antrópicas se desarrollen bajo las consideraciones sustentables y que toda consecuencia ambiental sea reconocida dentro del sistema ambiental, e idealmente a partir de un análisis holístico de la situación. Así, las EA ayudan a evitar costos y daños acumulativos por problemas no anticipados al permitir ponderar las oportunidades de mejoramiento en la calidad y equilibrio de un sistema ambiental en función del factor antrópico que afecta de manera positiva o negativamente, de manera directa (Banco Mundial, 1994). Las EA comprenden una serie de procesos que ayudan a incorporar el ambiente en la planeación de las operaciones y proyectos, programas y políticas, donde se evalúan y documentan las posibilidades, capacidades y funciones de los sistemas naturales y humanos en orden de facilitar el DS vía el proceso de toma de decisión, al pronosticar y manejar los impactos de las propuestas del desarrollo (André *et al.*, 2004).

Las EA también proporcionan un mecanismo formal para la coordinación interinstitucional, y para tratar las afectaciones sociales, las preocupaciones de los grupos afectados y organizaciones no gubernamentales locales; además, pueden desempeñar un papel central en el fortalecimiento de la capacidad ambiental del país. De este modo, el proceso que se lleva a cabo en una EA permite identificar las potencialidades del país no sólo en términos ecológicos, sino también en relación a la capacidad de transformación que tienen las mismas comunidades o grupos humanos (Banco Mundial, 1994). Razón por la cual se pueden (o deben) vincular de manera directa con las políticas públicas pero en el caso de las PPA mexicanas que se encuentran vinculadas al desarrollo sustentable, no son aplicables las evaluaciones ambientales, sino debe considerarse evaluaciones de PPA que involucren las tres dimensiones del DS: social, económico y ecológico. Existe un vínculo entre las EA y las políticas públicas, principalmente cuando las políticas tienen propósitos de manejo y conservación de los ecosistemas como se describe a continuación.

¹⁵ Real Academia de la Lengua Española, consultado el 06 de abril de 2014.

Políticas Públicas Ambientales (PPA) y sus evaluaciones

Las Políticas Públicas se definen como un conjunto (secuencia, sistema, ciclo) de acciones, estructuradas en modo intencional y causal para concretar el denominado *Marco Programático*, son el total aplicable de instrumentos jurídicos, administrativos, técnico-científicos, económicos y sociales, en tanto se orientan a realizar objetivos considerados de valor para la sociedad o a resolver problemas cuya solución es considerada de interés o beneficio público (Aguilar, 2008; Gutiérrez, 2011; Ímaz *et al.*, 2011). Son definidas por la interlocución entre el gobierno (autoridades públicas legítimas) y sectores de la ciudadanía, para ser ejecutadas por actores gubernamentales en asociación con actores sociales y, crean un patrón de comportamiento conjunto (Aguilar 2008; Gutiérrez, 2011; Ímaz, 2011). Cuando dichas acciones tienen como objetivo la conservación, gestión y/o valoración de la naturaleza y sus componentes se considera una *Política Pública Ambiental* (PPA) (Guevara, 2005; Ímaz *et al.*, 2011).

Todas las políticas públicas incluidas las ambientales, responden a las dinámicas de un ciclo de desarrollo que se refiere a un proceso ordenado de implementación, subdividido en secuencias lógicas llamadas fases, reflejadas a través de la incorporación y documentación de impactos y efectos producidos (Díaz, 1998); dichas cuatro fases son (Díaz, 1998; Lahera, 2002; Feinstein, 2007; Gutiérrez, 2011) (presentadas también en la Figura 13):

- i) *Diseño*- Es la fase inicial que se crea a partir de la definición de un problema y/o la delimitación de una agenda de trabajo; donde se generan un conjunto de decisiones prioritarias para la toma de decisión y la actuación del poder público, donde el marco legal correspondiente es el referente central. Dicho conjunto de decisiones priorizadas es la base para la formulación del instrumento de la política, considerando las alternativas de intervención que se adoptarán como acciones argumentadas y bien documentadas;
- ii) *Implementación*- Es la etapa referente a la realización o materialización de la estrategia fundamental de la PPA por medio del marco programático, que puede contener uno o muchos programas independientes y/o articulados que realizan acciones precisas;
- iii) *Evaluación*- Es la fase donde se identifica si las políticas a través de su implementación y acciones generan efectos esperados, además se comprueba la eficiencia y eficacia de las acciones gubernamentales para la resolución de las problemáticas previamente determinadas y; se analiza la coherencia jurídica, institucional y programática, posibilitando el mejor uso de los recursos públicos desde la rendición de cuentas sobre los resultados alcanzados;
- iv) *Re-diseño y adecuación*- Es la fase donde los aspectos puntuales que revela la evaluación dictan las modificaciones que debe sufrir la política porque se ha identificado donde están las ventanas de oportunidad de éxito, las limitaciones y las fallas; e incluso pueden justificar la existencia o desaparición de una PPA por evidenciar su impacto real.

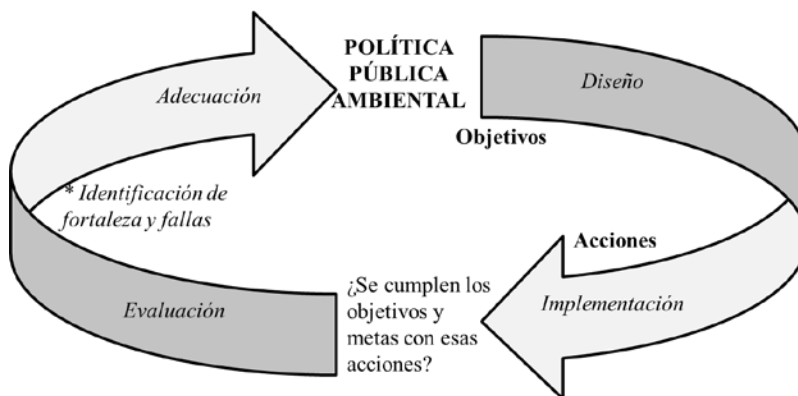


Figura 13. Ciclo de las Políticas Públicas. Fuente: Adaptado de Díaz (1998:9).

Nioche (1982) comenta que: la acción pública implica por naturaleza, mecanismos de evaluación y así, poder apreciar sus efectos. Los principales motivos de las evaluaciones de PPA¹⁶ son:

- i) identificar las acciones que tendrán efectos en la ocurrencia de determinadas situaciones sociales, en relación a su valor público, y solución de problemas de gestión pública;
- ii) producir y validar conceptos, hipótesis, modelos, métodos que sustenten las decisiones que toman los gobiernos para cumplir sus funciones;
- iii) mejorar la calidad de la decisión pública de los gobiernos en términos institucionales y técnicos, a través de las acciones eficientes con los resultados esperados, y compatibles con los imperativos legales del estado;
- iv) articular las normas axiológicas con las normas técnicas, donde la legalidad vigente se convierte en un factor obstaculizador de acciones gubernamentales socialmente productivas, que resuelvan los problemas públicos y generen el valor deseado y;
- v) definir con precisión las realidades empíricas específicas que constituyen la situación social deseada, establecida como objetivo de la acción del gobierno y también, con base en información, razonamiento y cálculo de las acciones que se consideran idóneas para lograr los objetivos (Aguilar, 2008).

Lo más relevante de las evaluaciones de las PPA y de manera óptima es que “se reconocen como un proceso de aprendizaje colectivo para tener la capacidad de resolver problemas, influyendo de manera decisoria en la formulación y legitimación de la agenda a través de un proceso de interlocución y comunicación entre sociedad y gobierno” (Vázquez, 2002: 14-16); lo cual debiera realizarse a partir del papel fundamental de la ciencia y la evaluación como una actividad constante que permite realmente aprender de la experiencia *ex post*, es decir posterior a la implementación de la política (Feinstein, 2007). En términos ambientales, la mejor forma de entender el estado real de los ecosistemas y cualquier modificación que éste sufra, junto con sus componentes vitales, es evaluar la situación ambiental (Gibson *et al.*, 2005).

¹⁶ Lo cual conforma en sí mismo una disciplina científica (Nioche, 1982).

Las políticas públicas en general, ambientales o no, deben conducir al logro de objetivos establecidos por los países, estados, municipios, e incluso a escala internacional, así como su consolidación en metas conmensurables; todo esto en procesos de planeación y gestión pública adjudicados por ley, ejecutados por las instituciones responsables a través de planes y programas que constituyen estrategias de gobierno que poseen instrumentos de gestión particulares (Gil, 2007). En México los instrumentos de gestión de política ambiental están determinados por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual enumera los instrumentos de gestión, que son: el Ordenamiento Ecológico Territorial, la Evaluación de Impacto Ambiental, la Normatividad Ambiental, los Instrumentos Económicos, la Investigación y Capacitación Ambiental y el Sistema Nacional de Información Ambiental, según Gil (2007).

Los instrumentos económicos para la conservación y gestión ambiental en México son: la depreciación acelerada, el arancel cero, los derechos de descarga de aguas residuales, el derecho por el goce o aprovechamiento no extractivo de elementos naturales y escénicos que se realiza dentro de las Áreas Naturales Protegidas terrestre y el derecho por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales. Dichos instrumentos económicos son considerados de uso limitado en el país y de aplicación restringida, porque representa dificultades de diseño y operación (Gil, 2007). En este caso, el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos inició en 2003 en México, cuyo objetivo ha sido la promoción de un mercado de servicios ecosistémicos en el mediano plazo, donde las compensaciones cubran el costo de oportunidad del uso de las tierras de vocación forestal y generen una forma de subsistencia social, evitando la reducción de la masa forestal, el cambio de uso de suelo por la agricultura, la ganadería o la expansión urbana (Gil, 2007).

El PSA es aplicado como uno de los instrumentos de la Política Pública Ambiental ligada a los Desarrollo Sustentable (DS) para la conservación ambiental y reducción de pobreza. La problemática se delimita por: i) la necesidad inherente de evaluar y re-diseñar las políticas públicas, lo cual se ha realizado someramente desde una perspectiva administrativa; ii) el avance y consolidación del DS implica su autoevaluación como mecanismo crítico y de consolidación; iii) la evaluaciones de PSA, realizadas por la academia, han sido muy recientes, disciplinarias, no incluidas a la mejora del programa y visibilizan la falta de visiones integrales en su evaluación.

2.1 Evaluaciones de programas Pago por Servicios Ambientales (PSA)

En el caso de los programas de PSA en la escala internacional, así como nacional, existen evaluaciones desde la academia y las instituciones gubernamentales (en ocasiones en asociación con la academia); las cuales se revisaron para documentar la falta de una evaluación integral de PSA y, para proponer una nueva forma de evaluación integral. Todas las evaluaciones revisadas fueron de PSA en modalidad Hidrológico a escala internacional, regional y nacional (evaluaciones académicas) y nacional (evaluaciones gubernamentales), con el propósito de acotar el análisis.

2.1.1 Evaluaciones institucionales de PSA

Desde su aparición, el PSA ha tenido quince evaluaciones institucionales realizadas de 2003 a 2015, las cuales corresponden a la evaluación del Programa Federal, cuando el Programa Federal se denominaba *ProÁrbol* (ambos programas el Federal y después conocido como ProÁrbol, incluían PSA y sus modalidades, CABSAs y PSAH), evaluaciones específicamente de CABSAs y de PSAH. Fueron realizadas doce evaluaciones por instituciones académicas nacionales (Colegio de Postgraduados- COLPOS, Universidad de Chapingo, Centro de Investigación y Docencia Económicas A. C.- CIDE, Programa Universitario de Medio Ambiente de la Universidad Nacional Autónoma de México- PUMA, UNAM e Instituto Tecnológico Autónomo de México- ITAM) y dos evaluaciones a cargo de instituciones académicas internacionales (Berkeley University, Duke University, Amherst College y Wisconsin University). Además, se realizó con dos evaluaciones nacionales con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social- CONEVAL (Figura 14). Las evaluaciones institucionales son ganadas en una convocatoria pública realizada por la CONAFOR o solicitadas por la misma autoridad forestal responsable del programa, en ambos casos para el cumplimiento de las etapas III y IV del ciclo del PPA (Figura 14).

De las evaluaciones institucionales se puede observar sus coincidencias y diferencias en términos de:

- i) *Objetivos*: donde coinciden en realizar evaluaciones de gestión e identificación de impactos, y en menor medida para el desarrollo de esquemas de monitoreo o de indicadores;
- ii) *Metodologías*: hay coincidencia en el uso de encuestas, entrevistas, documentos oficiales de la CONAFOR, aplicación de análisis costo-beneficio y evaluaciones precedentes en marcos metodológicos de técnicas combinadas, con uso de SIG e indicadores administrativos y evaluaciones de impacto muy generales;
- iii) *Aplicación de indicadores*: las coincidencias se encuentran en la utilización de indicadores de gestión (cumplimiento de metas, uso del presupuesto, satisfacción de los beneficiarios, diseño y operación del programa) y diferencialmente para las evaluaciones de impactos o efectos (deforestación, marginalidad, empleo);
- iv) *Resultados y recomendaciones*, son positivos y a favor del PSA, a excepción de una evaluación (Alix- García *et al.*, 2005). A pesar de todas las irregularidades y omisiones que ellos mismos documentan, hay un serie de coincidencias sobre el pago bajo, la falta de mercados, la satisfacción de los beneficiarios, etc., tanto en resultados como en recomendaciones; pero también se encuentran contradicciones, especialmente de resultados de una evaluación de un año a otro (COLPOS, 2003, 2004, 2005, 2007; Alix- García *et al.*, 2005, 2012; Chapingo, 2005, 2006, 2009, 2011; CONEVAL, 2009, 2010; PUMA/ UNAM, 2010, 2012; ITAM, 2011; *Saldaña, 2013, 2014). A continuación se presenta una cronología y análisis general sobre las metodologías (una base para éste trabajo como sustento de la propuesta de indicadores) de las evaluaciones institucionales de PSA existentes (Figura 14).

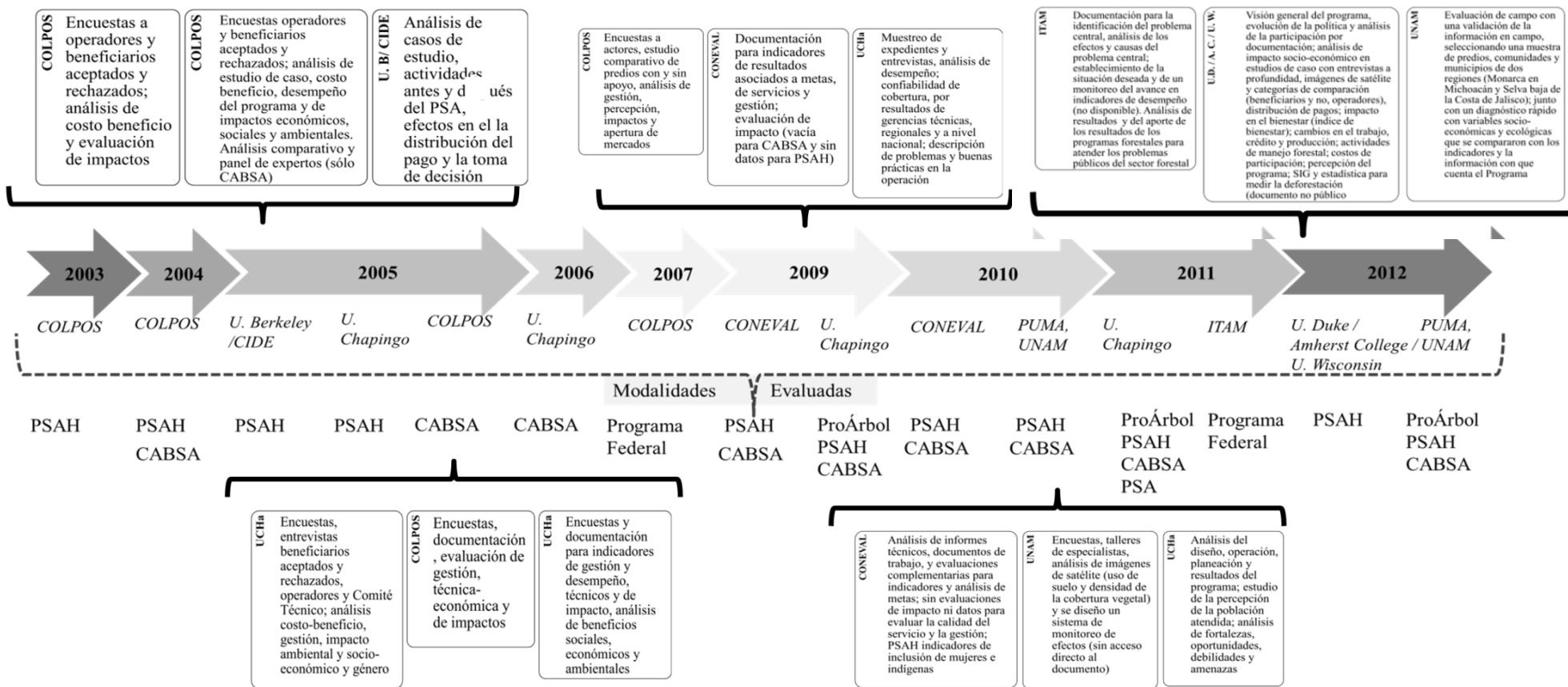


Figura 14. Evaluaciones institucionales de PSA 2003- 2015. Fuente: elaboración propia con base en COLPOS (2003, 2004, 2005, 2007); Alix-García et al., (2005, 2012); Chapingo (2006, 2006, 2011); CONEVAL (2009, 2010); PUMA/ UNAM (2013); ITAM (2011); *Saldaña (2013).

En la figura anterior puede observarse las modalidades de PSA evaluadas (PSAH y CABSA) por solicitud gubernamental a las instituciones académicas nacionales (COLPOS, Chapingo, CIDE, CONEVAL y UNAM) e internacionales (Berkeley) dentro del periodo a 2012. También se observa en la figura que el año con mayor número de evaluaciones fue 2005 con tres, y de 2010 a 2012 cada año tuvo dos evaluaciones. Sin embargo, no todas las recomendaciones y hallazgos de las evaluaciones se incorporan al PSA (Perevochtchikova & Rojo, 2014).

Las metodologías identificadas para las evaluaciones de PSAH fueron en su mayoría evaluación de impactos, encuestas, análisis de estudios de caso, análisis costo- beneficio y de la percepción e indicadores de gestión y desempeño; en menor medida SIG, comparación de predios, estudio de apertura de mercados, análisis de causa- efecto, documentación de la problemática y aplicación del índice de bienestar. Mientras para PSA- CABSA presenta un mayor número de metodologías como encuestas, evaluación de impactos, análisis de la gestión e indicadores de gestión y en menor número entrevistas, taller con expertos, análisis costo- beneficio, documentación, estudio de la percepción, SIG, análisis de los informes técnicos y evaluación FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).

Cabe mencionar que hay evaluaciones institucionales que no están reportadas ni fueron facilitadas por la CONAFOR, son las correspondientes a 2005 por el trabajo conjunto del INE, la Universidad Iberoamericana y el CIDE y; hay otra en 2010 realizada por Programa Universitario del Medio Ambiente UNAM. La primera no pudo ser incluida en el cronograma de las Figura 14 y 15, por falta de datos, ya que no hay disponible ningún informe o documento oficial y sólo se sabe de su existencia por lo mencionado en el artículo de Muñoz *et al.*, (2005), como mediciones de la efectividad del PSAH en México para los primeros dos años, en términos de mejora económica y de la reducción de la tasa de deforestación. Sus resultados concluyen que: i) los pagos son homogéneos mientras los servicios en los bosques y su demanda no; ii) hay problemas desde la elegibilidad del programa, ya que no están focalizados a las áreas que realmente los necesitan y; iii) aun así, se reporta que si se reduce la deforestación.

Para las evaluaciones institucionales realizadas en México y encargadas a la academia, exclusivamente para PSAH se encontraron las mismas tendencias que para el conjunto completo de evaluaciones institucionales. No obstante, se hizo mayor hincapié en los efectos sociales, económicos y ambientales (denominados como impactos) documentados (Figura 16). Aunque hay pocos impactos documentados, estos se consideran mayormente. Se debe mencionar que la evaluación de Chapingo para 2009 no detecta impactos; las evaluaciones de CONEVAL (2009, 2010) justifican la ausencia de impactos en su documento por falta de información de parte de la CONAFOR; y no fue posible consultar la evaluación del Programa Universitario de Medio Ambiente- PUMA/ UNAM (2010), porque los datos e informes no son públicos. Igualmente, se destaca la mención en algunas evaluaciones sobre los sistemas de indicadores, monitoreo, evaluación y transparencia con las que cuenta la CONAFOR (COLPOS, 2003, 2004, 2007; ITAM, 2011), u otros instrumentos, por ejemplo la Matriz de Resultados (MIR) o el Sistema de Información (SIGA) (CONEVAL, 2009, 2010). Los cuales no han sido proporcionados por la institución y hay versiones contradictorias sobre su existencia (Perevochtchikova & Rojo, 2014).

Especialmente, la evaluación realizada por el PUMA denominada “*Evaluación de los efectos socio-ambientales de la categoría B.2 Servicios ambientales del Programa ProÁrbol durante el periodo 2008-2012*” tuvo como objetivos no sólo evaluar el desempeño del PSAH y el CABSA y proponer medidas para el mejoramiento de su funcionamiento, sino también, aportar elementos para el diseño de un sistema de monitoreo que supervise el desarrollo del programa, en este caso indicadores, lineamientos y criterios que permitan optimizar futuros ejercicios de evaluación del PSA (PUMA/ UNAM, 2012; Almeida *et al.*, 2014).

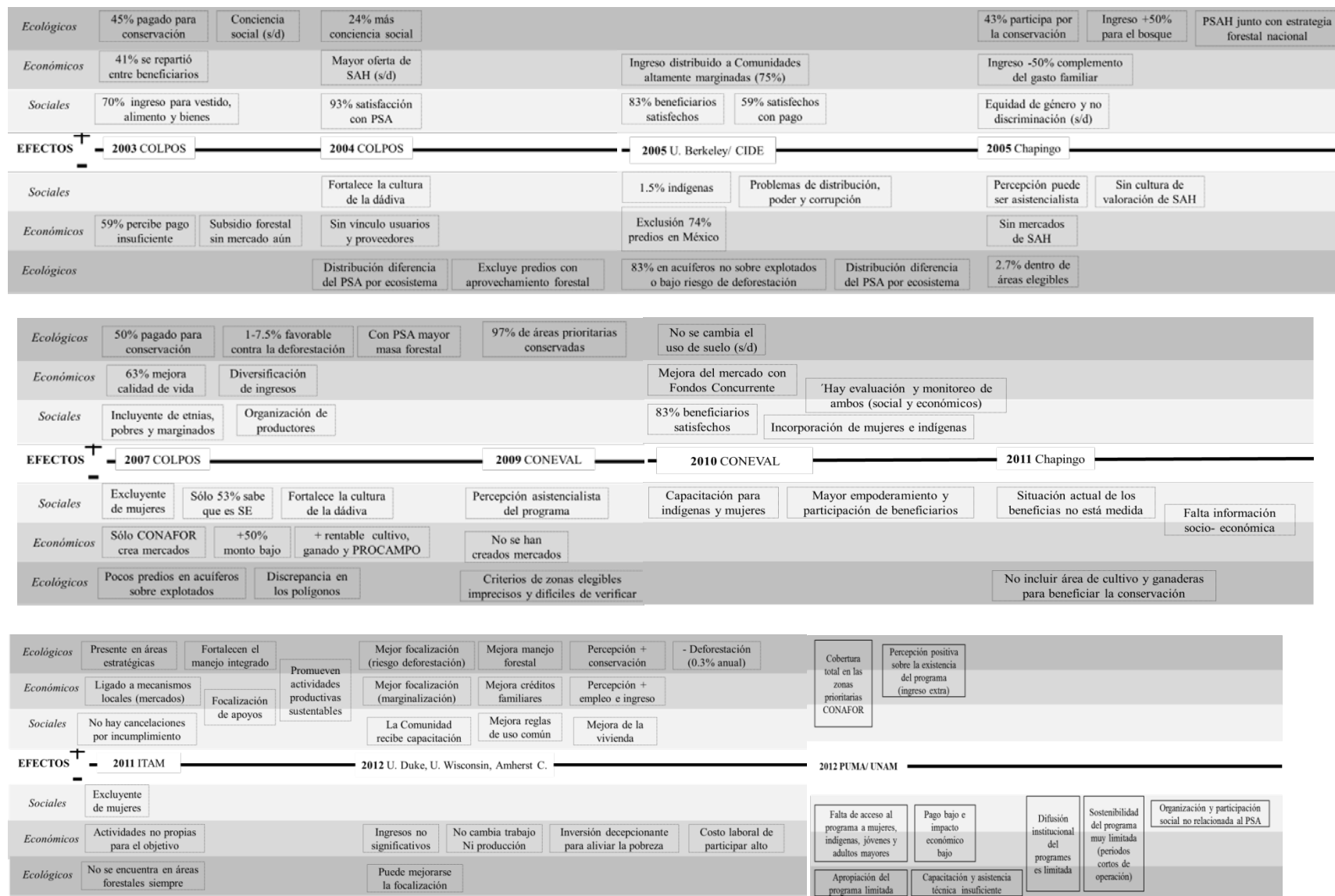


Figura 15. Cronograma de las evaluaciones institucionales realizada a PSAH en México y los efectos reportado. Fuente: Elaboración propia con base en COLPOS (2003, 2004, 2007); Alix- García et al., (2005, 2012); Chapingo (2005, 2009, 2011); CONEVAL (2009, 2010); ITAM (2011).

Las evaluaciones institucionales encargadas a la academia tienen muy pocas coincidencias en los efectos evaluados, y no son coincidencias que se encuentren en todas las evaluaciones, las coincidencias están en máximo cuatro evaluaciones y son para los efectos positivos: i) *Ecológicos*- se atienden áreas prioritarias, se reduce la deforestación, fortalece el manejo y se paga por la conservación; ii) *Económicos*- mejora la calidad de vida y; iii) *Sociales*- hay satisfacción con el programa de parte de los participantes. En cuanto a los efectos negativos donde hay coincidencias entre las evaluaciones, éstos son: i) *Ecológicos*- no siempre se ubican los polígonos del programa en sitios forestales ni en sitios prioritarios por la sobre explotación de acuíferos; ii) *Económicos*- el pago es insuficiente, más que un subsidio se vuelve un vicio o dádiva y no hay creación de mercado o queda limitado a la CONAFOR y; iii) *Sociales*- no hay inclusión de mujeres, indígenas y adultos mayores y falta capacitación.

Los efectos positivos que reportan dichas evaluaciones donde no hay coincidencias son: i) *Ecológicos*- las áreas prioritarias están siendo conservadas, no hay cambios de uso de suelo y se crea conciencia ambiental; ii) *Económicos*- mayor oferta de SE, repartición de beneficios entre participantes, es inclusivo (mujeres, indígenas, etc.), promueve la diversificación de ingresos, se vinculan las comunidades a los mercados, hay evaluación y monitoreo, promueve las actividades productivas sustentables y mejora los créditos familiares y; iii) *Sociales*- es un ingreso que atiende necesidades familiares, permite la organización de productores, incorpora mujeres e indígenas, focaliza los apoyos, no hay sanciones por incumplimiento, hay capacitación y mejora las reglas de uso. En cuanto a los efectos negativos reportados donde tampoco hay coincidencias: i) *Ecológicos*- criterios del programa poco verificables, distribución diferencia de los recursos, no se eligen sitios con aprovechamiento forestal, no hay pagos diferenciados por tipo de ecosistema, hay discrepancia de polígonos y aprovechamiento limitado; ii) *Económicos*- sin vínculo entre usuarios y proveedores, actividades no apropiadas para el objetivo, no hay mejoras en el trabajo ni la productividad, no alivia la pobreza, es minoritaria su presencia en los sitios prioritarios, el costo de participar es alto (como trabajo) y son más rentables otras actividades económicas y; iii) *Sociales*- mala distribución del recurso, poco conocido por los pobladores, poco empoderamiento de los beneficiarios, sin cultura de la valoración, sin datos sociales como referente de la mejora, la organización y la participación no están asociadas al PSA. Como puede observarse, desafortunadamente las evaluaciones muestran efectos muy distintos, probablemente por los objetivos y metodologías distintas que cada uno presenta, además de las modificaciones que el programa sufre en el transcurso de esos años; la aplicación de un sistema de indicadores para la evaluación de efectos del PSA puede reducir estas heterogeneidades en las evaluaciones para permitir su análisis más homogéneo en categorías y en términos temporales.

En relación al tema de indicadores, en la evaluación del PUMA/UNAM (2012) se trabajaron dos tipos de indicadores: los indirectos (de gestión¹⁷), propuestos por la CONAFOR con los datos proporcionados por la misma; y directos, son una serie de indicadores (relaciones causales uni o

¹⁷Atención a la demanda de población indígena, atención a la demanda factible en superficie, atención a municipios con mayoría indígena, atención a la demanda, atención a la población de la tercera edad, eficiencia del plazo del primer pago, atención a la demanda de mujeres, atención a municipios prioritarios de SEDESOL, atención a población con capacidades diferentes, atención a la demanda de acuerdo con la viabilidad, aplicación de áreas prioritarias, atención a la demanda a la población joven y atención a los municipios de la estrategia de 100 X 100 (Almeida *et al.*, 2014).

bidireccionales) de impacto social, económico y ambiental¹⁸, basados en las propuestas del PUEC-GDF (2008) y Von Bertalanffy (1968) y medidos en campo (encuestas y verificación de uso de suelo y cobertura vegetal) y con capas de SIG (Almeida *et al.*, 2014). Los resultados muestran que en los indicadores indirectos tienen las cifras más altas (impacto positivo) para la cobertura en zonas prioritarias de CONAFOR (99.6%) y en zonas prioritarias para SEDESOL (46.5%); mientras el resto de los indicadores se ubican entre un rango de 26.9% a 13.7%, lo cual implica una baja cobertura ante la demanda del programa en términos de solicitudes atendidas y de superficie, así como un bajo acceso al programa para población indígena, mujeres, jóvenes y grupos de la tercera edad (Almeida *et al.*, 2014). Los indicadores directos muestran que la participación en el programa es por la existencia de un beneficio directo y de corto alcance, la apropiación del programa es limitada por la compresión incompleta de su funcionamiento por parte de los beneficiarios, la capacitación y asistencia técnica es insuficiente, la difusión institucional del programa es limitada, la participación no es equitativa para mujeres, jóvenes, indígenas y adultos de la tercera edad, el bienestar e impacto económico es percibido como positivo a pesar del bajo pago y el impacto económico medido es también bajo, la sostenibilidad del programa es muy limitada por los periodos en los que se da el apoyo y, la organización y participación social no está relacionada a la participación del programa (Almeida *et al.*, 2014).

Finalmente, para este apartado, es importante mencionar que existen otras evaluaciones institucionales de PSA internacionales (en las cuales se incluye México), entre ellas una presentada por la organización Unisféra International Center como informe para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 2004)¹⁹, dentro de su programa Medio Ambiente, Economía y Comercio y para el estudio del PSA en el hemisferio occidental (UCI & CCA, 2004). Donde concluyen que, aunque el PSA es un instrumento innovador y nuevo, es prematuro tratar de evaluar la efectividad y eficiencia de los esquemas, e identificar las lecciones y prácticas idóneas derivadas. Sin embargo, las observaciones preliminares proponen que: i) son esquemas adaptables, coexisten con diversidad de modelos de mercado y ubicaciones; ii) pueden no constituir el instrumento óptimo en términos de costos de oportunidad para todas las circunstancias, su éxito depende en buena medida de las condiciones previas; iii) funcionan con presencia de servicios ecosistémicos identificados, beneficiarios organizados y derechos de propiedad definidos; iv) aún es caro para los mercados participar, dependen de fuentes externas de financiamiento; v) no hay diversificación de ingreso ni certificación que incentive y; deben estar diseñados y aplicarse con la perspectiva de disminuir las tensiones entre los objetivos excluyentes. A pesar de ello, para la escala de evaluación que utilizan no hay detalles sobre los efectos socio-económicos y ambientales del programa de PSA (UCI & CCA, 2004).

¹⁸Capacitación y asistencia técnica, organización y participación social, difusión institucional, sostenibilidad del programa, apropiación del programa, calidad del agua, participación PSA, monitoreo institucional, bienestar e impacto económico, equidad y organización ligada a la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (Almeida *et al.*, 2014).

¹⁹“Mecanismos de mercado para el secuestro de carbono, la eficiencia energética y la energía renovable en América del Norte: ¿cuáles son las opciones?” en 2003 y, “Hacia un comercio más verde en América del Norte: Café de sombra, palma sustentable y energía renovable” en 2004 (UCI & CCA, 2004).

2.1.2 Evaluaciones académicas de PSA

Existe una variedad de estudios en el tema de evaluaciones de PSA analizadas desde la academia, las cuales son abordadas desde una gran cantidad de enfoques, disciplinas, métodos y técnicas en relación a los diferentes tipos de SE (hidrológicos, de biodiversidad, captura de carbono, etc.) como han documentado Fisher *et al.* (2009) o Perevochtchikova & Oggioni (2014). Para el desarrollo del presente trabajo se revisaron las evaluaciones académicas para el PSAH, no sólo para México sino también para estudios de caso en otros países, donde las observaciones generales de los estudios fueron:

- i) los *objetivos* de investigación coinciden en la necesidad de saber cuáles son los beneficios, efectos o impactos de la implementación del PSA, así como proponer metodologías para identificarlos desde las diferentes disciplinas;
- ii) las *metodologías*, varían dependiendo de la disciplina a la que pertenece y al aspecto específico del servicio que evalúan (por ejemplo, con uso de SWAT para evaluaciones del PSAH desde las ciencias exactas). Donde las ciencias sociales se centran en entrevistas, encuestas y grupos focales, generando datos sobre beneficios, comportamientos y percepción, y las ciencias económicas se centran (especialmente en los primeros años de PSA) en análisis costo- beneficio y costos de oportunidad, además del uso de otras metodologías econométricas y; las ciencias naturales evalúan elementos del ecosistema relacionados a SE;
- iii) la *aplicación de indicadores*, con una serie de indicadores propuestos para la evaluación de efectos de PSA, pero más enfocados en cuestiones específicas de estudios de caso, por lo que no necesariamente son replicables y;
- iv) los *resultados y recomendaciones*, donde la mayoría son optimistas o no concluyentes sobre los efectos del PSA, pero con una serie de coincidencias en las recomendaciones (Oliver *et al.*, 2005; Sánchez- Azofeifa *et al.*, 2007; Daniels *et al.*, 2010; Sommerville *et al.*, 2010; Cordero, 2008; Pagiola *et al.*, 2005; Wunder, 2005; Fregoso, 2006).

Las metodologías y efectos que se documentaron en las evaluaciones académicas (específicamente de PSAH) se presentan en el Tabla 4.

Tabla 4. Metodologías y efectos documentados en las evaluaciones académicas de PSAH

Disciplina de estudio	Metodología	Efectos documentados	Autor, año
Ambiental	Determinación de la efectividad del pago calculado por el balance hídrico y entrevistas con actores	Competitividad económica limitada y acciones de manejo inefectivas	Tognetti <i>et al.</i> , 2003
	Comportamiento del flujo, caracterización ambiental e indicadores impacto sobre el agua	No se puede asegurar el éxito de PSAH y está ubicado en áreas de poco interés hidrológico, recarga subterránea	Perevchtchikov <i>a et al.</i> , 2005
	Respuesta hidrológica por los cambios en la infiltración y escurrimiento por modelación hidrológica	Se mantiene la oferta hídrica en la microcuenca	González, 2008
	Modelación de precipitación y erosión para la determinación de retención de suelo	Alta retención de suelo pero sin efecto en la recuperación de la vegetación	O'farrel <i>et al.</i> , 2009
	Análisis de cambio de uso de suelo (SIG) y percepciones sobre el uso de suelo	Hay una recuperación del bosque y un abandono de las parcelas	Bauche, 2007
	Cambios en la cantidad y en la calidad del agua (muestreo, protocolo de Global Water Watch y determinación de flujos)	No reporta cambios sustanciales (resultados preliminares)	Manson & Carrillo, 2007
Social	Entrevistas sobre percepción de bienestar ligado al PSAH	Se percibe mayor bienestar para los actores relacionados con PSAH y de la conservación del ecosistema	Cordero, 2008
	Entrevistas para analizar las interacciones entre actores de PSAH	Interacciones superficiales y aisladas, negociación entre actores baja	de Groot & Hermans, 2010
Económico	Valoración económica comparativa entre producción agrícola y tarifa por producción de agua	Beneficios económicos y para la conservación pero los resultados no son concluyentes	Encala, 2006
	Encuestas y entrevistas para determinar uso de recursos, eficiencia económica, equidad de distribución	No se cubre el costo de oportunidad y los efectos económicos son negativos	Martínez & Kosoy, 2007
	Caracterización biofísica y socio-económica para definir los cambios de productividad y su costo de	No tiene un alto impacto económico por el costo bajo	del Castillo, 2008
	Encuestas, entrevistas, documentación y caracterización socio- demográfica para la construcción del costo de oportunidad, la línea monetaria de la pobreza y el impacto en la economía familiar	Costo de oportunidad negativo, niveles de pobreza constantes y poco impacto en la economía familiar (gran número de familias)	Martínez, 2008
	Balance hídrico y costo por demanda (valoración contingente)	Efecto económico positivo pero aumentaría con el aumento del pago	Paspuel, 2009
	Bases de datos y modelos económicos que generan un coeficiente de valor económico por tipo de biomaba	Hay menor uso del recurso, por lo cual se cree su uso es más eficiente y ecológico	Su <i>et al.</i> , 2009
	Efectividad económica del PSAH determinada con la disminución de la tasa de deforestación	Los efectos económicos son remotos porque no se observa un resultado significativo en la reducción de la deforestación, el incentivo	Alix- García, 2010
	Valor económico del suministro de agua asociado a PSAH y su correspondiente balance hídrico, y el costo-	Es mayor el costo de producción del SE que lo que se paga por el	Cruz & Rivera, s/f

Tabla 4. (continuación).

Socio- Ambiental	Entrevistas para determinar los impactos sociales y económicos del ingreso	No reduce la pobreza por el costo de oportunidad, la cantidad y distribución del pago	Pagiola <i>et al.</i> , 2005
	Percepción con grupos focales	Valor diferencia de la Comunidad sobre el bosque limita participación en PSA	Melo, 2007
	Análisis de actores y diagnóstico ambiental	Cantidad de agua y usos (sin referentes previo a PSAH)	Almeida <i>et al.</i> ,
Económico- Ambiental	Efectividad de la paga contra la deforestación, sobre explotación del agua y marginalidad	Reducida efectividad porque PSAH no se encuentra en sitios de altas tasas de deforestación, sobre explotación del agua y marginalidad	Muñoz <i>et al.</i> , 2008
	Índice de la calidad del agua, SIG y bases de datos de deforestación y sedimentación; Costos de oportunidad	No se conserva la naturaleza donde hay más potencial del PSA	Wendland <i>et al.</i> , 2009
	Modelación forestal para determinación del servicio y su valor económico	Gran beneficio económico real pero mayor potencial si el bosque estuviera en condiciones óptimas	Biao <i>et al.</i> , 2010
Socio- Económico	Modelación de flujos de SE disponibles en comparación con flujos provenientes de la agricultura en términos de ingreso potenciales	PSAH incentivos económicos competitivos con las actividades económicas presentes, comola agricultura	Chisholm, 2010
	Encuestas sobre percepción de beneficios del bosque en PSAH (ingreso, educación, consumo de agua, etc.)	La compensación es baja y los beneficios directos son limitados	Kosoy <i>et al.</i> , 2007
	Encuestas para determinar valores no incluidos en el mercado y formas de uso y beneficios sociales (educación, por ejemplo)	Recurso poco valorado, faltan estudios y sin más datos sobre efectos o impactos	Ojeda, 2007
Interdisciplinario	Estudio comparativo de acceso al recurso e institucionalidad	Conflictos por el agua y problemas de implementación del PSAH	Fisher <i>et al.</i> , 2009, 2010
	Análisis sobre el mantenimiento de la sustentabilidad (varias técnicas)	Los estudios de caso cumplen un 60% en criterios de sustentabilidad asociado al programa	Miranda <i>et al.</i> , 2003
	Evalúan la sostenibilidad financiera del PSAH determinando el costo-beneficio, reducción de la deforestación y ubicación en sitios de alta marginalidad	Subestimado el valor del servicio crea un costo de oportunidad bajo, 36% en sitios de alto riesgo de deforestación y 64% en sitios de alta marginalidad	Porrás & Neves, 2006
	Modelación (SIG) contabilidad socioeconómica, cambio de uso de suelo y condiciones ambientales	Mayores SE mayores beneficios económicos directos (empleo, por ejemplo)	Hong <i>et al.</i> , 2009
	Modelación ecológica /ECOSAUT) e hidrológica (SWAT) para predecir los beneficios económicos netos	Un estudio de caso demuestra que hay beneficios económicos para los proveedores pero el otro, muestra que son más los costos por participar que los beneficios económicos	Quintero, 2009
Modelación en WEILAI para determinar la pobreza y educación vinculada al acceso al agua	En un estudio de caso hay efectos positivos mayormente en: recurso hídrico, acceso al agua, el aumento en la capacidad del manejo del recurso, el ambiente, la seguridad alimentaria y la salud y la higiene; menormente salubridad, educación, seguridad alimentaria y educación	Cohen & Sullivan, 2010	

Fuente: Elaboración propia con base en Tognetti et al., (2003); Perevochtchikova et al., (2005); González (2008); O' Farrel et al., (2009); Bauche (2008); Mason & Carrillo, (2008); de Groot & Hermans (2010); Encala (2006); Martínez & Kosoy (2007); del Castillo (2008); Martínez (2008); Pospuel (2009); Su et al., (2009); Cruz & Rivera (s/f); Pagiola et al., (2005); Melo (2007); Almeida et al., (2012); Muñoz et al., (2008); Wendland et al., (2009); Biao et al., (2010); Chrisholm (2010); Kosoy et al., (2007); Ojeda (2007); Fisher et al., (2009), (2010); Miranda et al., (2003); Porrás & Neves (2006); Hong et al., (2009); Quintero (2009); Cohen & Sullivan (2010).

En síntesis se puede comentar que las evaluaciones académicas revisadas poseen las siguientes perspectivas de análisis:

- *La perspectiva económica, con:*

- i) las valoraciones económicas usan métodos convencionales del mercado y de mercados potenciales;
- ii) se infieren los cambios de comportamiento en los mercados actuales y en relación con los mercados potenciales perdidos por el manejo -bueno, malo o inexistente- de los recursos naturales;

- iii) lo económico no consideran la relevancia del funcionamiento físico de los ecosistemas, las interconexiones o su estado²⁰;
 - iv) pagos por SE se designan por la demanda;
 - v) existe reconocimiento de la valoración monetaria, dejando fuera la valoración ambiental, donde no hay mercado para muchos recursos biológicos (Batabyal *et al.*, 2003; Hökby & Soderqvist, 2003; Wunder, 2005).
- *La perspectiva social*; en el cual:
- i) no son suficientes las técnicas de valoración basadas en el mercado, dejando fuera cuestiones psicológicas como la percepción vinculada a la toma de decisiones;
 - ii) hay exclusión de las visiones psicoculturales del espacio, de las cuales depende la utilidad asignada por las preferencias individuales o colectivas;
 - iii) hace falta la consideración de las instituciones sociales implicadas en la gestión de los recursos naturales, que son constituidas por reglas específicas, con base en cuestiones culturales, convenciones y prácticas establecidas;
 - iv) los sistemas de valores utilizados en el PSA no necesariamente son racionales del todo; depende del nivel de gobernanza y actores;
 - v) otros tipos de suelo son importantes y necesarios, como el agrícola;
 - vi) por el funcionamiento de los programas de PSA se promueve el abandono del campo y las actividades rurales, lo cual debilita la organización local históricamente construida en las áreas rurales con el fin de manejar de forma sostenible de los recursos naturales;
 - vii) el PSA genera una economía basada en recepción de subsidios y;
 - viii) también se están generando una serie de costos sociales no esperados de la intervención, por ejemplo, la pérdida de capacidades de manejo de la tierra y la dependencia económica del apoyo gubernamental (Hökby & Soderqvist, 2003; Chee, 2004; Wunder, 2005; Bruijnzeel, 2004; Huberman 2008; Pagiola *et al.*, 2005).
- *La perspectiva ecológico- hidrológica*, con:
- i) la interrelación del ecosistema y sus elementos, donde la existencia y el funcionamiento de los SE no está claramente definida;
 - ii) los SE son difíciles de medir y en el PSA no siempre son necesariamente representativos;
 - iii) el enfoque de PSAH está relacionado con la cantidad y calidad de agua y cobertura arbolada, dejando de lado el valor de otros usos de suelo y de la integralidad del territorio;
 - iv) el enfoque del PSAH puede ser cuestionable, ya que la relación entre agua y bosque es normalmente aceptada sin suficiente evidencia científica para respaldar su funcionamiento;

²⁰ Que implica considerar perturbaciones, la inherente propiedad de la resiliencia y entender el estado de equilibrio del ecosistema (Batabyal *et al.*, 2003).

- v) el PSA sólo promueve una clara segregación entre polígonos arbolados y el resto de los usos del territorio, también contiene un fuerte componente conservacionista prohibitivo del manejo del recurso forestal;
- vi) los programas de PSA pueden provocar una separación entre la conservación de los ecosistemas y las estrategias productivas y de desarrollo de los dueños de la tierra;
- vii) la pérdida de servicios hidrológicos no se debe siempre a la deforestación;
- viii) pagar el costo de oportunidad de la tierra a los dueños no es suficiente para frenar tendencias de deforestación y;
- ix) el PSA no considera aspectos fundamentales como la resiliencia ecosistémica o la necesidad imperante de realizar una restauración ecológica para beneficio de los SE (Smith *et al.*, 2006; Shilling & Osha, 2002; Porras *et al.* 2008; Madrid, 2011; Chomitz & Kumari, 1998; Huberman 2008; Pagiola *et al.*, 2005; Wunder, 2005).

- *La perspectiva política;* en la cual: para algunos autores críticos el PSA es visto como “el Caballo de troya Neoliberal” (Wunder, 2005: 50), por el vínculo inicialmente con:

- i) las visiones neoliberalistas de monetización de la naturaleza;
- ii) el predominio de corrientes científicas (ecológicas y económicas principalmente) de ciertos grupos científicos de poder en Norteamérica;
- iii) el despojo simbólico del territorio y determinación impositiva de las formas de aprovechamiento y;
- iv) con la dependencia económica que representa el subsidio, generalmente vinculada a la anulación de la autonomía para la participación política (Arellano, 2011; Pérez, 2016; Fall, 2017).

Así se evidencia la necesidad del PSA de ser evaluado como PPA dado que: i) la creación de un esquema de este tipo demanda en sí mismo, el desarrollo de un método que mida los beneficios de su implementación; ii) se requiere la puesta en práctica de un complejo de aspectos legales, científicos y económicos, aunque el PSA sea atractivo y conceptualmente evidente; iii) es necesario entender que el impacto de los programas de PSA puede ser no necesariamente positivo; iv) una asistencia técnica que facilite la participación; v) falta la inclusión de marcos de evaluación y monitoreo es urgente dada la ausencia de modelos y valoraciones confiables; vi) no se debe hacer una sobre simplificación de la valoración ambiental y de la complejidad de los conceptos asociados al ecosistema, los SE y a su vínculo con el bienestar social y; vii) es indispensable cuestionar las metodologías sobre la selección de los sitios a participar en los programas (Oliver *et al.*, 2005; Pagiola *et al.*, 2004, 2005; Ferraro & Pattanayak, 2006; Wunder, 2005; Wendland *et al.*, 2009; Perevochtchikova, 2011).

Como describe Rist *et al.* (2004), hay una forma que invita a desarrollar una crítica constructiva y una teorización interdisciplinaria en el área de la valoración de los SE; y es al asegurarse en que las ciencias económicas, sociales y ambientales que se hagan consientes de meditar sobre sus fundamentos epistemológicos y aseveraciones metodológicas para mejorar la PPA. Finalmente, estas observaciones concluyen que en la valoración con la que se sustentan los PSA, existe el riesgo de la súper-simplificación y sobre-valoración.

2.1.3 Evaluaciones de SE

Como se han descrito en el capítulo anterior los estudios entre los estudios de SE, no todos son evaluaciones. Por lo que para este apartado se consideraron sólo los trabajos que analizan, evalúan, cuantifican, valoran o identifican los beneficios, impactos o efectos ecosistémicos. En la revisión de estado del arte se encontró que, tanto para SE como para PSA, existen dos tipos fundamentales de análisis: los académicos (artículos científicos y tesis) e institucionales (reportes, informes, etc.) y, que se presentan a continuación.

Como parte de las evaluaciones institucionales en 2001 el INE y la Universidad de Valladolid, España (Sarjuro, 2001) realizan una valoración económica de los SE de los humedales en México, a través de la identificación de las metodologías relacionadas con su valor económico. El valor económico total se calculó con base en el uso de varias técnicas; concluyendo que los manglares tienen un gran valor calculado económico para la sociedad, aunque no se presenta en el texto.

Una de las evaluaciones paradigmáticas en el campo de SE (e inclusive que validan la existencia y formas de aplicación del PSA) es la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, publicado en 2005, que “es uno de los análisis más completo que hay hoy en día” (Mulongoy & Cung, 2009: 47). Fue realizado por 1, 360 expertos de 95 países durante cuatro años y con un presupuesto de 24 millones de dólares, con el objetivo de evaluar la consecuencia de la evolución de los ecosistemas en el bienestar humano y establecer una base científica de las acciones requeridas para su conservación, la explotación de sus recursos de manera sustentable y sus contribuciones al bienestar social (Mulongoy & Cung, 2009; Perevochtchikova, 2011). El núcleo de cuestionamientos de la evaluación fueron sobre la evolución de ecosistemas y SE, cuál es el origen de los cambios, cómo esos cambios afectan al hombre, cómo son susceptibles al cambio futuro, cuáles son las opciones de favorecer la conservación y como impactaría al hombre (Mulongoy & Cung, 2009). Las conclusiones de la evaluación se puede resumir en cuatro puntos (Mulongoy & Cung, 2009: 47-50):

- i) en los últimos 50 años los ecosistemas se han modificado de manera fuerte, rápida e irreversible; e incluso, en algunos casos, mermando aspectos vitales de las sociedades (como acceso a agua dulce, energía, alimentación, etc.);
- ii) la modificación de los ecosistemas contribuye a ganancias netas en el nivel de vida humana y el desarrollo económico, a costo de la pérdida de SE y la acentuación de la pobreza;
- iii) la degradación de los SE será mayor en los próximos años, con consecuencias graves y;
- iv) revertir la tendencia de la degradación de SE puede realizarse sólo si hay cambios significativos a todos los niveles políticos e institucionales, algunos ya en curso. “Sin embargo, la MA (Millennium Ecosystem Assessment) no suministra todas las herramientas necesarias para que la ciencia que estudia los ecosistemas, así como la aplicación de dicha información a la gestión, sea operativa”; por otro lado, “Uno de los documentos claves del MA, subtítulo *A framework for the Assessment* claramente indica que dicho proyecto y su marco conceptual y metodológico no debe ser estático” (Martín-López & Montes, 2010: 3; Armsworth *et al.*, 2007).

Desde la academia los SE han sido estudiados desde diversos enfoques. Originalmente, se demostró su existencia vía la identificación de funciones y dinámicas de los ecosistemas, y años después a

evaluarse desde perspectivas cuantitativas y cualitativas. En estas evaluaciones, los SE se analizan según cada visión disciplinaria:

- i) *Biológico- ecológica*, que se centra mayormente en las variables de funciones ecosistémicas particulares (fósforo disponible, infiltración del agua, productividad, biodiversidad, abundancia, biomasa) y sólo un trabajo se enfoca en actores – tomadores de decisión en la gestión; por lo tanto las metodologías son cuantitativas y se utilizan entrevistas en el caso de los actores sociales.
- ii) *Edafológico*, que estudia el suelo como capital natural dentro del conjunto de SE.
- iii) *Económico*, se refiere a todas las consideraciones necesarias para valorar SE desde la economía por medio de valores de mercado o precios por la pérdida de SE.
- iv) *Social- biológica*, que busca identificar los impactos en las condiciones de vida a través de un diagnóstico socio- ambiental que identifica a los beneficiarios y su percepción, los impulsores de cambio y el manejo.
- v) *Económico- ecológica*, que mide la eficiencia económica de especies explotadas en un ecosistema con el fin de generar un modelo económico de SE que maximice sus beneficios. De esta forma, se observa que predominan en estas evaluaciones las ciencias naturales sobre las sociales (Tabla 5).

Tabla 5. Revisión y análisis de las evaluaciones de SE

Disciplina	Autor y año	Objetivo	Metodología	Resultados
<i>Biológica- Ecológica</i>	Batabyal <i>et al.</i> , 2003	Se mide SE por el valor de su enriquecimiento	Miden la deposición del F en un lago, la reducción de la biomasa de peces, el estado de los sedimentos, la oxigenación hipolimética, y la biomanipulación	La escasez del valor de un SE puede conocerse al analizar el estado de manejo en el cual el ecosistema responde mejor a los cambios de las condiciones ambientales
	Bennett <i>et al.</i> , 2005	Identifican la incertidumbre sobre las dinámicas ecológicas que enfrentan los tomadores de decisiones	59 entrevistas a líderes de organizaciones, gobierno y empresas; identificación de los dilemas ecológicos de manejo en el marco de la toma de decisión del MA	Las funciones del ecosistema deben estar incluidas en los escenarios futuros
	O’Farrell <i>et al.</i> , 2009	Se conocen los beneficios de preservar fragmentos naturales remanentes para los SE	Medición de rangos de infiltración, volúmenes de remoción, sedimentación y especies en la superficie	Hay especies que tienen una mejor capacidad para proveer de SE y evitando la erosión del suelo que lo determina
	Constanza <i>et al.</i> , 2007	Se determinar las variables que identifican los impactos en los	Tasa primaria de productividad (aproximado para los SE) y la biodiversidad (usando la riqueza de plantas) ligado a la temperatura y	1% del cambio en la diversidad corresponde al 0.5% del cambio en los SE en temperaturas

		SE dentro del complejo de los ecosistemas	precipitación como correlacionantes. Y con un análisis regresivo múltiple	altas
--	--	---	---	-------

Fuente: Elaboración propia con base en Batabyal *et al.*, (2003); Bennett *et al.*, (2005); O' Farrell *et al.*, (2009); Constanza *et al.*, (2007).

Los resultados de dichos estudios muestran lo siguiente en términos:

- i) *Biológico- ecológicos*, se hace visible cómo las funciones de los ecosistemas retribuyen al bienestar humano y con aporte de datos cuantitativos sobre las contribuciones específicas de determinadas funciones o procesos de los ecosistemas.
- ii) *En edafología*, se describe como el suelo constituye un SE importante.
- iii) *En economía*, la valoración económica es fundamental para la conservación del SE pero no es suficiente.
- iv) *En aspectos Socio- biológicos*, los SE de cada sitio conectan con ciertos actores sociales.
- v) *En económico- ecológico*, se determinan estándares de las internalización de las externalidades y las tasas de eficiencia.

Podemos concluir para este apartado lo que ya se menciona en los textos como Batabyal *et al.*, (2003) y Chee (2004), que es necesario un cambio en la valoración de los SE, ya que debe ser integrado e interdisciplinario. Es por ello que la propuesta de indicadores para la evaluación del PSA basada en el uso de SE determinados, es una forma de evaluación que permite tener enfoques desde diferentes disciplinas a través de indicadores de diversa índoles (sociales, económicos y ambientales), analizando una sola problemática o estudio de caso.

2.2 Indicadores para la evaluación de efectos de PSA y sus metodologías de diseño

La necesidad de los indicadores ha venido conformándose como un fenómeno mundial desde inicios de los años 1990s con la consolidación de los principios del Desarrollo Sustentable como una visión de la gestión ambiental (Rojo, 2013). Las dimensiones del análisis corresponden a los sistemas visibilizados dentro del marco analítico de SES y desglosados en variables de primer, segundo y tercer nivel (McGinnis & Ostrom, 2014), siendo las últimas, las que pueden convertirse en los indicadores de mediciones de efectos del PSA. En ese sentido, se procedió con una revisión exhaustiva de los indicadores sociales, económicos y ambientales para identificar los que pueden ser útiles para la evaluación de efectos del PSA, y por otro lado, los indicadores de sustentabilidad (asociados a bosque y agua) ya utilizados para PSA para poder complementar la propuesta.

De esta manera, los indicadores sociales que se revisaron, se acotan a los que fueran de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSA, como por ejemplo los de la CEPAL (2005); de la CCFM (2003, 2006), algunos de gobernanza forestal (Secco *et al.*, 2011), de pobreza y ambientales (Ladiñez, 2011), los cuales se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Estado del arte de los indicadores sociales de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH

Tema	Basados en	Indicadores propuestos	Referencia
Criterios e Indicadores (C&I) y Manejo Forestal Sustentable (MFS)	Beneficios sociales y responsabilidad	Distribución y sustentabilidad de beneficios Participación de aborígenes, uso del suelo basado en saber tradicional, bienestar y resiliencia comunitaria, toma de decisión justa, efectiva e informada	CCFM, 2003, 2006
Sociales	Criterios de bienestar social	Población, educación, vivienda y servicios básicos, trabajo, ingreso, consumo, seguridad social, seguridad pública, crimen y justicia, participación ciudadana, derechos humanos, gobernabilidad, medio ambiente, cultura, deportes y tiempo libre, familias y hogares, salud, pobreza y distribución de ingreso, género, tecnologías de información y comunicación, transporte, situación de niños y adolescentes, de jóvenes, de adultos mayores, de los grupos étnicos y de los discapacitados	CEPAL, 2005
Socio-culturales para el DS	Mantenimiento y vínculo de los beneficios sociales, culturales y espirituales	Presencia de comunidades en áreas protegidas, participación, género, uso del conocimiento tradicional, concesiones y privilegios, paisajes culturales y/o sagrados protegidos Marco institucional, legal y político adecuado	Kotwal <i>et al.</i> , 2008
Gobernanza forestal	Dimensiones clave sobre una buena gobernanza	DS glocal (impactos sociales, ambientales y económicos, cambios institucionales, equidad en costos y beneficios) Eficiencia (ubicación de todo tipo de recursos para la gobernanza, costos vs productos, respecto a los límites de tiempo, manejo del riesgo, calidad del monitoreo) Efectividad (objetivos vs productos, coordinación a todos los niveles, acuerdos y acciones que implican cambios institucionales y recursos financieros disponibles) Participación (representatividad, inclusión, empoderamiento, equidad, flujos de información, creación de redes y manejo de conflictos) Transparencia (documentación accesible, actualizada y comprensible, flujos de información hacia fuera y retroalimentación) Contabilidad (claridad de roles, corresponsabilidad balanceada, monitoreo e informes) Capacidad (competencia, profesionalismo, aprendizaje colaborativo y transferencia del conocimiento)	Secco <i>et al.</i> , 2011
Pobreza y ambiente	Relación de pobreza y ambiente	Recursos naturales e ingresos (ingresos y oportunidad, seguridad alimentaria y vulnerabilidad alimentaria) Presión ambiental y pobreza (demografía, derechos de propiedad y desempleo) Estado ambiental y pobreza (vulnerabilidad agroclimática de la población, ruralidad, desempleo)	Ladíñez, 2011

Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL, (2005); CCFM, (2003), (2006); Kotwal *et al.*, (2008); Secco *et al.*, (2011); Ladíñez, (2011).

Para el caso de los indicadores económicos, aunque existen en gran cantidad, se buscaron aquellos que pudieran cuantificar los efectos del PSA, por lo cual los indicadores que correspondieron a esta parte inicialmente fueron los de pobreza asociados a Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de Olmos-Martínez *et al.*, (2008), como muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Estado del arte de los indicadores económicos de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH

Tema	Basados en	Indicadores propuestos	Referencia
Pobreza	Pobreza medida en comunidades dentro de las áreas naturales protegidas (ANPs), según las categorías de SEDESOL	Pobreza alimentaria, pobreza de capacidades (necesidades básica insatisfechas, vías de comunicación, actividades económicas y otros aspectos, deporte ej..) y pobreza patrimonial (ingreso, gasto diferenciado, características de las vivienda, servicio de salud, tenencia de la tierra)	Olmos-Mtz <i>et al.</i> , 2008

Fuente: Elaboración propia con base en Olmos- Martínez *et al.*, (2008).

Los indicadores ecológicos y ambientales para la evaluación de efectos del PSA involucran desde bioindicadores, ecosistemas y paisajes, hasta los indicadores de la Ciudad de México. La visión ecológica se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Estado del arte de los indicadores ecológicos de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH

Tema	Basados en	Indicadores propuestos	Referencias
Bioindicadores	Macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua	% de presencia de especies de macro invertebrados representativos de buena calidad del agua	Roldán, 1999
Ecosistemas y paisajes	Complejidad ecológica de los ecosistemas y cambios en el paisaje	Competencia exclusiva (riqueza de las especies), depredación / parasitismo (uniformidad de especies), flujos de energía (número de niveles tróficos) Perturbación del paisaje (fragmentación) y sucesión (distribución espacial de las comunidades y persistencia de los hábitats)	Dale & Beyeler, 2001
Especies focales	Determinación de las categorías de especies focales presentes en todos los ecosistemas	Especies clave, especies ingenieras, especies paraguas, especies enlace, especies de interés especial y especies indicadores	Dale & Beyeler, 2001
Criterios e Indicadores (C&I) y Manejo Forestal Sustentable (MFS)	Diversidad, características del ecosistema y ciclos ecológicos	Biodiversidad (todos los niveles), productividad y condiciones del ecosistema, suelo y agua, participación en el ciclo global del carbono	CCFM, 2003, 2006
Ecológicos	Cobertura, viabilidad, biodiversidad, conservación de elementos físicos	Cobertura forestal, conservación de la biodiversidad, las funciones ecosistémicas, la vitalidad, calidad del suelo y el agua	Kotwal <i>et al.</i> , 2008

Fuente: Elaboración propia con base en Roldán, (1999); Dale & Beyeler, (2001); CCFM, (2003), (2006); Kotwal *et al.*, (2008).

Así, si bien existen varias propuestas de indicadores de sustentabilidad asociados a bosque y agua (CIFOR, 1999; Kneeshaw *et al.*, 2000; Kneeshaw *et al.*, 2003; Achkar, 2005; Tracey & Anne, 2008; Astier *et al.* 2008; López- Ridaura *et al.*, 2001; MESMIS, 2015; Teitelbaum, 2014) estos están considerados para la gama de fenómenos y problemáticas ambientales y, no específicamente para el análisis de SE, ni PSA. Siendo de sustentabilidad, los indicadores que involucran las dimensiones social, económica y ecológica (Tabla 9).

Tabla 9. Estado del arte de los indicadores de sustentabilidad de bosque y agua de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH

Tipo de propuesta	Sociales	Económicos	Ecológicos	Referencias
Para manejo forestal centrada en lo social y que combina lo ecológico con lo económico	Manejo justo y acceso a beneficios económicos intergeneracional (manejo efectivo y control eficiente), con vínculo con las generaciones futuras, usuarios conocen sus derechos y cooperan equitativamente (mecanismos efectivos de comunicación, hay conocimiento a niveles recíprocos, acuerdos en derechos y responsabilidad), salud de los actores y cultura forestal (balance entre actividades humanas y condiciones, relación entre el manejo del bosque y la salud humana, relación de la conservación con el conocimiento y cultura)	Producción de bienes y servicios Rendimiento y calidad es sustentable (título de propiedad, derechos y acuerdos de manejo, objetivos de manejo claros, objetivos y documentados, plan de manejo comprensible, efectivo con monitoreo y sistemas control)		CIFOR, 1999
Para política pública, centrada en lo social y en lo ecológico	Incluye Políticas Planeación y marco institucional del manejo del bosque (basado en un sustento adecuado, políticas económicas adecuadas, políticas forestales coherentes entre sí, zonas amortiguadoras, marco legal y reinversión en el bosque)		Integridad (procesos que mantienen la diversidad, funciones se mantienen, conservación de procesos de variación genética)	
Para manejo forestal y busca las tres dimensiones de DS estén presentes en el conjunto de indicadores (sin división)	Escalas del paisaje (mantener la biodiversidad, las concentraciones de contaminantes bajas y del servicio hídrico) Escalas locales (mantener un balance en el reservorio de nutrientes, bajo impacto del cultivo en los suelos, evaluación de la influencia silvícolas en la productividad y en la regeneración natural, permanece la calidad del hábitat y la biodiversidad y de la productividad del sitio, impactos de los cultivos en la calidad del agua se mantenga bajos)			Kneeshaw <i>et al.</i> , 2000
Para el manejo, pero mayormente centrado en lo ecológico	Asociados a la productividad	Productividad	Biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), Medio acuático (aspectos bióticos y abiótico), Suelo (aspectos físicos y biogeoquímicos)	Kneeshaw <i>et al.</i> , 2003
Con las tres dimensiones pero con predominio de la económica y la ecológica	Bienestar social	PBI Verde, Índice de Bienestar Económico Sustentable, Cuentas Patrimoniales,	Mochila Ecológica, Huella Ecológica, Espacio Ambiental, Calidad del aire y del agua, CC y protección de tierras	Achkar, 2005
Basado en la teoría de capitales	Capital humano y social	Capitales financiero, producido	Capital natural, Impacto ambiental, huella hídrica	Tracey & Anne 2008
Para manejo con las tres dimensiones presentes	Equidad (distribución de costos y beneficios), Adaptabilidad (Eficiencia en la Productividad) y Auto-confianza (Eficiencia en la Productividad)	Eficiencia en la Productividad (Baja rentabilidad)	Eficiencia en la Productividad (media a alta rentabilidad), Estabilidad (conservación del recurso suelo y diversidad)	Astier <i>et al.</i> 2008; López-Ridaura <i>et al.</i> , 2001; MESMIS, 2015
Para manejo con las tres dimensiones presentes	Gobernanza participativa (caracterización de proceso para la toma de decisión, representación, inclusión, transparencia, autoridad en el proceso de la toma de decisión y calidad de la participación pública)	Beneficios económicos locales (empleo local, condiciones de trabajo, viabilidad económica de la organización, otros beneficios (madera o tala ilegal, ej.)	Uso múltiple del bosque (recreación, educación e investigación, productos no maderables y consideración de los valores indígenas en el manejo)	Teteilbaum, 2014

Fuente: Elaboración propia con base en CIFOR, (1999); Kneeshaw *et al.*, (2000), (2003); Achkar, (2005); Tracey & Anne, (2008); Astier *et al.*, (2008); López-Ridaura *et al.*, (2001); MESMIS, (2015); Teteilbaum, (2014).

Especialmente, los indicadores existentes sobre SE de utilidad para la evaluación de la política pública de conservación forestal, como lo muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Estado del arte de los indicadores sobre SE de potencial utilidad para la evaluación de efectos de PSAH

Parámetros medidos	Indicador	Técnica	Referencia
Biofísicos	Productividad	Biomasa medida en campo o en sensores remotos	Viglizzo <i>et al.</i> , 2011
	Presencia de cuerpos de agua (stock y flujos) en zonas de inundación	Varias técnicas mediante campo y Sistemas de Información Geográfica	
	Valuación energética de Odum	Energía solar transformada en el servicio y valor monetario	
Económicos	Oportunidades	Estimación monetaria del caudal promedio	
	Producción	Estimación monetaria de la cantidad de servicio real y potencial	
	Bienestar	Percibido por la sociedad	
	Costo- Beneficio	Estimación monetaria de su permanencia	

Fuente: Elaboración propia con base en Viglizzo *et al.*, (2011).

Por último, los indicadores para PSA específicamente son pocos, y también pueden dividirse en académicos, institucionales y solicitados a la academia por medio de la licitación institucional de evaluaciones del programa (Sandoval & Gutiérrez, 2012). Los indicadores institucionales incluyen: i) forestales, sobre el mantenimiento de la cobertura forestales dentro de los polígonos de PSA, con metodologías del Sistemas de Información Geográfica (SIG); ii) indicadores sociales, de satisfacción de los beneficiarios, (con base en encuestas anuales y de inclusión de grupos vulnerables (mujeres, poblaciones marginadas, jóvenes e indígenas) y; iii) administrativos, que son sobre el desempeño institucional y de cumplimiento de metas de programa (*Saldaña, 2013; Sandoval & Gutiérrez, 2012). Los indicadores académicos solicitados por el gobierno para la evaluación externa del PSA H, varía según los objetivos de las evaluaciones y las instancias académicas involucradas, sin embargo los indicadores más solicitados son de desempeño del programa y de metas cumplidas y, recientemente se trabajó una evaluación del PSA a escala nacional con indicadores (Alix- García, 2014; PUMA/ UNAM, 2012).

Para Cardoso *et al.*, (2017) los indicadores relevantes para el monitoreo del PSA hídrico son para el caso de tomadores de decisión e interventores en la PPA son la estructura del SAH por medio de la cobertura de las tierras (% del área con vegetación natural), la función identificable en la regulación de flujos hídricos (tasa de infiltración y capacidad del agua disponible) y beneficios a través del conocimiento de la disponibilidad hídrica para la atención de la población (% de población o domicilios con acceso al agua). Siguiere también otros indicadores para el monitoreo de PSAH, los cuales son para: i) el *Suministro de agua*- oxígeno disuelto (OD), potencial hidrógeno (pH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y; ii) la Regulación hídrica- coeficiente del escurrimiento base (Qbase/ precipitación), salida de referencia (Q7, 10 o 95), nivel freático (*Ídem*).

2.2.1 El proceso de diseño de los indicadores para una evaluación integral de efectos del PSAH

Dada la gran variedad de usos y objetivos que cubren los indicadores, existe igualmente un amplio abanico de métodos para su diseño, los cuales se puede documentar desde la escala internacional a la local (la cual se presenta en el apartado 4.2). El procedimiento de elaboración del sistema de indicadores se caracteriza por dar homogeneidad al sistema, definiendo adecuadamente sus características. Es importante comentar que no existe un procedimiento único formalizado, dado que cada país y/o tema ha seguido vías particulares (López, 2009; MMAE, 1996; Hammond *et al.*, 1995; Rojo, 2013).

A continuación se presentan ejemplos de distintos sistemas de indicadores e indicadores socio-ambientales encontrados que potencialmente pueden ser aplicables al PSA (por los aspectos que cuantifican), con sus respectivas etapas metodológicas del proceso de diseño (Figura 16).

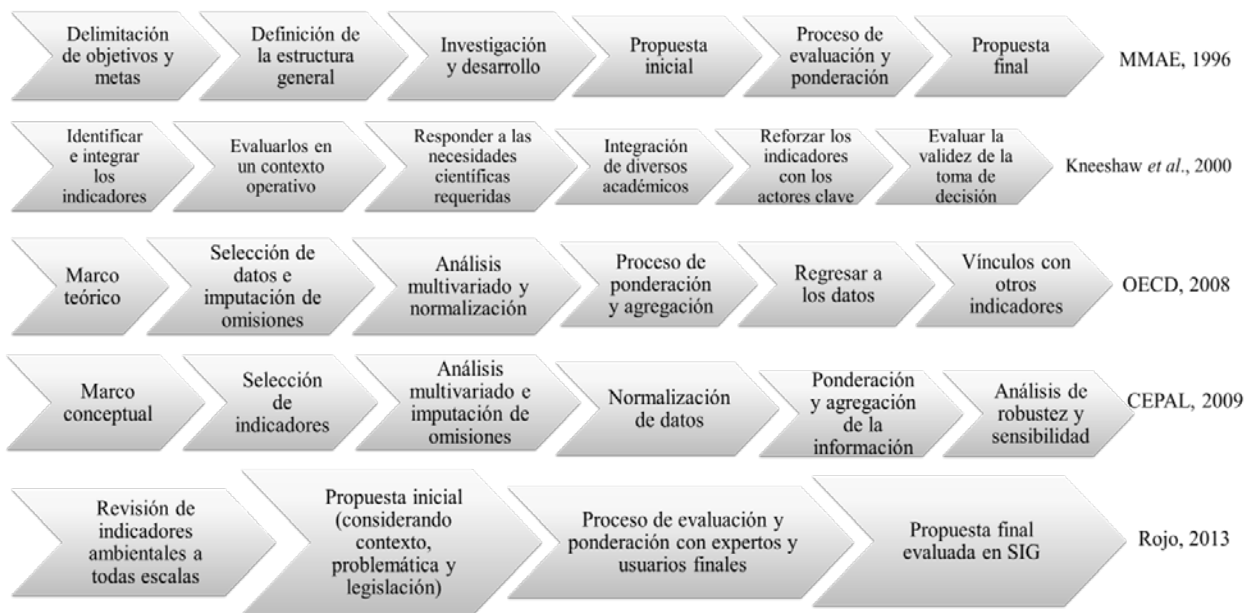


Figura 16. Esquema comparativo de las diferentes metodologías para el diseño de indicadores socio- ambientales. Fuente: Elaboración propia con base en MMAE, (1996); Kneeshaw et al., (2000); OECD, (2008); Schuschny & Soto, (2009); Rojo, (2013).

Como menciona Quiroga (2001: 7) para los inicios del siglo XXI, que comienza una época donde el diseño de indicadores es una importante práctica: “En los últimos años, se asiste a un desarrollo profundo en el ámbito de los indicadores para la toma de decisiones, particularmente por parte de los países desarrollados y de algunas agencias internacionales, pero también en algunos países de nuestra región, presentándose iniciativas que comprenden escalas diversas y enfoques metodológicos distintos. Algunos países están desarrollando indicadores de sostenibilidad ambiental, mientras que más recientemente, otros trabajan desde el enfoque de desarrollo sostenible, esto es incorporando (pero no necesariamente vinculando) las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo”. Por lo cual, se hace evidente la necesidad de indicadores, sistemas o series de indicadores que respondan a las tres dimensiones del DS. En este sentido, la idea de la aplicación del marco analítico de SES para el caso de estudio es que las variables de segundo y tercer nivel se equiparen a los indicadores propuestos, dado que incluyen aspectos físicos y socio- económicos en su planteamiento.

2.3 Diseño metodológico de indicadores para el caso de estudio

Inicialmente cabe mencionar que uno de los estudios que comienza a manejar el termino socio-ecosistema (SES) con base en un método para la caracterización y el análisis de los componentes en dos planos principales: el ecológico (donde se evalúa el suministro) y el socio-económico (se

estudia la demanda) y sus interrelaciones es Rodríguez- García *et al.*, (2013). Esto por medio de una caracterización ecológica con base en SIG e identificando las zonas afectadas por el aprovechamiento y las adyacentes al suministro del SE y; una caracterización socioeconómica que requiere de la identificación de los actores implicados. El objetivo de la caracterización propuesta es comprender cuáles son los múltiples efectos que recaen en un ecosistema cuando se produce un cambio en el ámbito social, y al mismo tiempo de establecer la repercusión en el bienestar humano de una serie de alteraciones en el ecosistema (Rodríguez- García *et al.*, 2013).

Otro estudio que presenta una propuesta metodológica para la evaluación de los servicios ecosistémicos y, define una guía para la evaluación de SE, propone el desarrollo de las siguientes etapas: i) la caracterización de socio-ecosistemas, ii) la identificación de las unidades suministradoras de servicios, iii) identificación de los actores sociales, iv) valoración monetaria de SE, y v) el análisis de *trade-off* entre diferentes actores sociales, así como potenciales conflictos sociales (Martín-López & Montes, 2010). Pero dicho estudio, queda acotado a producir una valoración económica y no hay una metodología aplicada al desarrollo de indicadores sociales, económicos y ecológicos, que conformen una evaluación integral de efectos socio- ambientales de ninguna política de conservación ambiental (Martín-López & Montes, 2010).

2.3.1 Desarrollo Metodológico

Si bien hay una diversidad de metodologías para el diseño de indicadores y varios procedimientos formales no unificados, se pueden identificar etapas principales para diseño de indicadores (Rojo, 2013; López, 2009; MMAE, 1996; Hammond *et al.*, 1995), como ejemplos están:

- i) delimitación de objetivos y metas;
- ii) estructura analítica del sistema y selección de temas;
- iii) investigación y desarrollo sobre los indicadores;
- iv) primera propuesta de indicadores;
- v) revisión, consulta o procesos de evaluación y;
- vi) propuesta de indicadores.

A continuación se presenta la propuesta metodológica aplicada en este trabajo que se basa en la revisión bibliográfica de metodologías de diseño de indicadores (Figura 17).

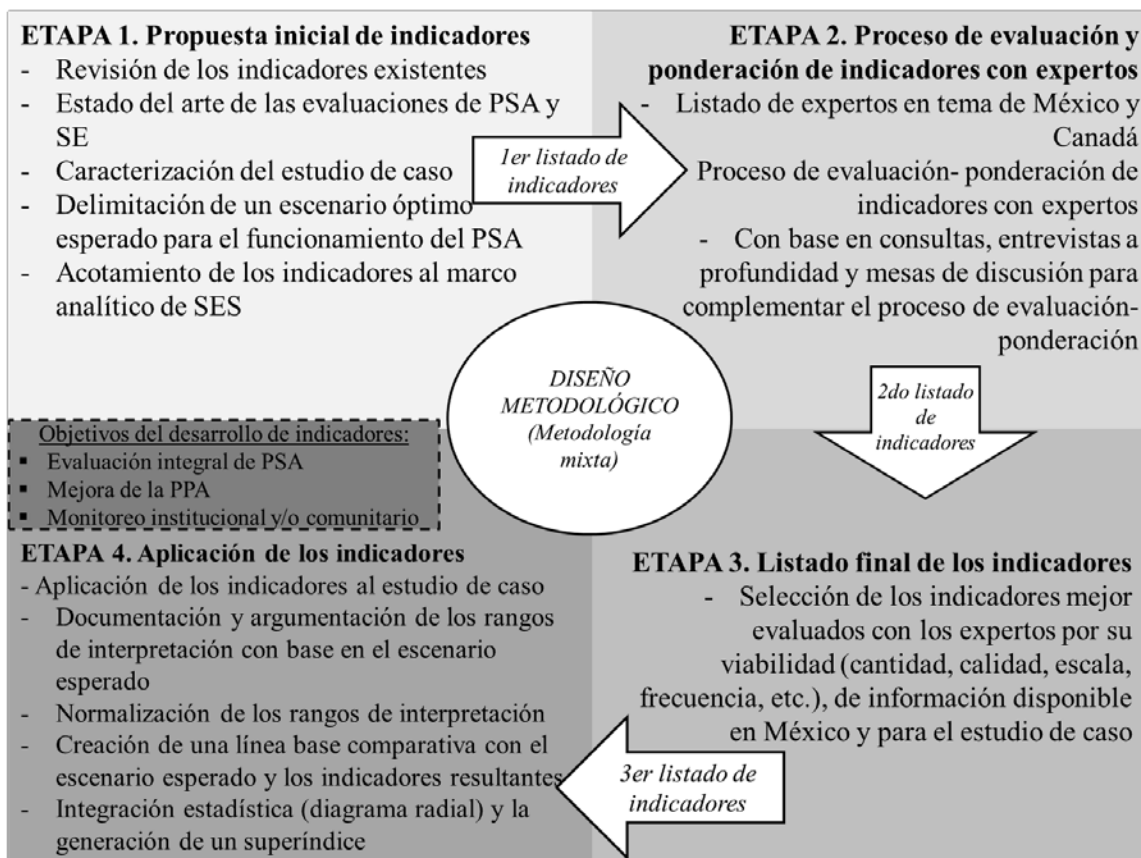


Figura 17. Metodología para el desarrollo de la propuesta de indicadores para la evaluación integral de los efectos económicos, sociales y ecológicos de PSA a escala local. Fuente: *Elaboración propia, (2015).*

ETAPA 1. Propuesta inicial de indicadores

En ésta etapa inicial se realizó:

- a) una revisión documental exhaustiva de los indicadores a escala internacional, regional, nacional y local, con los aspectos valorados en las evaluaciones de PSA (institucionales y académicos) y de SE (académicas);
- b) una caracterización geografía del área de estudio, por medio de la generación de unidades socio- ambientales de paisaje, junto con la correspondiente contextualización de su participación en el PSA (con datos de la operación del programa, al tipo de ecosistema, al funcionamiento de la comunidad, etc.). Lo anterior con técnicas de documentación, recopilación de datos y estadísticas oficiales, el SIG y trabajo de campo (2012-2017), tanto entrevistas realizadas a funcionarios regionales y locales de la CONAFOR y comuneros, así como encuestas aplicadas a jornales dentro de la comunidad;

- c) la generación de un escenario esperado, según la teoría, sobre los efectos deseados para la conservación del agua y la contribución a la reducción de la pobreza (pensando en los principales objetivos de este instrumento de política pública), lo cual se llevó a cabo por medio de una investigación documental.

Así, se desarrolló el listado preliminar de indicadores a evaluar y ponderar por expertos. Los indicadores de esta etapa incorporaron (ver Figura 18):

Sociales-

- Acceso al agua
- Calidad del agua para consumo
- Manejo del recurso
- Educación ambiental
- Valor de la naturaleza

Económicos-

- Pobreza
- Marginalidad
- Desigualdad
- Valor del SE
- Bienestar

Agua-

- Zona de descarga y recarga
- Patógenos y plaguicidas
- Calidad del agua
- Contribución a la cuenca

Suelo-

- Infiltración
- Compactación
- Erosión
- Tasa de descomposición de nutrientes

Biodiversidad-

- Especies clave
- Especies relacionadas con el agua
- Endemismos
- Especies raras
- Especies invasivas

Bosque-

- Biodiversidad
- Estado físico y sanitario del bosque

Ecosistema-

- Integralidad
- Funcionalidad

En esta etapa los indicadores provienen de la revisión bibliográfica sobre indicadores y el escenario óptimo. Se realizaron pequeños ajustes para tener listos para el proceso de evaluación y ponderación con expertos. Los criterios de modificación fueron enfocados sobre: el nombre del indicador fuera comprensible (en cuanto a que media) y la unidad de medida fuera la adecuada para la función, el proceso o elemento a medir, ya que especialmente en el escenario óptimo puede haber la descripción (más conceptual) de estos pero sin un indicador o unidad de medida preciso.

ETAPA 2. Proceso de evaluación y ponderación con expertos

En esta etapa la primera propuesta de indicadores se sometió a un proceso de evaluación y ponderación con expertos de México y Canadá, a través de entrevistas, revisión de textos sugeridos, discusiones y consultas adicionales. Quienes participaron fueron expertos en los temas, como valoración de servicios ecosistémicos, indicadores –sociales, económicos y ecológicos- agua, bosque, geografía urbana. De esta forma, dicho proceso de evaluación y ponderación de la propuesta de indicadores fue consolidado con la realización de veinticinco entrevistas abiertas a expertos en indicadores y en evaluaciones ambientales, provenientes de las instituciones como COLMEX, UNAM, ACUMAR, UQAM, CEF, UDEM, ULAVAL, UQAR, CSBQ, McGill, Université TELUQ y UAEM (Anexo 1) entre de diciembre 2014 a julio 2015 con la ayuda de un formato con los indicadores propuestos en la primera etapa, su breve descripción y una escala de calificación de 1 al 5, donde 1 es indicador no útil y 5 excelente opción (Anexo 2). Posteriormente se llevaron a cabo reuniones continuas de trabajo con cuatro investigadores canadienses con mayor experiencia en el tema (y disposición de tiempo): Elise Filotas (sociedad y bosque, complejidad ecológica, modelización de sistemas socio- ecológicos y manejo sustentable del bosque- Département Science et Technologie, Université TELUQ), Jerome Dupras (economía ecológica, evaluaciones económicas SE, geografía ambiental, manejo planificación territorial- Département de géographie, Université de Montréal), Sara Teitelbaum (indicadores socio-ambientales, sociología del ambiente, metodología cualitativa, gestión comunitaria de los recursos naturales, silvicultura social- Programmes en environnement et développement durable à l' Université de Montréal), Tanya Handa (ecología forestal, arbolado del medio urbano y peri- urbano, diversidad y descomposición en los ecosistemas forestales- Département des sciences biologiques, UQAM, CSBQ y Conséquences des changements globaux sur les processus écosystémiques, CEF) e, Isabelle Aubin (ecología forestal, perturbaciones humanas, integridad ecológica, ecología de comunidad, biodiversidad, estructura y función- Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada y Chercheur scientifique en Écologie de la végétation forestière, CEF) y el Dr. Daniel Kneeshaw (gestión sustentables del bosque, herramientas para la gestión sustentable de los bosques, dinámica poblacional forestal e indicadores ambientales- Department of Biological Sciences UQAM y Chaire en aménagement forestier durable, CEF), por medio de entrevistas a profundidad, consultas breves, discusión de artículos y reuniones individuales y colectivas efectuadas de enero a julio 2015 (Anexo 3). Paralelamente, se discutieron los indicadores en reuniones de retroalimentación dentro del laboratorio del Dr. Kneeshaw²¹ (enero a mayo 2015), en el Congreso de Estudiantes de Doctorado del Posgrado en Geografía, UNAM (marzo 2015) y con profesores de áreas forestales durante el congreso anual del CEF²² (mayo 2015) (Anexo 4).

El diseño de indicadores ha implicado esta etapa de evaluación y ponderación de indicadores con expertos para garantizar que no se cometan los errores comunes documentados en la generación de indicadores (Dale & Beyeler, 2001), como: i) un muy reducido número de indicadores puede resultar obsoleto para reflejar la complejidad de los sistemas; ii) se confunde la selección de indicadores con aciertos y objetivos de programas y de monitoreo y; iii) programas de manejo y monitoreo, especialmente en el área ambiental, tienen comúnmente poco científico; ya que los

²¹ Laboratoire d'écologie et d'aménagement forestier, Département des sciences biologiques, UQAM.

²² Centre d' Étude de la Forêt (CEF), Centro de Estudios del Bosque en español.

indicadores requieren capturan la complejidad de los sistemas que miden y aún, mantenerse simples y comprensibles. Los indicadores que resultaron seleccionados de la segunda etapa son (Figura 18).

Sociales-

- Equidad en el acceso justo al agua y a la calidad
- Manejo del recurso (huella hidrológica)
- Educación ambiental (tres indicadores)
- Percepción del valor de la naturaleza

Económicos

- Pobreza (dos indicadores)
- Inequidad

Ecológicos Agua-

- Infiltración
- Calidad del agua con un análisis básico
- Calidad del agua incluyendo patógenos, plaguicidas y metales pesados

Ecológicos Suelo-

- Propiedades químicas
- Análisis químico

Ecológicos- Biodiversidad-

- Especies clave en la cadena trófica
- Inventario de aves

Ecológicos Bosque-

- Retención de árboles muertos
- Composición de la biodiversidad y en el estadio

Ecológicos Ecosistema-

- Dinámicas naturales de cambio

Se realizaron ajustes, según las observaciones y comentarios del proceso de evaluación y ponderación con expertos, en particular dando seguimiento a las entrevistas a profundidad, mejorando la lista de indicadores (Figura 18 y Anexo 3). Los criterios de los cambios en este caso obedecieron a lo sugerido por los expertos, donde algunas preguntas eran recurrentes: ¿para qué lo vas a medir? ¿Cómo lo vas a medir? ¿Cómo se vincula con PSA? Y estos cuestionamientos surgían cuando los indicadores obtenían evaluaciones bajas o se expresó que no quedaba claro algún indicador y sus fines.

Sociales-

- Gobernanza
- Participación e inclusión
- Educación ambiental y percepción
- Grupos de poder y redes asociadas al bosque y al agua

Económicos-

- Valor económico del SE
- Valor económico para los usuarios por sustitución
- Valor económico para los proveedores

Ecológicos-

- Agua (calidad integral del agua y capacidad de amortiguamiento del agua)
- Suelo (productividad del suelo, compactación y caracterización),
- Biodiversidad (especies relacionadas con el agua, especies invasivas y calidad del hábitat),
- Bosque (dinámica natural del bosque)
- Ecosistema (cambios del ecosistema, resiliencia y adaptabilidad).

También en esta etapa se hizo hincapié en la claridad de los nombres de los indicadores para que expresaran plenamente el objetivo de medida.

ETAPA 3. Listado final de los indicadores por su viabilidad

Dado que el listado de indicadores evaluados y ponderados responde a indicadores óptimos para la evaluación integral del PSAH esta considera un panorama recomendable en términos de calidad, cantidad, escala, frecuencia y disponibilidad de información necesaria para construirlos, pero no responde al manejo y disponibilidad de información en México. Por lo cual se tuvo que realizar una selección final de los indicadores que se incluyó en la (Figura 18):

Sociales-

- Equidad en el acceso justo al agua
- Educación ambiental y percepción
- Gobernanza
- Beneficios para la comunidad
- Equidad y derechos y capacidad de la comunidad de producir SE

Económicos-

- Marginalidad
- Valor del SE
- Valor económico para el usuario por sustitución
- Valor económico para proveedores
- Bienestar y sustentabilidad económica del PSA

Ecológicos Agua-

- Calidad integral del agua
- Capacidad de integración del agua
- Contribución a las microcuencas y cuencas

Ecológicos Suelo-

- Productividad
- Compactación y caracterización
- Erosión y tasa de descomposición de nutrientes

Ecológicos Integralidad y funcionalidad-

- Grupos funcionales de la biodiversidad
- Riqueza de los taxa vinculados al agua
- Salud forestal por daño físico y sanitario severo
- Salud forestal por retención de árboles muertos
- Estructura y dinámica forestal
- Calidad del hábitat

El anterior listado fue el que se intentó aplicar para la evaluación integral del PSA a escala local para el estudio de caso de Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, para determinar cuáles indicadores tenía mayor cantidad y calidad de información para su construcción. Bajo ese criterio se decidió re-seleccionarlos para tener la lista final de doce indicadores. Otro criterio de selección en esta etapa fue la gran cantidad de indicadores posibles y para reducir la lista además de la información disponible tenían que ser indicadores bien evaluados por los expertos y que reflejarán y focalizaran de la mejor manera los efectos de PSA.



Figura 18. Proceso de diseño de indicadores para la evaluación integral de los efectos socio-económicos y ecológicos del PSAH. Fuente: Elaboración propia.

Como ya se mencionó, en esta etapa aún resultaron demasiados indicadores (22) que conformaban la propuesta, se decidió tomar los mejor evaluados por los expertos (Anexo 4) y con mejor calidad y cantidad de información para su construcción, dejando tan sólo tres indicadores por cada categoría, lo cual se explica a detalle en la siguiente etapa y en el capítulo 4.

Sobre el trayecto que cada grupo temático de indicadores tuvo, los criterios de selección muestran, en el caso de los indicadores: i) *Sociales*- se fueron enfocando hacia los beneficios o procesos directos en la comunidad, dejando fuera los implican otros actores no asociados al PSA o cuyos efectos de PSA pueden diluirse con mayor facilidad con otros procesos o políticas como puede ser la educación ambiental o el valor de la naturaleza. Además de la falta de información a esa escala. ii) *Económicos*- se fueron enfocando de las condiciones económicas generales de la comunidad hacia a la relación directa del pago o participación del PSA en la economía del comunidad, para evitar medir otros aspectos socio- económicos ajenos al PSA. En este caso la falta información fue más en el sentido temporal que espacial, dificultando el seguimiento. iii) *Hidrológicos*- de igual manera se fueron focalizando de procesos más amplios en la cuenca a los cuerpos de agua presentes en la comunidad y en el caso de la calidad del agua la tendencia fue hacia la viabilidad para poder medir plaguicidas, metales pesados o un amplio rango de patógenos. iv) *Edafológicos*- se había considerado una serie de indicadores para esta parte, y así tener claridad sobre el estado del suelo como componente prioritario de la provisión de servicios hídricos; sin embargo para centrarlo en la evaluación de efectos de PSAH no era necesario tal detalle de datos y las formas de medio también requieren tiempo y materiales, por lo cual se acotó a uno sólo que conjuntara parámetros de fáciles de medir y relevantes para la provisión del SE. v) *Biodiversidad*- comenzó como un apartado sólo de indicadores pero en el transcurso del diseño, evaluación y ponderación de indicadores se hizo evidente que su buen estado revela el buen estado del bosque o ecosistema a evaluar por lo que se incluyó como indicador forestal. vi) *Bosque y Ecosistema*- para bosque originalmente se consideraron indicadores de biodiversidad y de salud forestal, para ecosistema estaban de inicio todos los indicadores ecológicos o de procesos y funciones ecológicos, estos al final se convirtieron en la categoría forestal, tomando los indicadores mejor evaluados, representativos de los efectos de PSAH y con mayor cantidad de información.

ETAPA 4. Aplicación de los indicadores

Inicialmente en esta etapa se aplicaron los doce indicadores seleccionados de las etapas anteriores (presentados a mayor detalle en el capítulo 4) al estudio de caso con una serie de técnicas cuantitativas y cualitativas que implicaron investigación documental (recopilación de estadísticas, datos, mapas, etc.) y trabajo de campo con el uso de los datos de entrevistas y encuestas realizadas entre 2012- 2017 a los actores involucrados (comuneros y jornaleros de la comunidad y funcionarios de la Comisión Nacional Forestal estatal y nacional). Posteriormente, se llevó a cabo una documentación y argumentación de los rangos de interpretación con base en los escenarios esperados que implicó la normalización de los resultados de los indicadores como efectos positivos (100-70%), neutros o por mejorarse para ser positivos (69- 50%) o negativos (menos de 49%). Los rangos de interpretación de todos los indicadores se adecuaron para responder a los mismos porcentajes dentro de los rangos de interpretación para facilitar la interpretación de los indicadores en su conjunto.

Paralelamente para la interpretación integral se creó una línea base, siendo el referente de la condición que presenta cada indicador antes de la entrada del PSA en el área de estudio y se ocupa para ser comparada con el escenario esperado y el resultado obtenido de los indicadores, con la finalidad de ampliar y profundizar los referentes del análisis de los efectos sociales, económicos y ambientales del PSA. De igual manera, se realizó una representación gráfica de los resultados por medio de la generación de una gráfica radial con datos de los doce indicadores, la cual permite visualizar los resultados en su conjunto y además, para complementar la integración de los indicadores se sumaron los resultados de los doce indicadores junto con la creación de un superíndice, que suma los valores de cada indicador (8.3/100 por cada uno, donde 8.3 es cuando el indicador cumple el 100%).

De esta manera, los productos finales de este trabajo serían: i) la propuesta metodológica para el diseño de indicadores que evalúen políticas públicas ambientales, asociadas a SE a escala local; ii) la evaluación integral de los efectos sociales, económicos y ambientales del PSA a escala local en Suelo de Conservación de la Ciudad de México con la operalización de las variables dentro del marco analítico de SES; iii) la replicabilidad de la propuesta a escala local para evaluar políticas de conservación; iv) algunas observaciones para la mejora del PSAH como política pública e; v) identificación de variables clave para el futuro monitoreo.

Del conjunto de indicadores propuesto se midieron en campo: cantidad y calidad del agua con dos sesiones de muestreos (una en 2012- 2013 y otra, 2015- 2017), la competitividad económica, el valor económico para proveedores, la percepción de mejora de la comunidad, la gobernanza e institucionalidad y parte del acceso al agua con trabajo de campo (entrevistas y encuestas 2012, 2013, 2016 y 2017). El resto del indicador del acceso al agua con trabajo de campo (encuestas 2015- 2017) y documentación. Con Sistemas de Información Geográfica (SIG) se calcularon los indicadores de salud forestal, calidad del suelo y la funcionalidad del complejo suelo- vegetación. El indicador de valor de sustitución se calculó con documentación y trabajo de gabinete. Las líneas base se buscó documentarlos con datos e información lo más similar al cálculo del indicador en el presente para tener indicadores comparables. Es en los capítulos 4 y 5, donde se describen a detalle las formas de cálculo de cada indicador.

Observaciones finales

Las evaluaciones de las PPA son fundamentales dentro del ciclo de la política pública, que sirven para conocer su desarrollo y los efectos generados, es decir, para determinar si las acciones emprendidas solucionan o previenen los problemas que aquejan a la sociedad en términos socio-ambientales, y permiten atender los cuales han sido motivo del desarrollo de estos instrumentos.

También resulta ser una cuestión interdisciplinaria, dado que la existencia de pocas evaluaciones de programas de PSA de carácter académico nos muestran una serie de metodologías y técnicas propuestas que lo visualizan desde las ciencias naturales, sociales y económicas con ausencia de una visión amplia e integral que evalué los efectos (a mediano y largo plazo). Los que es de suma importancia, proque según Nioche (1982: 102): “la evaluación de efectos es el nivel más

representativo en la evaluación de las políticas pública” y concluye que se trata de la necesidad de medir los alcances de las acciones administrativas en distintos contextos.

Así, la experiencia de evaluaciones de programas de PSA, debe complementarse con los estudios sobre los Servicios Ecosistémicos mismos, aunque el avance en este sentido no ha permitido contar determinadamente con un marco teórico particular para su valoración (Boyd & Banzhaf, 2007). ES importante comprender que la evaluación de política pública no se limita a recomendar la utilización de un solo método o enfoque, considerando que evaluaciones son adaptativas al objeto y/o sujeto para el cual se creó la política, además de las metas de cada instrumento de PPA (Feinstein, 2007; Nioche, 1982).

El diseño metodológico aquí propuesto comprende cuatro etapas en el proceso de desarrollo de los indicadores, que son el objetivo del presente trabajo. Estas etapas implican: 1) propuesta inicial de indicadores, 2) proceso de evaluación y ponderación con expertos, 3) listado final de los indicadores y 4) aplicación de los indicadores. Como reflejo del contenido de la tesis, dichas etapas se insertan en los capítulos de la siguiente manera: Etapa 1 (propuesta inicial de indicadores) en los capítulos 1 a 3; Etapa 2 (proceso de evaluación y ponderación) en capítulo 2; también aporta a la Etapa 1 el capítulo 3, ya que presenta la caracterización del estudio de caso; Etapas 2 y 3 se llevan a cabo en el capítulo 4, es decir, el desarrollo de indicadores y; por último, en el capítulo 5, se aplican los indicadores del listado final al estudio de caso, como determina la Etapa 4.

La propuesta de indicadores busca generar una forma de cuantificar de manera científica pero simple los efectos del programa de PSA a la escala local; con la finalidad de saber si este instrumento de política pública de conservación forestal verdaderamente funciona y de qué manera.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El pago por servicios ambientales ha sido aplicado en la modalidad de Hidrológicos como instrumento de PPA en la Comunidad desde 2004, aunado a que la comunidad ha participado activamente en múltiples proyectos y programas ambientales a nivel federal, estatal y delegacional en distintos tiempos. En específico, dentro del PSA la comunidad ha logrado abarcar un total de 5,087 entre 2004 y 2012 (Sandoval y Gutiérrez, 2012:74-79; García Santillán, 2012). Adicionalmente, desde 2012 la comunidad participó en el mecanismo llamado Fondos Concurrentes, financiado por la CONAFOR en conjunto con el ICA (Ingenieros Civiles Asociados), con 220 ha y el apoyo económico más alto del país (\$1600.00 M. N./ha/año) hasta entonces y fue primero en aplicarse en la Ciudad de México, lamentablemente dicho mecanismo se interrumpe ante la quiebra de ICA. La comunidad sufre una sanción por el incumplimiento de compromisos (entrega y validación de informe de otro por programa por CONAFOR y SEMARNAT), quedando suspendidos de participar desde 2013 hasta 2016, siendo 2017 el año en vuelven a participar.

La necesidad de realizar las evaluaciones de efectos del PSA a escala local se debe principalmente a que la diversidad de contextos de aplicación del programa (Rodríguez- Robayo *et al.*, 2018), así como socio- ecosistemas con dinámicas y características particulares, e incluso formas de reaccionar ante el programa distintas en términos espaciales y temporales. Es decir, es en la escala local es donde pueden analizarse a detalle a que los efectos que ocasiona la participación en el PSA. Además, ha habido ajustes en: las reglas de operación, la creación de programas y proyectos especiales (problemáticas locales) y el desarrollo de una tendencia de atención local y descentralizada (Perevochtchikova, 2011; Rojo & Perevochtchikova, 2014).

Para el presente trabajo el estudio de caso fue elegida la comunidad de *Ajusco*²³ por varias razones, inicialmente por su importante trayectoria participando con el PSA desde 2004, teniendo comisariados y otros actores dentro de la comunidad que se han apropiado de manera diferenciada del programa, desde ser premio nacional forestal 2012 a ser sancionados al año siguiente (CONAFOR, 2012; *entrevistas, 2016 y 2017). Otras razones son la relevancia del área de estudio en términos ecológicos, socio- económicos, culturales e históricos; y la complejidad socio- ecológica que en el lugar se entretiene, con el predominio de grandes problemas ambientales, sociales y económicos más la presión del crecimiento no planeado de la ciudad.

²³ Nombre atribuido a sí mismo por la Comunidad y por el resto de pueblos del Ajusco.

3.1 La Comunidad: ubicación, historia, formas de organización social y población

3.1.1 Ubicación geográfica

Los pueblos San Miguel y Santo Tomás forman parte de la denominada Comunidad de Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, cuya ubicación es en el suroeste de la delegación Tlalpan y al sur de la Ciudad de México. San Miguel tiene las coordenadas 19.2206 latitud, -99.2047 longitud y un rango de altitud entre 2728- 3204 msnm y un promedio de 2920 msnm. Mientras Santo Tomás, más al oeste, se ubica a la 19.2208 latitud, -99.1944 longitud y; rango de altitud de 2912-3261 msnm, un promedio de 2993 msnm. La Comunidad tiene una superficie total de 7,139.200 hectáreas reconocidas por el Registro Agrario Nacional (2013). Colinda al norte con las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Coyoacán; al este con Xochimilco y Milpa Alta; al sur con el Estado de Morelos, y al oeste con el Estado de México y la delegación Magdalena Contreras (GDF, 2000) (Figura 19).

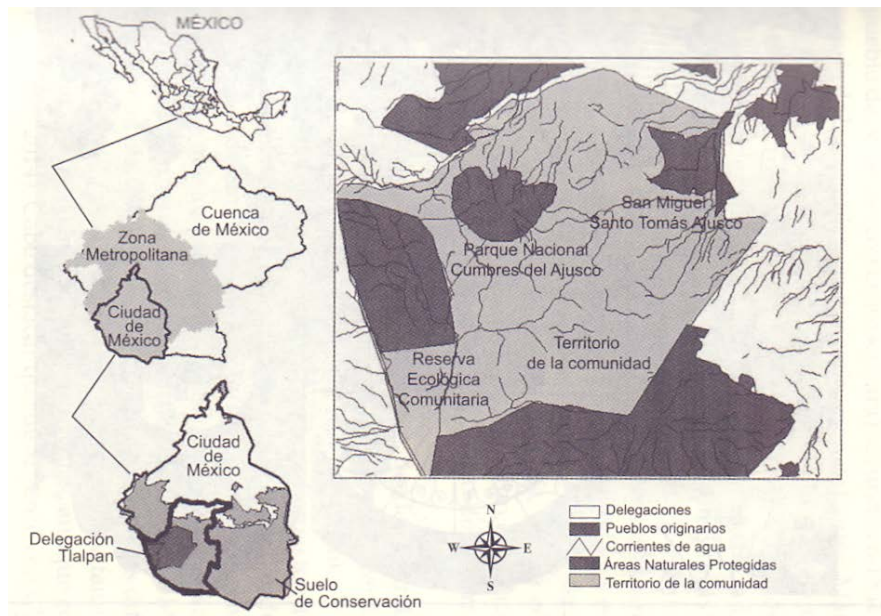


Figura 19. Ubicación de la zona de estudio, San Miguel y Santo Toma Ajusco. Fuente: Tomado de Perevochtchikova (2016: 49).

La comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (SMyST) cuenta con 604 comuneros (122 mujeres) con título de propiedad de la tierra con una superficie reconocida de 9,120 ha (7, 000 ha reconocidas por la reforma agraria) (Rojo & Perevochtchikova, 2014). Los usos de suelo presentes en la comunidad son: bosque de encino, bosque de pino, bosque de oyamel, bosque mixto, pastizal, agricultura, matorral y los dos pueblos que se consideran, casco urbano (Perevochtchikova, 2016). La cobertura forestal corresponde al 45% del territorio, por lo cual, ha habido varios programas ambiental y social, ejecutados por instancias federales y locales (*Ibid*). Para el caso de los

ambientales se encuentran: el Programa Nacional de Desarrollo; con los Decretos y Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas y Reservas Comunitarias (a nivel federal); - la Agenda Ambiental del Distrito Federal y el Plan Verde; con el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal y los Programas de Fondos Comunitarios para el Desarrollo Rural Equitativo y Sustentable (a nivel local) (Sheiibaum, 2011; Imaz *et al.*, 2011):

3.1.2 Historia de la comunidad

La toponimia del pueblo es: Ajusco significa “Lugar donde brota el agua y las flores” (en náhuatl: *atl, xochitl, co*, ‘agua, florecer, el donde’ ‘floresta de aguas) (GDF, 2007; Mena sin/f) (Figuras 20a y b):



La historia de este lugar señala que el Arcángel San Miguel se apareció en este lugar en tres ocasiones, por ello Tlalpan tiene tres pueblos llamados San Miguel. Cuenta con fiestas dedicadas a este Arcángel: el 29 de septiembre y 8 de mayo como el día de las apariciones

Figura 20. Escudos de los Pueblos de a) San Miguel Ajusco y b) Santo Tomás Ajusco. Fuente: tomado de GDF, 2007.

El territorio de la comunidad primero fue habitado por los Tepanecas, conocidos como “habitantes del lugar sobre piedras o los que se encuentran sobre piedras” referenciando a que habitaban sobre la lava del pedregal al sur del valle de México (Hernández, 2006: 29). Los Tepanecas fundaron Azcapotzalco y alrededor del año 1371 d. C. se expandieron al sur, ocupando un tiempo Coyoacán, pero más tarde quedaron subordinados ante los Mexicas (Condes, 2002; Hernández, 2006). Sobrevivieron a la Conquista haciendo alianza con los españoles, quedando fundado como pueblo de *Axusco*²⁴, formalmente en 1521 en la parte de San Miguel y siendo el primer pueblo reconocido por la Corona Española con 3, 510 ha y en el lienzo que lo confirma (Chávez, 2011; Mena, sin/f y sin/f).

Desde tiempos antiguos hubo disputas entre los dos pueblos – San Miguel y Santo Tomás- por el territorio y por la división natural de los pobladores de Santo Tomás de origen Mexica y de San Miguel de origen Tepaneca; por lo cual la fundación formal de Santo Tomás se realizó hasta 1707, mediante principalmente, los lazos familiares que fueron dándose (Chávez, 2011; Mancilla, 2004). Luego, como tierras comunales, estuvieron en un periodo bajo la jurisdicción de Coyoacán, aunque eso no detuvo los fuertes conflictos por las tierras, con las haciendas y los ranchos (Chávez, 2011).

²⁴ Nombre náhuatl, así aparece en los documentos históricos.

Para los tiempos de la colonia se reorientaron sus actividades económicas hacia la agricultura, la ganadería y los caballos (Chávez, 2011; Condes, 2002; Mena, s/ f).

A principios del siglo XIX tuvieron varias pérdidas del territorio, siendo los más significativos por la transacción con el dueño de la hacienda Huipulco para intercambiar tierra del sur por tierras del norte, las cuales perdieron y, otras pérdidas de tierras por los conflictos con tierras eclesiales en los alrededores (Mena, sin/f).

Para la época de la Revolución ambos pueblos lucharon junto a Emiliano Zapata, especialmente los campesinos, siendo sitio estratégico como ruta hacia Morelos, la presencia de la sierra y el ferrocarril. Así, se garantizaba el cumplimiento de las demandas revolucionarias y el reparto agrario entre los comuneros del Ajusco (Mena, sin/f). Durante el gobierno de Huerta fueron desalojados, pero volvieron en 1924 por la confederación campesina. Fue hasta 1948, que con los documentos del Archivo General de la Nación se restituyeron sus tierras que habían estado en conflicto con Xalatlaco, San Miguel Topilejo, Magdalena Petlascalco y Xicalco (Chávez, 2011; Mena, sin/f); y en 1936 se decretó por ley el Parque Ajusco para su protección. De los años 1940, con la construcción de la carretera Ajusco-Picacho, a la década de los 70 se expropiaron terrenos comunales, hubo crecimiento urbano y la instalación de servicios básicos (luz, agua, etc.). Lo que en los años siguientes ha provocado el aumento la demanda de espacios para la expansión urbana, los problemas sociales y ambientales en la Comunidad (Condes, 2002).

3.1.3 Formas de organización comunitaria

Dentro de la comunidad conviven Comuneros²⁵, Originarios²⁶ y Avencidados²⁷, cuyos términos se refieren a: los propietarios por derecho de las tierras definidas como comunales (de propiedad colectiva), quienes nacieron en la Comunidad y familiares directos o cercanos de los Comuneros y, quienes han llegado de otros lugares a instalarse (Almaraz, 2014). Los Comuneros de SMyST Ajusco, un total de 604, tienen derecho sobre las tierras reconocido por el Registro Agrario Nacional (2013); cuya gestión es a través de un órgano de administración denominado Asamblea Comunal (validada legalmente por la Ley Agraria), con la constitución exclusiva de los Comuneros²⁸ (Almaraz, 2014). En la Asamblea se determinan las decisiones comunitarias y se eligen representantes para ocupar cargos honoríficos de administración local (Figura 21).

²⁵ El origen de la palabra *Comunero* es para quien, durante los años 1520 y 1521, participó en la revuelta de las Comunidades de Castilla; donde el nombre deriva del término "Comunidades", que aparece por vez primera en un escrito de protesta al rey Carlos I con motivo del desvío de impuestos (Díez, 1977).

²⁶ Término utilizado para describir a quienes nacieron en determinado territorio, por lo tanto, piensan que tienen una pertenencia al espacio (Romero, 2009), en el caso de Ajusco antes se consideraba a todos los nacidos en la comunidad, pero con llegada de personas de otros lados hoy son originarios sólo los familiares de los comuneros (excepto los políticos) como originarios (*entrevistas 2016 y 2017).

²⁷ No originarios, nombre asignado a quienes llegan a vivir en la comunidad y no tienen lazos consanguíneos con comuneros o nativos (Romero, 2009; Mora *et al.*, 2004).

²⁸ Aunque los Originarios pueden asistir a la Asambleas sólo como observadores (Almaraz, 2014).

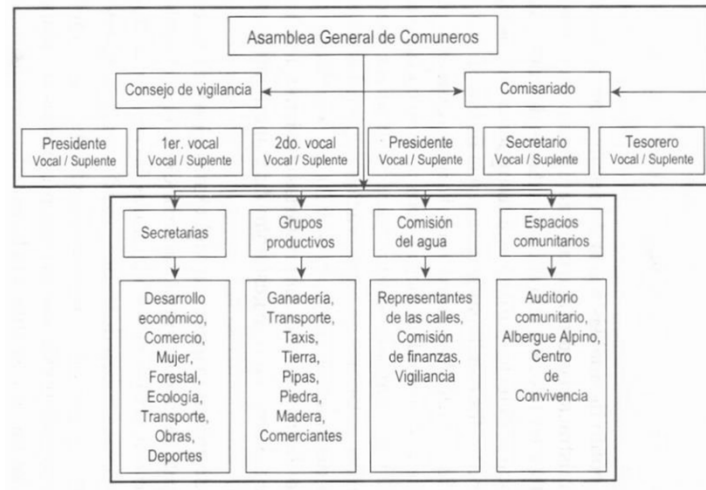


Figura 21. Estructura organizacional de la comunidad de SMyST Ajusco. Fuente: Tomado de Perevochtchikova (2016: 96).

Cada representación comunitaria (elegida por la mayoría de votos en la Asamblea) sólo se desempeña por un periodo de tres años y en casos puede ser destituido si hubiera alguna falta grave a consideración de los comuneros o de la mayoría de los comuneros y, así puede sustituirse antes o conformarse un comisariado interino provisional, si las elecciones son próximas (*entrevistas 2016 y 2017). Para la participación de la comunidad dentro de cualquier programa, social o de conservación, el mecanismo de información, discusión, aceptación y condicionamientos (de ser el caso), es por medio de la Asamblea, donde el voto de 50% más uno se considera mayoría, y en muchos de los casos los funcionarios de gobierno u otros actores involucrados se presentan ante la asamblea con la propuesta o programa que se desea sea aprobado (Perevochtchikova, 2106).

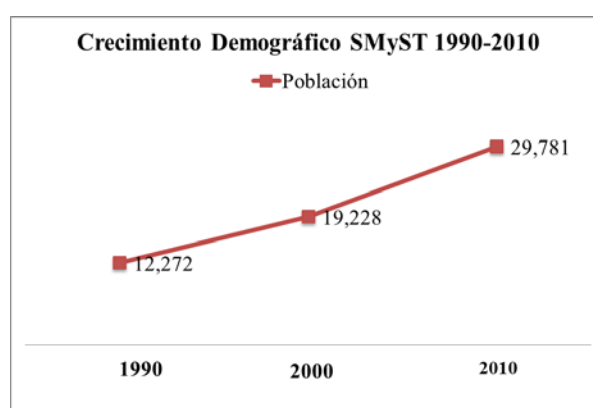
Durante el desarrollo de este trabajo de tesis, hubo acercamiento y colaboración con los representantes de tres periodos administrativos, correspondientes a 2010- 2013, 2013- 2016 y 2016-2019. En el transcurso de esta colaboración se pudo observar que cada equipo de trabajo decide en virtud de sus prioridades, las especificidades de la estructura de gestión comunitaria; in embargo, siempre quedando como núcleo el comisariado, las secretarias y los técnicos comunitarios (*entrevistas 2012, 2013, 2016 y 2017).

3.1.4 Características socio- económicas de la población

Como se mencionó en el párrafo anterior el área de estudio está conformada por la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco compuesta por Comuneros y Originarios de los dos pueblos, San Miguel Ajusco y Santo Tomás Ajusco; de los cuales los comuneros son propietarios del territorio comunal y tienen derecho a: tierras, bosques y agua dentro de la Comunidad como su posesión (Art. 27 constitucional), también a su lengua, su cultura, su usos, sus costumbres y formas

de organización (Art. 4 constitucional), además de la obligaciones marcadas dentro de la ley agraria y los reglamentos comunitarios, de ser el caso. Aunque, por el desarrollo histórico del lugar y su cercanía con la ciudad de México, la comunidad cohabita con los avecindados (Hagene, 2007; Mora *et al.*, 2004).

La comunidad se estableció desde tiempos prehispánicos y ha ido aumentando en su población en las últimas décadas, especialmente con la llegada de avecindados y la presión desde 1970, según Aguilar (2009) (Gráfica 8). La comunidad ha tenido una composición demográfica por género desde 1990 a la actualidad de más o menos el 50% (GDF, 2000b, c; INEGI, 1990, 2000, 2010; INEGI/ SEDESOL, 2013).



Gráfica 8. Crecimiento poblacional de 1990 a 2010 en la comunidad (SMyST Ajusco). Fuente: Elaboración propia con base en GDF (2000b, c); INEGI (1990, 2000, 2010); INEGI/ SEDESOL, (2013).

Si bien la gráfica anterior hace referencia al total de la población de la comunidad (comuneros, originarios y avecindados) es difícil desasociarlos por categorías (originarios y avecindados). Por lo tanto, el presente trabajo se enfoca sólo de Comuneros y originarios, por su posesión del territorio, así como derechos y obligaciones vinculadas, y finalmente, son quienes en Asamblea deciden la participación en el programa de Pago por Servicios Ambientales, al mismo tiempo que son quienes participan (voluntariamente o a veces por convocatoria) en el desarrollo de sus actividades.

3.2. Unidades geográficas socio- ambientales de análisis

Las unidades geográficas socio- ambientales se definen por las formas de organización espacial de los socio- ecosistemas identificables por sus características similares agrupables (Rodríguez & da Silva, 2009). Es decir, es una metodología de análisis socio- ambiental que se realiza desde la geografía ambiental para caracterizar y sistematizar los elementos geográficos dentro de un territorio, con el fin de conocer cómo dentro de la heterogeneidad territorial existen conjuntos

homogéneos, determinados por sus características socio- ambientales (Rodríguez & da Silva, 2009). Inicialmente se lleva a cabo con los aspectos geográficos ambientales, generando unidades geográfico- ambientales a la que y posteriormente, se añade la caracterización socio- económica.

3.2.1 Unidades geográficas- ambientales

Con el objetivo de describir el socio-ecosistema del estudio de caso desde la perspectiva geográfica, se generaron unidades geográficas socio-ambientales, mediante el desarrollo y análisis de unidades geográfico- ambientales y geográfico- socioeconómicas, utilizando insumos de la revisión documental (estadísticas, mapas, artículos, libros, bases de datos, etc.). Las unidades geográfico- ambientales de la zona fueron constituidas con base en estudios similares (Arredondo, 2012; García *et al.*, 2005) y basándose en la metodología de Bertrand (1968) que parte del reconocimiento de los principales componentes del territorio (morfo-estructura, clima, relieve, hidrología, suelo, vegetación, grado de conservación, usos de suelo y actividades económicas). Dentro de este proceso su clasificación geográfico- ambiental involucra tres escalas de análisis: la primera, es de los *geosistemas* (decenas de km²) para la descripción del contexto geográfico y; la segunda es de *geofacies* (centenares de m²) para la caracterización geográfica local (García *et al.*, 2005). De esta manera se puede tener una visión integrada del espacio, dentro de un modelo integración geoecológica del paisaje, que considera los componentes centrales tanto ambientales como socio- económicos (Arredondo, 2012; García- Romero, 1999; García & Muñoz, 2002). A continuación, se presentan brevemente las características y datos para la generación de dichas unidades geográfico- ambientales; presentando en el mosaico de todas las características ambientales (Figura 24).

Geología y Geomorfología

El material geológico predominante en la zona son las rocas ígneas extrusivas intermedias (Castro, 2003). Según el atlas de la PAOT (2012), En términos geológicos el área de estudio presenta distribuida en mayor superficie: roca ígnea extrusiva intermedia, basalto, basalto- brecha volcánica basalto, suelo residual e ígnea extrusiva básica; en menor medida andesita como se muestra en la Figura 24, a) Geología. Por lo tanto, los tipos de roca presentes son: ígnea extrusiva básica en las partes altas de la comunidad y volcánico clástico en las partes bajas (en el pueblo y en los alrededores del pueblo) (INEGI, 2010) (Figura 24, b) Tipo de roca). Los procesos mediante los cuales se generó la geología presente en el sitio se describen a continuación.

Geológicamente, la sierra del Ajusco se formó en las últimas etapas de formación del Eje Volcánico Transversal (EVT). Específicamente, fue en la sexta en el plioceno, con productos piroclásticos acumulados en la base de las serranías en forma de abanicos de grandes espesores y extensiones. Es así, como la Sierra del Ajusco cerró el desagüe de la cuenca del valle de México, ahora de tipo endorreica) generando una intensa acumulación de depósitos aluviales en su fondo. Por otro lado, en la séptima periodo es la correspondiente al Pleistoceno Superior, se originó la mayor parte de la Sierra del Ajusco (como parte de la Sierra de Chichinautzin), Tabla 11 (White, 1962; Rzedowsky & Calderón, 2005).

Tabla 11. Procesos de formación geológica de la zona de estudio

<i>Era Geológica</i>	<i>Proceso</i>	<i>Unidad Geomorfológica resultante</i>
Plioceno medio	Emplazamiento de varios domos de lava andesítica	El Volcán del Ajusco
Plioceno tardío	Se alinean un sistema de fractura a 65° N	Sistema de volcanes Los Picachos, Ajusco, Panza y conos asociados
	Glaciares dejaron cuernos y valles en forma de “U”	Glaciares de Santo Tomás y Albergue
	Glaciares dejan circos y morrenas en los volcanes	Relieve escarpado de los Volcanes Los Picachos y Ajusco

Fuente: Elaboración propia con base en Delgado & Martín (1992).

La tabla anterior describe los procesos mediante los cuales se generaron las unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio, provenientes del plioceno.

Las dos geoformas fundamentales presentes en Ajusco, que fueron caracterizados por Delgado & Martín (1992):

- **Formación Ajusco.** Al noroeste de Ajusco, es una unidad andesítica formada en el Mioceno tardío o Plioceno tardío, compuesta por andesita porfírica, color café rojiza y con zonas formadas de diferentes cristales. Esta formación de lava está expuesta en el noreste del área, con rocas de volumen calculado de 900m³.
- **Formación Quepil.** Esta unidad está hecha de lava andesítica conformada de varios cristales, el volcán del Quepil. El grueso de la formación es de 500m y forma parte de la unidad mayor de la formación de la Sierra de las Cruces.

El completo de formaciones geomorfológica en la zona de estudio implica: el volcán de los Picachos con una serie de fracturas, los tres volcanes de la Panza alineados en la misma fractura que los Picachos, una fisura de lavas en el Valle del Rancho el Zorrillo (formado por dichas fracturas), el volcán de Agua grande y el Jumento también están vinculados a la fractura principal y, la forma de herradura de los volcanes de Agua Grande, Panza y Jumento se debe al colapso del movimiento de la lava en uno de los flancos²⁹ (White *et al.*, 1990).

Estas formaciones dan lugar a una geomorfología diversa que presentan en la mayoría del territorio laderas moldeadas por una disección profunda; seguidos en porcentaje de superficie por derrame de lava, campos de malpaís con suelos de andosol de textura media; piedemontes sobre rocas volcánicas epiclásticas y depósitos laháricos de composición intermedia; edificio volcánico cinéritico; piedemontes compuestos de lavas, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos; planicie

²⁹ Para mayor detalle, en los textos de White & Valastro (1984), White (1986) y White *et al.* (1990) se hace una revisión sobre la historia glacial, que dio forma a los valles del Ajusco.

aluvial y; ladera montañosas (Figura 24, c) Geomorfología). Estas características geológicas y geomorfológicas han dado lugar a un tipo relieve caracterizado por INEGI (2010) de montañas, (en la menor proporción del territorio (en el límite de la comunidad con el Estado de México y el límite oeste con la delegación Magdalena Contreras) y de lomeríos en la gran parte de la comunidad (Figura 22, d) Relieve).

Clima

El clima correspondiente a la zona de estudio según Köppen-García (García, 1966) es:

- *Cb (w2)* Templado, semifrío, con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, menos de cuatro meses con temperatura mayor a 10°C, subhúmedo, precipitación anual entre 200 y 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.
- *Cb'(w2)* Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

Según INEGI (2010) puede clasificarse como frío en las partes altas (en el límite de la comunidad con el Estado de México y el límite oeste con la delegación Magdalena Contreras) y templado subhúmedo en las partes de lomeríos y el pueblo, cubriendo este tipo de clima la mayor parte de la comunidad (Figura 23, e) Clima).

El clima reportado para la Delegación Tlalpan (GDF, 2000; INEGI, 2014) refiere: una precipitación promedio anual de 832.4 mm con rangos que van de 1,200 a 1,400 mm anuales, con los meses más lluviosos en julio y agosto, la temperatura promedio anual 15.5°C, los meses más calurosos marzo, abril y mayo; para la zona de estudio la temperatura media anual es de 16°C y, la temperatura más alta, mayor a 25°C, se presenta en los meses de marzo a mayo y la más baja, alrededor de 5°C, en el mes de enero.

Edafología

El tipo del suelo en la zona es andosol, que presenta una proporción relativamente alta de hierro y aluminio en la fracción de tierra fina y una alta retención de fosfatos hasta una profundidad de 35 cm, como mínimo. El subtipo úmbrico tiene una consistencia untuosa y una textura franco limosa o muy fina, que no se satura de agua en ninguna época del año. Posee un horizonte A no muy duro cuando se seca, con grado de saturación menor de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico; y un horizonte B de alteración, color claro y bajo contenido de materia orgánica.

Los andosoles, como grupo edafológico, son suelos altamente productivos, comunes en áreas húmedas (de alta o moderada precipitación), asociados a materiales volcánicos y a procesos de intemperismo que generan minerales con estructura cristalina de bajo orden. Tienen un horizonte vítrico o ándrico, que resulta del intemperismo moderado de depósitos de materiales principalmente piroclásticos, que pueden encontrarse en suelos superficiales tanto como en subsuperficiales (Jiménez, 2011). Se reconocen dos tipos de propiedades *ándicas*: la primera, el alófono y minerales semejantes son predominantes (el tipo sil-ándico) de reacción ácida a neutra y; la segunda, prevalencia del aluminio complejado por ácidos orgánicos (el tipo *alu-ándico*) de reacción ácida. Como horizonte superficial, los horizontes ándicos generalmente tienen elevadas cantidades de materia orgánica (mayor a 5%), son de un color muy oscuro o pardo, de macroestructura esponjosa y con frecuencia de consistencia untuosa.

Los suelos predominantes en la Comunidad son el andosol húmico, suelos formados a partir de materiales ricos en vidrio volcánico y ricos en materia orgánica (Ortíz & Ortíz, 1984), con suelos litosoles (suelos con roca dura a muy poca profundidad) como secundarios, con textura media. Para la zona hay grandes diferencias particularmente en cuanto a pH y contenido de calcio que son más bajos en las zonas de recreación y de asentamientos humanos, que en la zona del bosque; en ésta última la cantidad de hongos, bacterias libres fijadoras de nitrógeno y oxidantes de nitritos es mayor (Gómez *et al.*, 1991) (Figura 24, f) Edafología).

Hidrología

La cuenca hidrográfica del valle de México donde se ubica la zona de estudio, tiene un origen geológico vinculado a las propiedades hidrológica fue resumido por Zabala *et al.*, (2017; Edmunds *et al.* 2002) como: secuencias volcánicas de depósitos del Cretácico y Terciario medio que se comportan como acuíferos, de las secuencias del Plioceno tempano lacustre y piroclástico se desconocen las propiedades hídricas (aunque podrían comportarse como un acuitardo³⁰), la secuencia volcánica el Plioceno tardío al cuaternario se comporta como un acuífero y las secuencias del Cuaternario reciente tiene depósitos se comportan como un acuífero e incluyen el acuitardo principal que cubre el centro llano. Son estas condiciones de acuíferos en zonas en rocas fracturadas y en depósitos granuloso; así se provee el 70% del agua de la Ciudad de México de las partes altas en los alrededores de la cuenca (Zabala *et al.*, 2017; Martínez *et al.* 2015; Carrera- Hernández & Gaskin 2008).

En la comunidad pueden identificarse en sitios como Agua Grande presencia de la unión de fracturas de rocas entre estructuras litológicas diferenciadas, donde se presenta contacto entre

³⁰ Se define como una formación geológica semipermeable (también denominada de nivel semipermeable y produce un semi- confinamiento), que contiene importantes cantidades de agua, la cual se transmiten muy lentamente, porque no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas, sin embargo bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos. Este estrato retarda el flujo de agua pero que no lo impide el flujo, ya que sucede por goteo de agua desde acuíferos verticalmente adyacentes. Si bien no proporciona caudales de agua subterránea significativos directamente a los pozos o manantiales, pero puede servir como una unidad de almacenamiento del agua subterránea (UNESCO- WHO, 1998).

brechas volcánicas y depósitos piroclásticos con arcilla y limo (es decir, suelo muy permeables) y cuyos flujos se dirigen hacia varias partes de Tlalpan como Monte Alegre, Agua Grande, Viborillas, Fuentes Brotantes and Peña Pobre (Zabala *et al.*, 2017; DGCOH 2000; Perevovtchikova *et al.* 2015) (Figura 22).

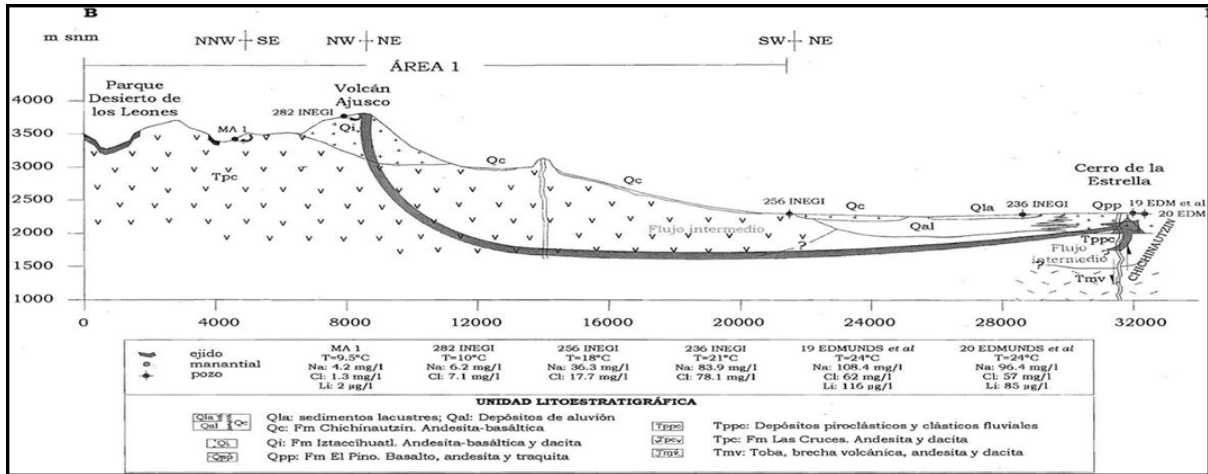


Figura 22. Sección hidrogeológica esquemática documentada por Peñuela (2007: 124).

La figura anterior muestra como es el flujo de agua en la zona de estudio por medio de una sección hidrogeológica esquemática, la cual muestra que el flujo va de las partes altas hacia las bajas. En el territorio de la comunidad se encuentran tres microcuencas presentes Eslava al noroeste de la comunidad, el Zorrillo al noreste de la comunidad (8,743 ha total de superficie de la microcuenca) y Buenaventura al sur de la comunidad (7,252 ha total de superficie de la microcuenca) (Figura 24, g) Microcuencas hidrológicas). Uno de los causas principales de este territorio es el Río Buenaventura, en las laderas del Ajusco en la Delegación Tlalpan con una longitud de 15km (GDF, 2000) los flujos superficiales documentados históricamente en la zona en la Figura 24, h) Flujos superficiales históricos.

Administrativamente hablando, la porción de la cuenca hidrográfica del valle de México que corresponde a la ciudad de México, es tipo endorreica y corresponde a la región Hidrológica-Administrativa 26 del Río Pánuco (GDF, 2000); y está conformada por dos subcuencas hidrológicas: al norte la subcuenca Texcoco-Zumpango (región hidrológica del Pánuco) y al sur subcuenca del Río Huajuapa (cuenca del Balsas- Mezcala) (Toscana, 1998).

Ecosistemas y tipos de vegetación

La zona de estudio presenta un gradiente muy marcado de ecosistemas, proveniente de la altimetría presente, por lo que presenta gran riqueza específica y endemismos (Castro & Bustos, 1992).

Además dentro de la diversidad ecosistémica, se cuenta con una vegetación primaria establecida en zonas del derrame volcánico y los principales tipos de vegetación, hay presencia de: bosque de coníferas, bosque mixto de coníferas y latifoliadas y pastizales de gramíneas amacolladas, junto con campos de cultivo y terrenos para el pastoreo; y por lo tanto, los ecosistemas presentes son: bosque de pino, bosque de encino, bosque de oyamel, bosque mixto, pastizal, matorral y sistemas agrícolas y agro- pastoriles (Castro & Bustos, 1992; Aranda *et al.*, 1995) (Figura 24, i) Tipos de vegetación).

Sobre la gran biodiversidad referente la flora el trabajo sobre vegetación más cercado a la zona de estudio es de Castro (2003), que trata sobre el Parque Nacional de Cumbres del Ajusco, donde se encuentran las siguientes asociaciones: Bosque mixto de *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa* (ubicado a la altura de 3,500 msnm); bosque de *Pinus hartwegii* y zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata* (3,700 msnm); bosque de *Pinus hartwegii* bastante espaciado y zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata* y *Festuca hephaestophila* (3,800 msnm); bosque abierto de *Pinus hartwegii* y zacatonal de *Calamagrostis tolucensis* y *Festuca amplissima* (3,900 msnm). La densidad de las áreas boscosas de la comunidad se considera de densidad media, según INEGI (2010) (Figura 24, j) Densidad de la masa forestal).

La estructura y composición de los ecosistemas del territorio de la comunidad depende de la altitud y relieve presentes, lo cual genera una serie de condiciones micro climáticas asociados a la diversidad de coníferas del área. La estructura vertical está conformada por niveles de estratos arbóreos principalmente y en menor medida de estratos arbustivos y herbáceos, como fue documentado en el inventario estatal forestal de 2010 (CONAFOR, 2010), los estratos presentes para comunidades de *Abies religiosa*, se muestran a continuación (Figura 23).

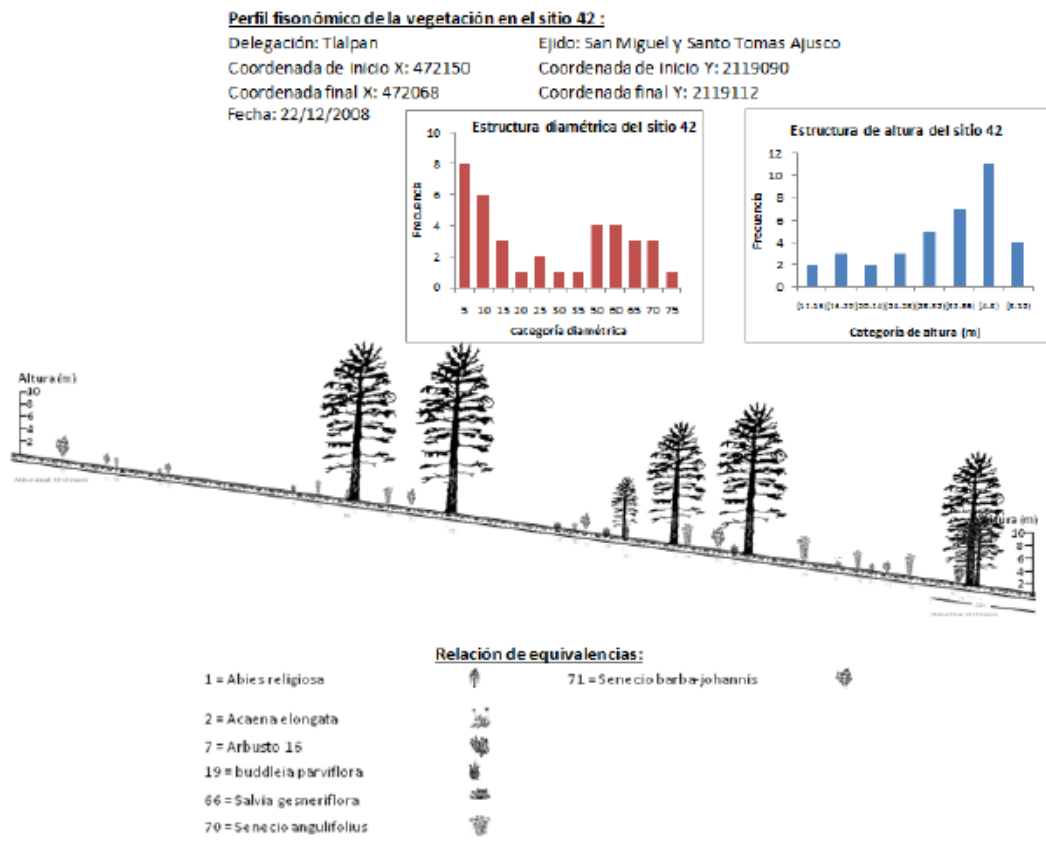


Figura 23. Perfil fisionómico forestal de la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Tlalpan. Fuente: Tomado de CONAFOR (2010: 78).

En la Comunidad se ha estudiado de *Pinus hartwegii* (Castro, 2003). Hay descripciones de las especies asociadas a este pino de las alturas, se encuentra con frecuencia en masas puras, pero también, se asocia en masas forestales mixtas con otras especies de pino (Anexo 5). En el estrato herbáceo, son frecuentes: *Festuca tolucensis*, *Stipaichu*, *Munlenbergia macroura*, *Poa conglomerata*, *Poa annua*, *Bryumprocerum* y *Alchemilla procumbens* (Susano, 1981; Rzedowski, 1983; Santillán, 1991; Castro, 2003).

Mientras que para la biodiversidad Faunística y como parte del Corredor Ajusco-Chichinautzin, las especies de fauna presentes son: i) Vertebrados, alto nivel de endemismos e importante centro de origen y diversificación natural; ii) Riqueza de Mamíferos: teporingo, vencejo, conejo silvestre, lince, zorrillo, ardilla, venado cola blanca, ratón de los volcanes; iii) Riqueza de Aves: gorrión zacatero o serrano, colibrí, halcón cernícalo, codorniz arlequín y; iv) Menor riqueza de Peces: ajolote (Anexo 5). En la zona de se han estudiado:

- i) *Mamíferos*- como el Coyote³¹ (*Canis latrans*) por Aranda *et al.* (1995), el único cánido silvestre que habita en la Sierra del Ajusco; el cual se asocia con especies de mamíferos como de lagomorfos, roedores y domésticos (*Microtus mexicanus*, *Romerolagus diazi*, *Ovisaries* y *Sylvilagus floridanus*), en menor medida aves, también come venado en áreas no perturbadas antropogénicamente e incluso se adaptan a comer animales domésticos. El autor concluye que hay un ligero aumento de la población de coyotes en la Sierra del Ajusco de 1976 a 1995, sobre todo después de la desaparición del lobo en el área.
- ii) *Mamíferos*- el gato montés (*Lynx rufus*) también se distribuye en la zona y se alimenta es fundamentalmente de lagomorfos y roedores; el cual, más cerca de la ciudad caza animales domésticos, especialmente vacas y caballos, y probablemente asociado a la baja población de venados en el lugar (Aranda *et al.*, 2002).
- iii) *Reptiles*- como *Sceloporus grammicus* o lagartija de árbol fue estudiado en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco desde la perspectiva genética, identificando su hibridación parapátrico entre razas cromosómicas en el Ajusco, donde encontraron una diversidad de combinación de cromosomas que representa una diversidad genética (Arévalo *et al.*, 1993). iv) Otro reptil estudiado ha sido *Sceloporus mucronatus mucronatus*, el chintete o lagartija de grieta (Lemos & Ballinger, 1999) de la cual se analizó su dieta omnívora (materia vegetal y artrópodos) en una población en el kilómetro 2.4 de la carretera.

En la zona la herpetofauna que reportada por Castro y Bustos (1992) fue dentro de la Reserva Ecológica del Ajusco-Chichinautzin en la parte de Morelos³², con nueve especies de anfibios y 42 especies de reptiles, 38% raras, 48% comunes y 14% abundantes (4.1% de la riqueza de la herpetofauna en México). También se encontraron, asociados a los bosques de *Pinus hartwegii*, especies de lagartijas de collar, escorpiones, culebras, víboras de cascabel, zopilotes, gavilanes, gallinas de monte, codorniz, tecolotes, colibríes, pájaros carpinteros, azulejos, tlacuaches, murciélagos, armadillos, teporingos, conejos, ardillas, ratones, coyotes, zorras, zorrillos, gato montés, coatís y venado cola blanca (Anexo 5). Más dos especies endémicas: el ratón de los volcanes y el zacatuche, además de una en peligro de extinción: la víbora de cascabel del Ajusco (Anexo 5) (Blanco *et al.*, 1981; Aranda *et al.*, 1980; Castro, 2003).

³¹Preocupantemente se reporta la ingesta accidental de plástico y papel en la ruta de la peregrinación a Chalma (Aranda *et al.* 1995).

³²Para dicha región se desconocía la situación de la herpetofauna a pesar de haber sido estudiada por lo menos por cinco autores (Castro & Bustos, 1992).

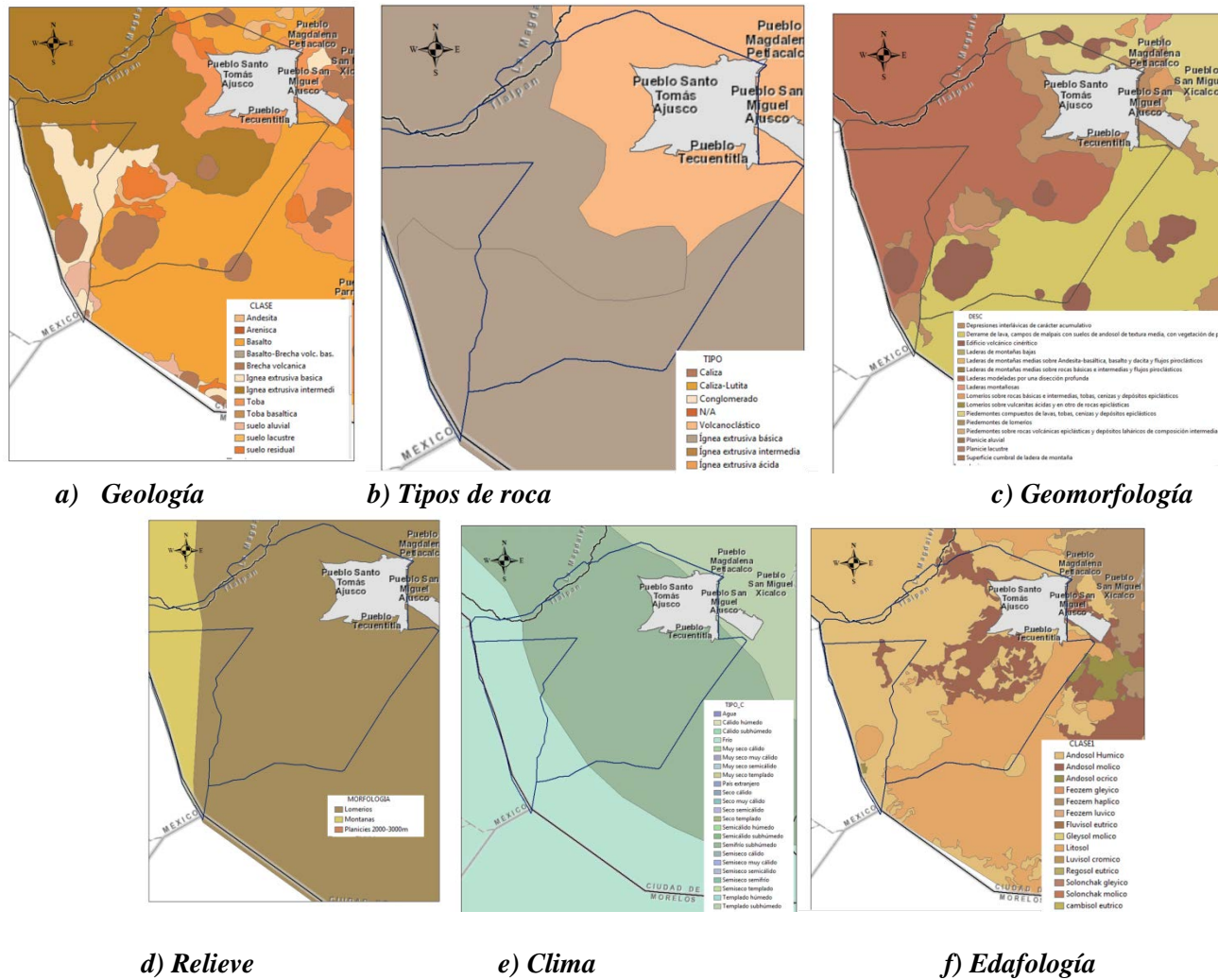
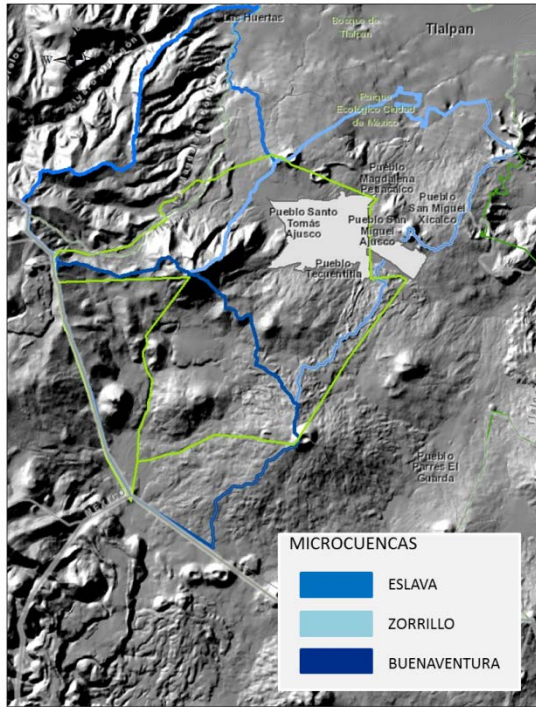
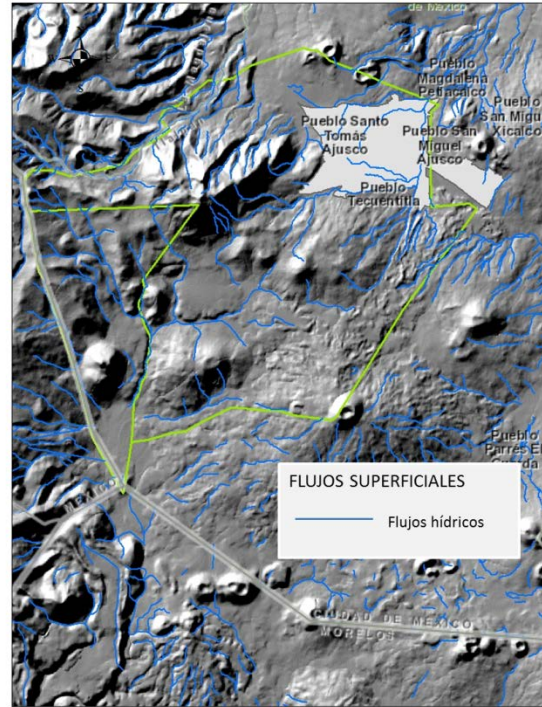


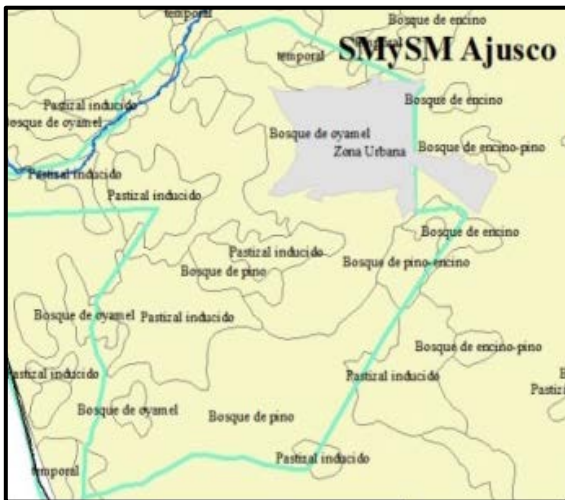
Figura 24. Mosaico de las características ambientales consideradas para la determinación de unidades ambientales en la zona de estudio.
 Fuente: Elaboración propia, con base en PAOT (2012); INEGI (2010, 2017); CONABIO (2015) (Anexo 1).



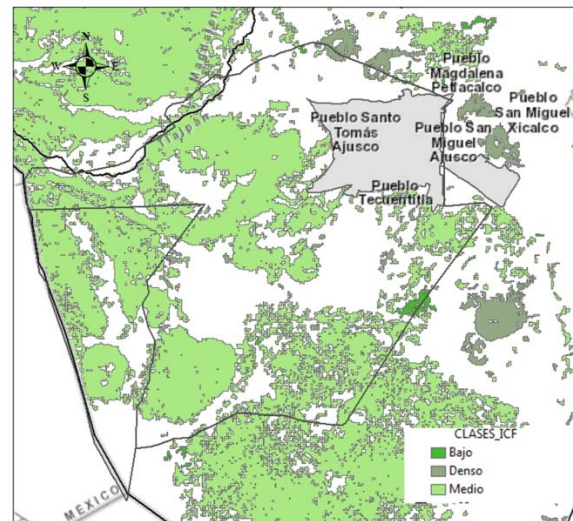
g) Microcuencas



h) Flujos superficiales



i) Ecosistemas presentes



j) Densidad de la masa forestal

Figura 24 (continuación). Mosaico de las características ambientales consideradas para la determinación de unidades ambientales en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia, con base en PAOT (2012); INEGI (2010, 2017); CONABIO (2015) (Anexo 1).

Con los polígonos en SIG de las diferentes características ambientales presentadas en la Figura 24, se sobrepusieron para determinar nuevos polígonos de los sitios dentro de la comunidad con

características ambientales similares organizadas por conjuntos; este proceso en SIG se realizó hasta llegar a la escala de *geofacies*. Así, es como se determinaron las unidades geográfico- ambientales, que se conjuntan con las características espaciales ambientales con las características espaciales socio- económicas que, finalmente, son las que conforman (características ambientales y socio- económicas) las unidades geográficas -socio- ambientales, que se muestran más adelante.

3.2.2 Unidades geográficas socio- económicas

Los rubros considerados para la generación de unidades geográficas socio- económicas, fueron el uso de suelo vinculado a las actividades económicas legales que se realizan en la comunidad (agricultura, ganadería, ecoturismo, etc.); la posibilidad de identificar las actividades económicas ilegales presentes en el sitio (tala, turismo, extracción de recursos no maderables, como suelo o piedra), las presiones sobre el cambio de uso suelo (dadas las dinámicas vinculas los rubros anteriores) y; grado de perturbación antropogénica. En este caso para la generación de las unidades geográficas socio- económicas sólo se consideró el uso de suelo y vegetación presente, ya que los datos recabados por la PAOT (2012) son muy completos, en cuanto el tipo de información requerida para la conformación de las unidades geográficas ambientales- socio- económicas.

Uso de suelo y actividades económicas legales

El uso de suelo puede definirse como la diversidad de formas de uso que la sociedad le da a la tierra; que para el caso del Suelo de Conservación de la Ciudad de México consiste en los usos de suelo permitidos establecidos a través un ordenamiento ecológico que data del año 2000 por el Gobierno del Distrito Federal (Ímaz *et al.*, 2011; Shienbaum, 2011; Pérez, 2011, 2012; GDF, 2001). A continuación se presentan las características socio- económicas expresadas a través de la información del uso de suelo y vegetación, la cual según la PAOT (2012) presenta: agricultura de temporal, agroforestería, asentamientos humanos, barrancas, bosque de pino, bosque de encino, bosque de oyamel, bosque perturbado, bosque inducido, bosque mixto de pino- encino, bosque mixto pino- oyamel, bosque mixto perturbado, cuerpos de agua, infraestructura, pastizal, pastizal de alta montaña, pedregal, sitios de extracción, terracería, vegetación secundaria arbustiva y herbácea, zona federal CFE (derecho de vía), zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, zona mix de pastizal y bosque de pino, zona de pinar- encinar- pedregal, zona mixta pinar- pedregal, sin vegetación aparente y zona urbana (ver Figura 25).

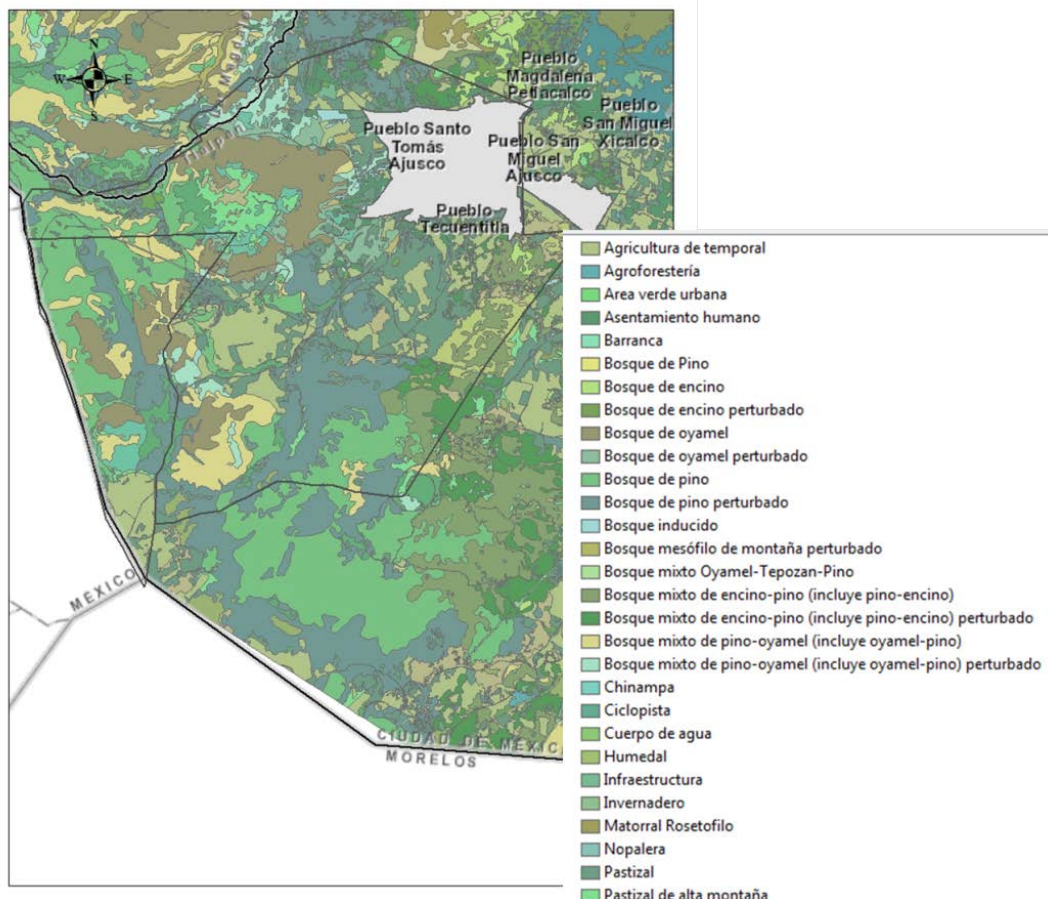


Figura 25. *Uso de suelo y vegetación consideradas como las características consideradas como las características socio- económicas para la determinación de unidades geográficas en la zona de estudio*

Como puede observarse en la figura anterior, y como ha sido documentado por las autoridades ambientales en la Ciudad de México (PAOT, 2011), además de académicos como es el caso de Aguilar & Santos (2011), los usos de suelo hay incompatibilidades en los usos de suelo decretados en el Programa de Ordenamiento Ecológico del año 2000; en el cual se establecen los siguientes usos: agroecológica especial, agroecológica, agroforestal especial, agroforestal, forestal de protección especial, forestal de protección, forestal de conservación especial, forestal de conservación y áreas naturales protegidas (GDF, 2001). Dichos usos de suelo formalizado legalmente por medio del ordenamiento ecológico, son considerados como los usos óptimos en cuanto a la realización de actividades en este territorio. En la realidad de las actividades humanas distan del ordenamiento; pero ambas clasificaciones de las formas de uso del suelo (legal y real) pueden mapearse, en forma de un diagnóstico espacial.

Presencia de actividades económicas ilegales

Considerando la presencia de actividades ilegales, es decir contradictorias a las actividades determinadas por la aptitud y características del lugar indicadas en el ordenamiento ecológico territorial (GDF, 2001). Estas actividades han sido estudiadas por algunos autores desde la perspectiva urbana y ambiental, otras han tenido el seguimiento de los medios de comunicación, son mencionadas por los miembros de la comunidad o han sido identificadas en el transcurso de esta investigación (en el trabajo de campo). Estas son: tala, extracción de suelo, extracción de musgo y hongos, turismo de alto impacto, tiraderos de basura clandestinos, invasión, etc. (Ímaz *et al*, 2011; Sheinbaum, 2011; Pérez, 2011, 2012; PAOT, 2010).

Perturbación antropogénica y sitios de presión para el cambio del uso de suelo en el corto plazo

Busca identificar los polígonos donde la calidad ambiental se encuentre deteriorada, como sitios deforestados o pastizal sustituyendo permanentemente bosque; mientras en análisis de las dinámicas de uso de suelo, así como la incorporación de datos sobre actividades económicas ilegales, que permite determinar sitios dentro del área de estudio que pueden considerarse vulnerables al cambio de uso de suelo en el corto plazo, como por ejemplo la extensión de la frontera agrícola. Para esto las características ambientales de la comunidad que se superpusieron con los socio- económicos para determinar y generar las unidades geográficas- socio- económicas.

Por último, como se mencionó con anterioridad se conjuntaron por medio del SIG los polígonos que presentaban las mismas características ambientales y socio- económicas, para identificadas las unidades geográficas ambientales, socio- económicas, las cuales se presentan en la siguiente Figura 26).



Figura 22. Sección hidrogeológica esquemática documentada por Peñuela (2007: 124).

Las unidades geográficas ambientales – socio- económicas se agruparon en: bosque de oyamel (tonalidades azules), bosque mixto (tonalidades moradas), casco urbano y asentamientos humanos (tonalidades de grises), bosque de encino (rojo), bosque de pino (tonalidades verde), pastizal (tonalidades de amarillo), matorral (tonalidades de café) y agricultura (tonalidades de naranja). Como se observa se generaron con esta metodología un gran número de geofacies como unidades geográficas ambientales – socio- económicas, identificadas en la comunidad. Siendo lo más relevante del mapa de unidades geográficas ambientales – socio- económicas, la visualización de la heterogeneidad de características, que puede agruparse en unidades de dimensiones muy variadas.

Otros datos socio- económicos de la comunidad

Existen otros datos socio- económicos sobre la comunidad, que por la escala y la falta de pertinencia, no fueron incluidos en la conformación de las unidades; sin embargo, se describen brevemente para el complemento del panorama sobre el área de estudio (Tabla 12):

Tabla 12. Datos complementarios de la comunidad sobre salud, educación empleo, marginalidad y vivienda

<i>Servicios de Salud</i>	<i>Educación</i>	<i>Empleo</i>	<i>Marginalidad-</i>	<i>Vivienda</i>
A partir del 2000, se estima una tendencia hacia la reducción de la cantidad de personas sin afiliación a los servicios de salud hasta 2010, del 67% al 50%. Los derechohabientes en la comunidad se redujeron del IMSS a la mitad, del ISSSTE un tercio y del Seguro Popular ³³ aumentó 500% en tan sólo cinco años y “otros”, correspondiente a las categorías minoritarias (servicio de salud privada privada, PEMEX o Secretaría de Salud del DF)	1990 había 5% analfabetas, no asistía a la escuela un 0.8% y tenía la primaria incompleta 11% 2000 había 4% analfabetas, no asistía a la escuela el 8% y, el grado de escolaridad era de 8 años promedio 2010 el grado era escolaridad es de 8.87 con un número de analfabetas de 2,197 (menos de 10%) de la población total.	1990 había el 31% de personas económicamente activas y el 37% no activas 2000 las personas económicamente activas eran 38% y no un 33%; 2010 la población económicamente activa se contabilizó en 43% y no activas un 32%. En el 2000, el 100% de personas económicamente activas se dedican al 61% al sector terciario y 25% al sector secundario Se trabaja como empleado u obrero un 67%, por cuenta propia el 22% y como jornalero y peón 4% Por su trabajo 2%, s salarios mínimos mensuales 53%, de 2- 5 salarios mínimos 22% ³⁴ , 5- 10 salarios mínimos mensuales 13% y más de 10 salarios mínimos 2%.	El grado de marginalidad ha cambiado de categoría alto (2000) a bajo (2005) y medio (2010). Mientras que el rezago social, ha sido considerado para 2005 y 2010 como “muy bajo” Sin embargo, la comunidad se encontraba dentro de las localidades de 1,000 habitantes o más con mayor grado de rezago social en la ciudad, 2010 según CONEVAL (2012).	Se presenta un aumento en las viviendas de propiedad particular, con un promedio de 4 habitantes por vivienda, de 3- 5 cuartos por vivienda Menos de 3% con viviendas con suelo de tierra, ni drenaje, sin sanitario menos de 2%, no tiene agua entubada más de 2%, sin energía eléctrica 0.5% En 2010 casi el 100% eran viviendas particulares y menos del 1% eran colectivas En orden descendente los porcentajes más alto al más bajo número de ocupantes: 1- 4, 5- 8, 1 y +9

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (1990, 2000, 2010, 2013), GDF (2000b, c), INEGI/ SEDESOL (2013), CONEVAL (2012).

³³ Cuyas estadísticas a parecen en 2005 (INEGI, 2005, 2010).

³⁴ Menor en San Miguel que en Santo Tomás por un 50% (GDF, 2000b, c).

3.2.3 Servicios Ecosistémicos en la zona de estudio

Habiendo en la zona una amplia variedad de tipos de ecosistemas boscosos, ésta representa un sitio idóneo para la evaluación de los Servicios Ecosistémicos. En particular, la mención a los diversos SES se presenta a continuación, con base en la revisión bibliográfica:

Captura de Carbono. La tasa de captura de carbono está determinada por la composición y estado de la vegetación de un bosque, ya que gracias al funcionamiento eco-fisiológico del bosque se almacena carbono, cuyo excedente en la atmósfera genera una serie de problemáticas, entre ellas el denominado cambio climático. Los datos de estudios realizados sobre la tasa de captura de carbono por el tipo de vegetación presente en la zona de estudio muestran (PAOT, 2010; PAOT, 2012) que: i) el Bosque de oyamel capta 83.22 ton/ha; ii) el Bosque de pino 39.85 ton/ha y; iii) el Bosque mixto 33.56 ton/ha (Figura 27):

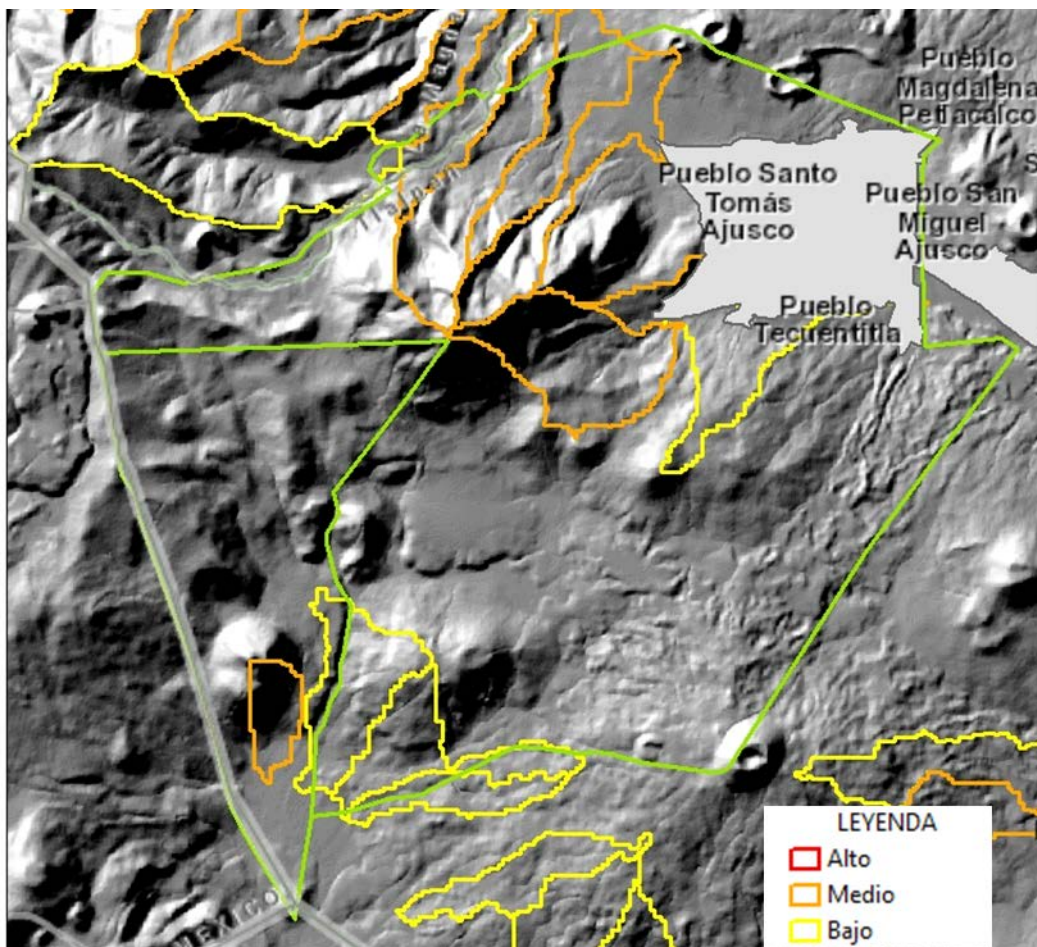


Figura 27. Almacenamiento de carbono en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco.
Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).

Se observa en la figura anterior almacenamiento de carbono medio al oeste del pueblo y en una pequeña porción al suroeste del territorio, así como almacenamiento bajo al sur del pueblo y al suroeste de la comunidad en el límite con la delegación Milpa Alta. Aun así, este estudio identifica que el potencial de la zona de estudio para almacenamiento de carbono es de mayoría media, pero tiene una importante área con posibilidad de alto almacenamiento de carbono 221 CarTon³⁵/ ha (PAOT, 2012: 37).

Biodiversidad. La biodiversidad brinda servicios ecosistémicos de gran valor asociados al buen estado de conservación de los ecosistemas, además de la distribución y la riqueza potencial de las especies existentes. La provisión de hábitat para la biodiversidad es considerado un SE de gran valor y en el caso de la comunidad, fue cuantificado por la PAOT (2012), este servicio (Figura 28).

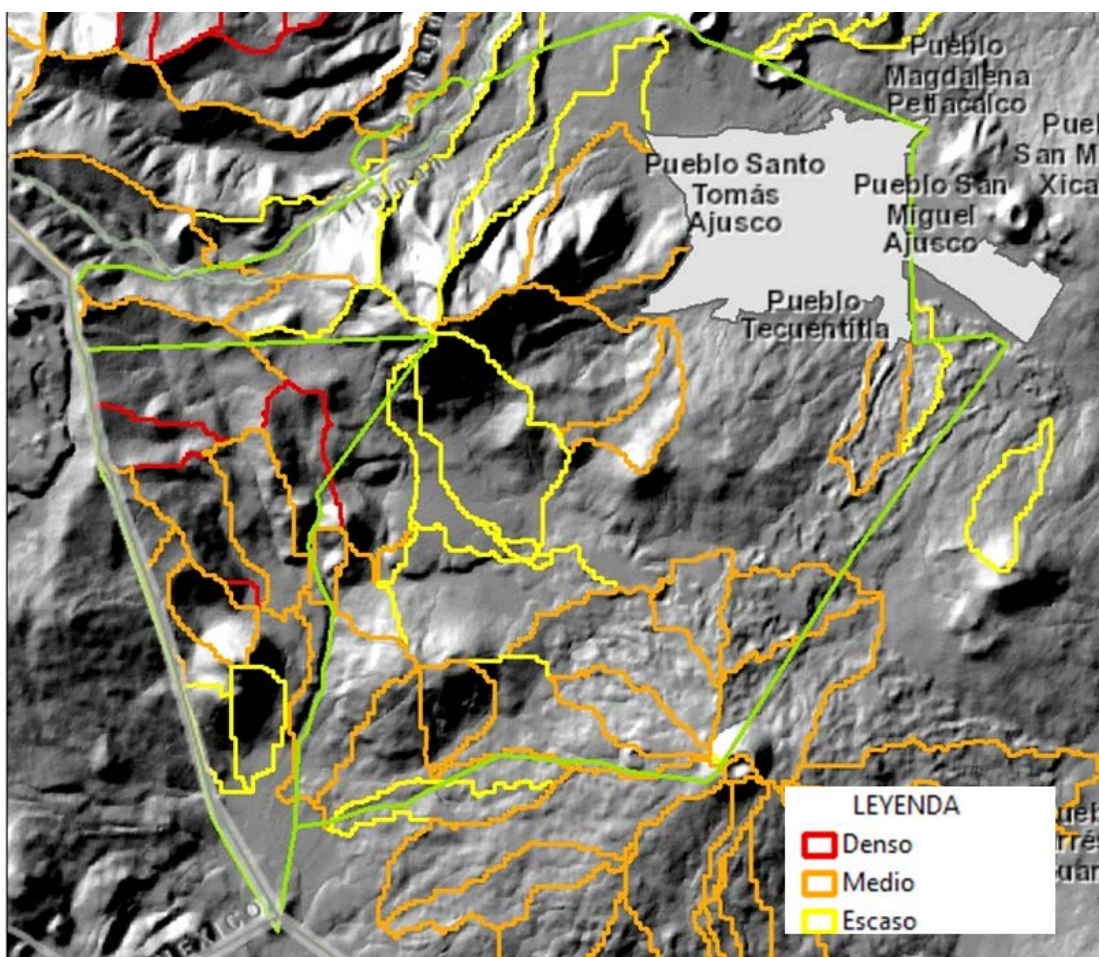


Figura 28. Provisión de hábitat para la biodiversidad en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).

³⁵ Tonelada de carbono capturado.

Los sitios densos para la provisión de hábitat son pocos y de poca superficie en la comunidad, ubicados en la parte oeste del territorio; la mayoría tienen sitios con densidad media para la provisión de hábitat, extendido por el territorio y; los sitios escasos para la provisión de hábitat se encuentran en el centro, en el norte del territorio, más una pequeña porción en el suroeste. En el estudio de PAOT también se documentan dos amplias asociadas a la biodiversidad, una de muy baja prioridad de conservación de biodiversidad y otra (de casi las mismas dimensiones) entre muy alta y alta prioridad de conservación (PAOT, 2012: 69).

SE Hidrológicos. Por definición “las regiones de montaña, con glaciares y praderas alpinas o páramos, son importante fuente de abastecimiento de agua a nivel mundial” (Jiménez, 2011: 2). En ecológicos, el estudio de la relación vegetación-suelo-agua disponible en las praderas de alta montaña sirve para explicar la distribución y la abundancia de pinares, oyametales y zacatonales en altas montañas (Jiménez, 2011).

De manera particular, en el texto de Jiménez (2011), se distingue el vínculo entre al tipo de ecosistema con el SEH, dado que:

- i) hay una importancia de la hidrología superficial de las praderas de montaña o páramos es que tienen características extraordinarias debido a las circunstancias climáticas especiales, la topografía relacionada con la acción de los glaciares, los suelos volcánicos poco profundos y porosos con alto contenido de materia orgánica y, la capacidad de la vegetación de absorber y almacenar agua del medio (Van der Hammen, 2008);
- ii) la cubierta vegetal de las montañas ayuda a estabilizar el flujo de los manantiales al impedir las inundaciones y manteniendo las corrientes permanentes durante el año y facilitando la filtración;
- iii) además de que la biodiversidad del sitio está vinculada al bienestar humano (Ponce de León, 2008) y;
- iv) en general, desarrollan suelos derivados de cenizas volcánicas (andosoles), que facilitan los flujos de agua de la superficie hacia cavidades subterráneas.

Para la PAOT (2012) identificó de los servicios hídricos por medio de la cuantificación de la infiltración (Figura 29).

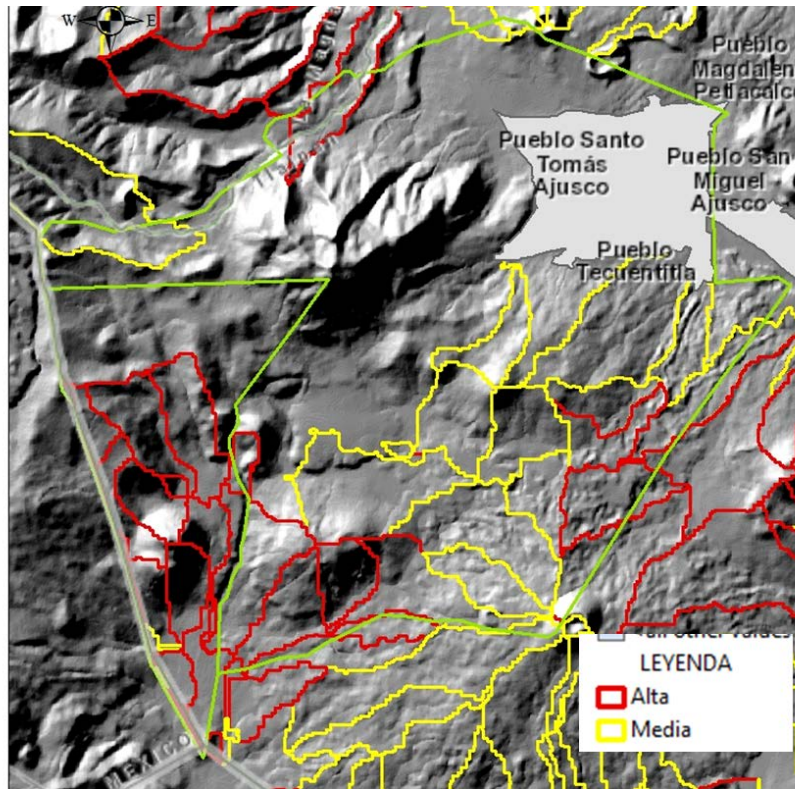


Figura 29. Infiltración en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).

También según la PAOT (2012: 30-31, 62-63), el escurrimiento superficial en la zona de estudio se encuentra principalmente entre las categorías de 301 a 500 mm/añual y en muy pocos lugares con 201 a 300 mm/añual y 501 a 600 mm/añual. La aptitud de infiltración alcanza niveles altos (35mm/día) en suroeste de la zona, aptitud de infiltración media a baja para la mayoría del territorio pero con presencia de cuerpos de agua.

Como mencionan Gómez *et al.* (1991), la serranía del Ajusco tiene un interés estratégico para la estabilidad ecológica e hidrológica de la Ciudad de México. Los SEH tiene efectos no sólo en la disponibilidad de agua sino, además, “prolonga la vida útil de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres por inundación y derrumbes” (Jiménez, 2011: 3).

Para el presente trabajo fue importante contrastar que SE se encuentran presentes en las unidades geográficas ambientales socio- económicas, se observar que: i) el almacenamiento de carbono se da en unidades tanto de bosque como de actividades económicas, aunque falta información al respecto; ii) la mayoría de los sitios aptos para provisión de hábitat para la biodiversidad se ubican donde se presenta una gran heterogeneidad de unidades geográficas y; iii) la infiltración es alta hacia el sur de la comunidad, aunque con la presencia de agricultura en el suroeste, la infiltración alta se ubica donde las unidad geográficas tienen amplias extensiones de bosque (mixto, de pino y de oyamel), tiene condiciones más homogéneas que otras partes del territorio de SMyst.

3.3 El contexto geográfico de la zona de estudio y el Suelo de Conservación

Finalmente, para este apartado es importante mencionar que en términos geográficos, la zona de estudio se encuentra inmersa en una serie de macro-unidades socio-ambientales con distintas escalas, dimensiones, dinámicas e interrelaciones; que es necesario describir, aunque sea de forma breve. Las unidades ambientales, que contextualizan el área de estudio, delimitadas por los aspectos físico- biológicos son: i) de paisaje a mayor escala (la Sierra de las Cruces); ii) de paisaje a menor escala (el Ajusco); iii) hidrológica (parte de la cuenca del Valle de México) y; iv) ecológica (el bosque templado). Mientras las unidades socio-económicas, distinguibles por las dinámicas de las actividades humanas, son mayormente identificables desde los límites jurídicos-administrativos y económicos: i) la Zona Metropolitana del Valle de México; ii) la Ciudad de México; iii) el Suelo de Conservación; iv) la delegación Tlalpan y; v) los pueblos originarios del Ajusco. Es entonces, que esta superposición de características territoriales a distintas escalas, configuran el contexto geográfico del área de estudio.

3.3.1 Suelo de Conservación de la Ciudad de México

Los espacios de gestión en la Ciudad de México son diferenciados como Suelo Urbano (SU) y Suelo de Conservación (SC) que representan alrededor de 40% y 60% del área total, respectivamente y están organizados así desde 1978 y, formalizados como instrumento ambiental de ordenamiento ecológico (con algunas modificaciones) en el año 2000 (Sheinbaum, 2011). En este sentido, el SC es aquel:

“...amerite por su ubicación, extensión, vulnerabilidad y calidad; el que tenga impacto en el ambiente y en el ordenamiento territorial; los promotorios, los cerros, las zonas de recarga natural de acuífero; las colinas, elevaciones y depresiones orográficas que constituyan elementos naturales del territorio de la ciudad y aquel cuyo subsuelo se ha visto afectado por un fenómenos naturales o por explotaciones o aprovechamiento de cualquier género, que representen peligros permanentes o temporales para el establecimiento de los asentamientos humanos. Así mismo, comprende suelo destinado a la producción agropecuaria, piscícola, forestal, agroindustrial y turística y poblados rurales” (Ley de Desarrollo Urbano, Art. 30 II).

El SC tiene una superficie de 87,291 ha, ubicado en su mayoría en el sur y poniente de la ciudad, en las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco. Contiene 18 Áreas Naturales Protegidas (ANP) que comprenden una superficie aproximada de 15,000 ha. Es una zona básicamente rural, subdividida en áreas: forestal de conservación (36.4%), forestal de conservación especial (3.7%), forestal de protección (7.9%), forestal de protección especial (2.3%), agroforestal (6.9%), agroforestal especial (5.7%), agroecológica (15.9%), agroecológica especial (3.6%), ANP, poblados rurales, programas rurales y equipamientos rurales (17.7%) como puede verse en la Figura 1 (GDF, 2001; GDF, 2000; Sheinbaum, 2011). El 70% de los propietarios de la tierra en SC son de

núcleos agrarios comunales y ejidales, con 44 ejidos y comunidades (Vargas & Martínez, 2001; Sheinbaum, 2008; SEDEMA, 2013).

Su riqueza biológica representa el 11% de la nacional y 2% de la riqueza mundial, con 1,800 especies de biota, 47 especies endémicas, 30% de diversidad de aves, diurnas y nocturnas, y 10% de la riqueza nacional de mamíferos, como carnívoros o polinizadores como murciélagos (Velázquez & Romero, 1999; Pérez, 2011; Serrano, 2012). La riqueza también está en la cultura, así como en la producción tradicional de maíz, nopal, romeritos, maguey pulquero, leche, flores como la nochebuena, plantas de ornato, acelga y otros cultivos agrícolas o de chinampas. Provee además valiosos servicios ecosistémicos, a través de la regulación de ciclos ecosistémicos, como la recarga de acuíferos, con 57% del agua que se consume localmente, regulación del clima (global y local), barreras contra viento, polvo, contaminación y ruido, retención de suelos, control de inundaciones, retención de las partículas suspendidas, captura de carbono promedio de 90ton/ha, la conservación de la biodiversidad y de cultivos, la conformación de paisajes, espacios recreativos y la producción agrícola (Sheinbaum, 2011; Pérez, 2011; PAOT, 2003; Torres Lima & Rodríguez Sánchez, 2005; Serrano, 2012).

Su protección es indispensable para la conservación y el mantenimiento de la calidad ambiental de la capital mexicana, al perpetuar procesos ecológicos y funciones de importancia vital (GDF, 2001; GDF, 2000; Sheinbaum, 2011). El bosque de pino y pino-encino son el tipo de vegetación más representativo y ampliamente distribuido; el bosque de oyamel está en tamaños variables en Tlalpan, Milpa Alta y en la zona poniente (a lo largo de la Sierra de la Cruces). El bosque de encino, es uno de los más escasos y se ubica en Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco, en la zona poniente e incluso en algunas barrancas de la zona urbana; el matorral xerófilo incluye a las comunidades de tipo arbustivo en la Sierra de Guadalupe y de Santa Catarina (Velázquez & Romero, 1999; Pérez, 2011; Serrano, 2012) (Figura 30).

El *régimen jurídico* y el *marco programático* correspondiente a esta división de la gestión urbana (SU y SC) presenta un complejo entretrejido jurídico y de líneas programáticas que se les aplica, al cual se suma la participación de la comunidades en el PSA. El PSA dentro del SC se implementa a desde 2003, en el cual han participado quince núcleos agrarios de las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco (Sandoval & Gutiérrez, 2012). Hasta 2010 se han invertido \$46, 694,435 en 26 proyectos que ocupan 26,530 hectáreas; de las cuales la superficie que cubre los servicios hidrológicos es de 13,679 ha entre 2003-2010 (*Ibíd.*).

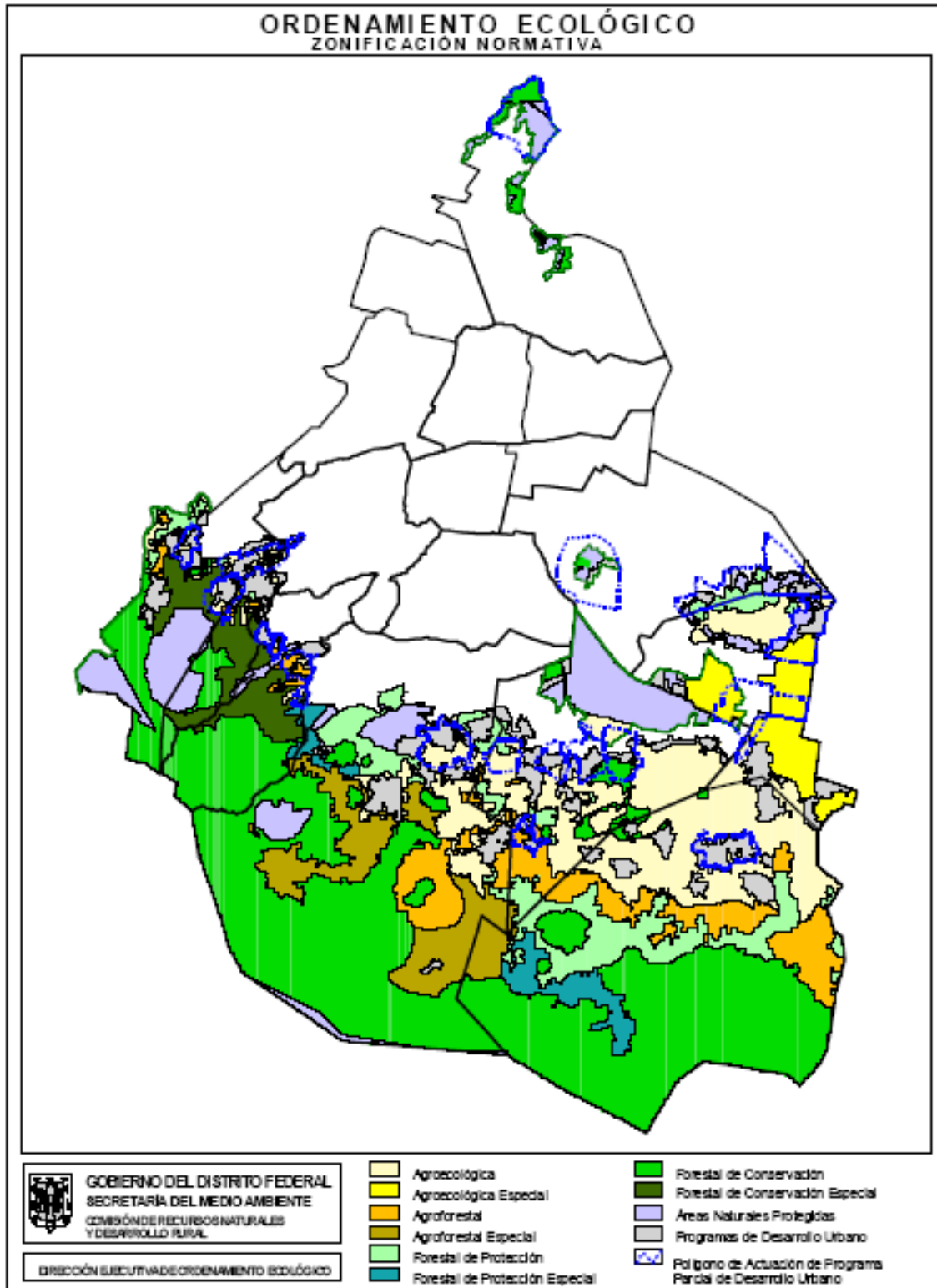


Figura 30. Suelo Urbano y Suelo de Conservación de la Ciudad de México con las categorías de actividades permitidas. Fuente: Tomado de PGOEDF, SMA-GDF (2011) www.sma.df.gob.mx.

Para 2017 la CONAFOR y la Delegación Tlalpan crearon un Fondo Concurrente de 1 millón 388 mil 331 pesos asignables a 763 has distribuidas al ejido La Magdalena Petlascalco (998 mil 141 pesos para 610 hectáreas), el ejido San Miguel Topilejo (199 mil 785 pesos para 99.25 hectáreas) y el Grupo de Trabajo el Oyamel y Yoholica, perteneciente a las comunidades de Xicalco y Magdalena Petlascalco (150 mil 405 pesos para 53.78 hectáreas); teniendo como antecedente lo invertido en Fondos Concurrentes para 2014 donde se benefició con 3 millones 995 mil 998 pesos para la conservación a 913.14 hectáreas de bosque en la Delegación Magdalena Contreras en los ejidos San Nicolás Totolapan, San Bernabé Ocotepc y Bienes Comunales La Magdalena Contreras (Nota periodística por Ana Herrera del 27 abril 2017).

3.4 PSA en la Ciudad de México y en la zona de estudio

Si bien los pagos por los servicios ecosistémicos hidrológicos datan del 2003, los apoyos de PSA en el Ajusco están desde 2004. Esta área es considerada área prioritaria, al ser reservorio de agua e importante para la conservación ambiental (*Ibíd.*; Perevochtchikova & Vázquez, 2012). Y desde 2008 la participación de la comunidad en el programa implica para cada polígono bajo contrato (de cinco años), por la realización de las actividades definidas para el programa, la creación y aplicación de la Guía de Mejores Prácticas (antes conocida como PMPM), la asesoría técnica y el seguimiento dado por la CONAFOR. Dichas cuestiones se describen a continuación, así como su funcionamiento dentro de la comunidad.

- *Modalidades.* La participación de la comunidad en el PSA desde el año 2004 ha sido únicamente en Modalidad Hidrológica, como en el caso del resto de los pueblos originarios presentes en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México (Sandoval & Gutiérrez, 2012; Perevochtchikova, 2016). Aunque en el territorio de la comunidad se reconocen otros servicios ecosistémicos presentes, como la biodiversidad o la captura de carbono (PAOT, 2012), estando ausentes menciones o estudios sobre SE de paisaje o culturales.
- *Los montos.* La comunidad ha participado en seis contratos de PSAH (2004, 2006, 2008, 2009, 2010 y 2017) con el monto de \$383.00 pesos por hectárea anual hasta 2008, que los montos comenzaron a ser diferenciados y; con un monto de \$1,200 pesos por hectárea anual en el año 2012, por su participación en Fondos Concurrentes. En la Tabla 13, se presentan la superficie, modalidad y estado de los contratos de PSAH en la comunidad.

Tabla 13. Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en SMYST, 2004- 2017

Año	Superficie (ha)	Modalidad	Estado
2004	430	PSAH	Finiquitado
2006	895.99	PSAH	Finiquitado
2008	947.11	PSAH	Finiquitado
2009	1,156.90	PSAH	Finiquitado
2010	3,000	PSAH	
2011	Premio al Mérito Forestal		
2012	220	Fondos Conc	Pago pendiente de ICA
2013	Sanción por incumplimiento		
2014	Sanción definitiva con la CONAFOR		
2016	Pago de la multa a CONAFOR		
2017	Reincorporación al PSA federal		
	Trámite ante DGCORENA para PSA de la CdMx		
TOTAL	6,650		

Fuente: Sandoval & Gutiérrez (2012); *Sandoval, (2014); CONAFOR (2012).

Como se observa en la tabla anterior ha habido una importante participación en la comunidad en el PSA-H con cinco contratos en el programa federal y uno con Fondos Concurrentes, incluso la comunidad fue considerada por la CONAFOR como “uno de los casos ejemplo del funcionamiento del PSA” (entrevistas a funcionarios de la CONAFOR en 2013³⁶), dada la iniciativa de los actores involucrados de la comunidad y principalmente, su participación en Fondos Concurrentes con ICA (Ingenieros Civiles Asociados) y también por promover los proyectos ecológicos, siendo la comunidad “un lugar de sustentabilidad” (*Moisés García, 2012).

- *Ubicación de los sitios apoyados.* Los polígonos de PSAH con los cuales la comunidad ha participado en el programa pueden identificarse en la Figura 31 a continuación.

³⁶ Entrevistas propias cerradas realizadas a los funcionarios públicos de CONAFOR en febrero y marzo de 2012.

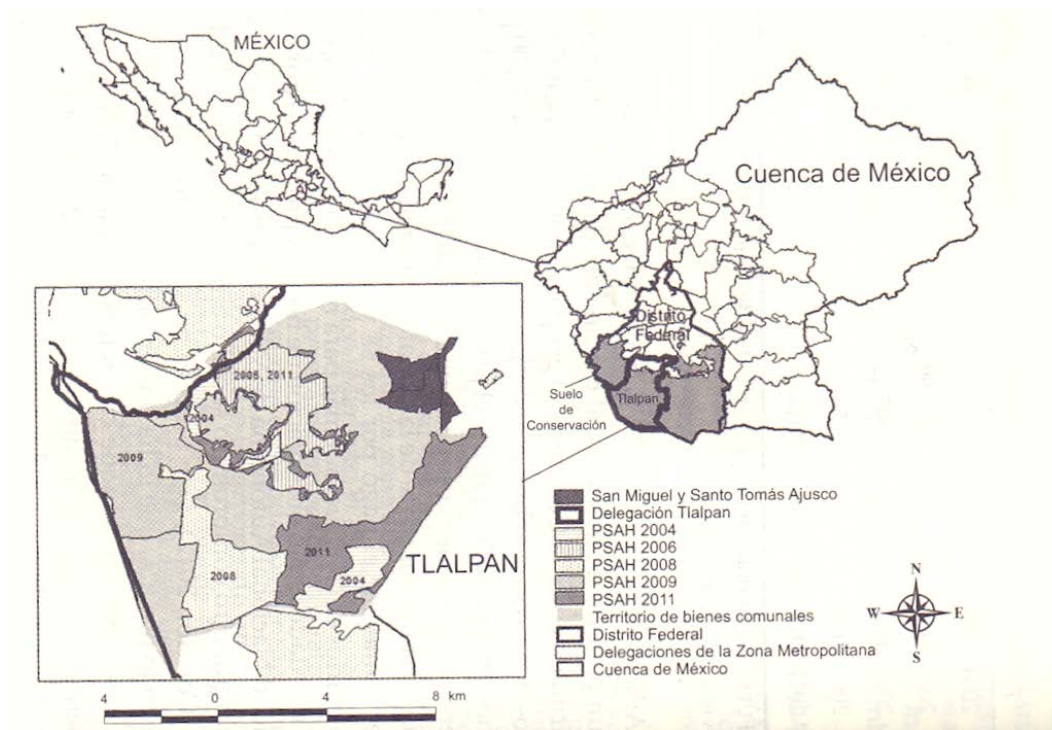


Figura 31. Sitios apoyados por el programa PSAH en SMyST, 2004 a 2011. Fuente: Tomado de Perevochtchikova (2016: 68).

- *Actividades del programa.* Las actividades definidas por las Reglas de Operación del programa de PSA, a pesar de las modificaciones y adecuaciones realizadas por parte de la CONAFOR a lo largo de los años, diseñadas para mantener el buen estado del bosque, son sólo cinco:
 - 1) Chaponeo- se define como el corte de las ramas bajas para evitar la extensión del fuego en el caso de incendios forestales;
 - 2) Cajeteo- se refiere al espacio escavado en el suelo alrededor de los árboles en estadio de brinzal o juvenil para proteger el área de su tronco, que aún es incipiente y puede ser vulnerable a algún daño físico;
 - 3) Brechas corta fuego- son las líneas de terracería que se abren como caminos entre machones forestales para evitar la propagación del fuego en caso de incendio forestal;
 - 4) Cavado de tinas ciegas- son hoyos escavados en el suelo con el fin de captar agua con dimensiones de 140cm X 40cm X 40cm y;
 - 5) Reforestación- en el caso de la Comunidad de SMyST Ajusco se han llevado a cabo las actividades solicitadas por el programa en menor o mayor grado dependiendo del comisariado en turno, el técnico forestal y las cuadrillas de trabajo disponibles.
- *Guía de mejores prácticas.* Es el documento que la Comunidad, junto con su Técnico Forestal debe elaborar para cada polígono en PSAH y que describe que actividades de

manejo forestal se realizarán, en que fechas y en sitios específicos dentro de los polígonos. Este documento debe ser aprobado por la CONAFOR como parte de la aprobación de la participación de la comunidad en el programa. La elaboración y éxito de la guía depende principalmente del desempeño del técnico forestal, la argumentación y propuestas realizadas (*Entrevistas y encuestas, 2012; *entrevistas 2016- 17).

- *Técnico forestal comunitario.* Es el asesor certificado por la CONAFOR que se encarga de proponer, hacer y verificar las actividades del programa según lo dicta la guía de mejores prácticas de manejo en conjunto con la comunidad. En este caso, la selección de los técnicos de SMyST depende de la administración local en turno y su forma de llevar los programas de conservación, así como la relación entre la comunidad y el técnico (en términos de comunicación, flujo de información, confianza, etc.) (Almaraz, 2014; *Entrevistas y encuestas, 2012; *entrevistas 2016- 17).
- *El seguimiento de la CONAFOR.* La CONAFOR tiene la obligación de dar seguimiento a las guías aprobadas para cada polígono bajo contrato, llevando a cabo un calendario conjunto entre institución, técnico forestal (ya que es recomendado y certificado por la CONAFOR pero es contratado por la comunidad) y comunidad. En el cual, cada año se dé el seguimiento a las actividades propuestas, evaluando en campo y con la entrega de documentos por parte del técnico forestal, el desempeño, cumplimiento de metas e identificación de los posibles problemas que pudieran surgir alrededor del programa (*Entrevistas y encuestas, 2012; *entrevistas 2016- 17).

Los compromisos adquiridos por la comunidad que participa en el PSAH son: tener los derechos de propiedad en regla, tener un técnico comunitario, una guía de mejores prácticas de manejo aprobada, realizar las actividades según el calendario de la guía de las mejores prácticas, incluyendo talleres y capacitación al interior de la comunidad (con jornales de los programas de conservación y participar en las actividades de seguimiento y evaluación de la CONAFOR. Por su parte, la CONAFOR, está obligada a cumplir con los pagos en tiempo y forma, ofrecer asesoría continua, desarrollar la revisión y acompañamiento de las metas del programa.

Las problemáticas identificadas del funcionamiento del se relacionan con: que el área protegida no ha cubierto el total del área prioritaria, la demanda está por encima del recurso asignado, no es obligatorio según la legislación local, por las condiciones periurbanas del SC no siempre es posible tener el mínimo de superficie para la participación en el programa, y sí no hay certidumbre jurídica sobre la posesión del terreno es imposible participar (Sandoval & Gutiérrez, 2012).

Observaciones finales

La zona de estudio es una comunidad peri-urbana forestal que se ubica al sur de la Ciudad de México, denominada como Suelo de Conservación y corresponde a la parte alta de la cuenca. Desde 2004 ha participado en el programa de PSA en modalidad de Hidrológico, en la cual han logrado abarcar para 2012 un total de 5,087 ha; además de ser la primera comunidad de la zona

metropolitana en aplicar el programa de Fondos Concurrentes. Este proceso de participación en programas de conservación forestal en la comunidad, ha tenido variación, con altibajos e incluso superación de una sanción legal y el regreso al programa en 2017. Su constante participación está relacionada no sólo con los intereses de conservación de la amplia superficie de bosque y los SE que esto implica, sino también con el uso y aprovechamiento de recursos económicos que proveen los programas para la vida de la comunidad.

Como se observa, las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas de la zona de estudio presentan una gran complejidad que impacta la manera en la que se implementan los programas de conservación como el PSAH, en su territorio. Por lo que, los efectos de la participación en este instrumento son importantes de evaluarse, incluso para la comunidad misma, desde perspectiva que integre estos aspectos de forma entrelazada y permite ver efectos o cambios generados.

Las condiciones ecológicas de la zona hablan de manera inicial de la riqueza natural, incluyendo los SE (hidrológicos, captura de carbono, paisaje y culturales), que requieren conservación y acción de la comunidad, sin perder de vista las necesidades socio-económicas; las cuales justamente condicionan si la comunidad acepta o no la participación de las actividades de conservación forestal. Cabe mencionar que los SE presentes en la zona son de gran importancia para los habitantes de la comunidad, pero también para las comunidades aledañas y a escala regional de la ciudad de México.

Las unidades geográficas ambientales y socio- económicas revelan la heterogeneidad general del territorio de la comunidad, pero también la presencia de algunas áreas homogéneas relacionadas no sólo con las características ambientales, sino también con las dinámicas socio-económicas. Esto es fundamental para comprender en qué contexto territorial se inserta el programa de PSAH, las presiones y condicionamientos a las se enfrenta y sus efectos. Aunque en la comunidad se presentan múltiples SE, la modalidad de participación en el programa desde su inicio ha sido sólo por SE hidrológicos; lo que debería repensarse en términos de inclusión de otras potencialidades del territorio.

El PSA en la zona ha tenido una gran presencia, igual que en el Suelo de Conservación, donde la identificación de sus efectos es fundamental para propósitos de orientar las acciones de conservación forestal hacia la integración ecológica y socio-económica a escala local y regional.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN INTEGRAL DE PSA A ESCALA LOCAL

4.1 Propuesta de indicadores para la evaluación integral de efectos socio-ambientales de PSA a escala local en Suelo de Conservación de la Ciudad de México

Como se describió anteriormente el proceso de desarrollo de indicadores en cuatro etapas en el capítulo: 1) una propuesta inicial de indicadores, 2) un proceso de evaluación y ponderación de indicadores por expertos, 3) un listado final de indicadores y 4) la aplicación. Así, se generó una propuesta general con doce indicadores, que puede agruparse en cuatro categorías: indicadores hídricos, forestales, económicos y sociales, los cuales se enumeran a continuación, con su desglose respectivo con las adecuaciones de nombre que tuvieron en la etapa 4:

Indicadores Hídricos: - Cantidad de agua

- Calidad del agua
- Calidad del suelo para proveer el SE

Indicadores Forestales: - Calidad del bosque como hábitat

- Salud forestal
- Funcionalidad del Complejo suelo- vegetación

Indicadores Sociales: - Acceso justo al agua para proveedores del SE

- Percepción de mejora para la Comunidad
- Gobernanza e institucionalidad sobre el agua

Indicadores Económicos: - Competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales

- Valor monetario para los proveedores del SE
- Valor monetario por sustitución para los usuarios del SE

La particularidad de este trabajo es que cada uno de los indicadores esté vinculado a alguno de los elementos constituyentes del esquema de SES propuesto para evaluar los efectos socio- ambientales del PSA (presentado en el capítulo I). Esto es dado que el SES permite presentar *per se* los elementos o aspectos de los subsistemas económicos, sociales, políticos y ecológicos del SES de forma integrada y desde una perspectiva de dinámicas de flujo e interacción (Ostrom, 2009; Reyes *et al.*, 2009). Por lo tanto, a continuación se propone un esquema, en el cual se puede visualizar los indicadores propuestos ubicados dentro del esquema de SES (Figura 31).

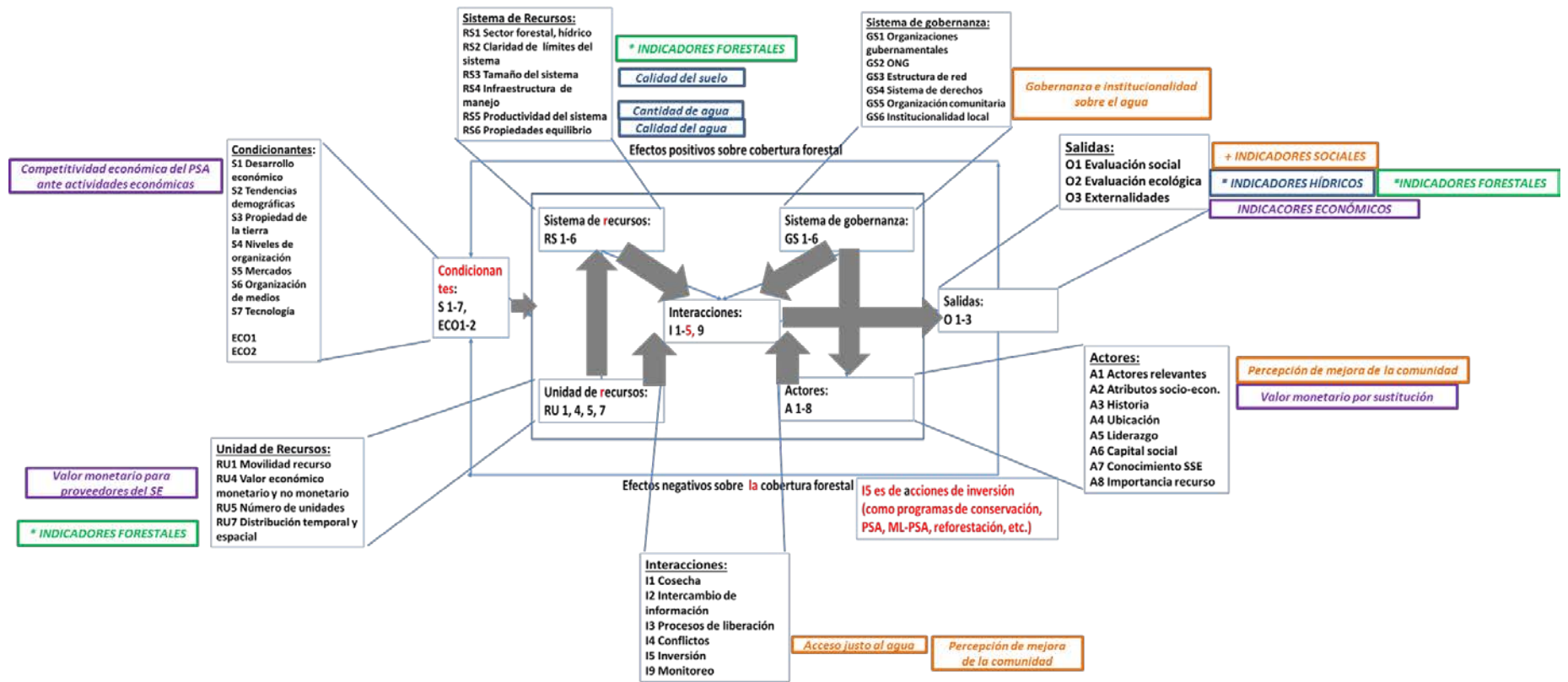


Figura 32. Propuesta de indicadores de la evaluación integral de los efectos socio- ambientales del PSA vinculados a las variables del marco analítico SES. Fuente: Elaboración propia con base en McGinnis & Ostrom (2014); Pereovochtchokova et al., (2017).

En la figura anterior se muestra las variables de primer y segundo nivel del marco analítico de SES seleccionadas para la evaluación de programas de conservación forestal en México dentro de un taller de expertos (retomando el capítulo 1), agregándole los indicadores propuestas, para un potencial desglose en variables de tercer nivel. La vinculación entre estas variables y los indicadores propuestos se visualizan de manera más clara fuera en la Tabla 14.

Tabla 14. Variables de SES

<i>Variables de 2do nivel de SES</i>	<i>Indicador (es) vinculado (s) (Potenciales variables de 3er nivel de SES)</i>
<u>Unidad del Recurso</u> RU4 Valor económico monetario RU7 Distribución espacial y temporal	Valor monetario para proveedores del SE * INDICADORES FORESTALES
<u>Sistema de Recursos</u> RS1 Claridad de los límites del sistema RS3 Tamaño del sistema RS5 Productividad del sistema RS6 Propiedades de equilibrio	* INDICADORES FORESTALES Cantidad de agua Calidad del agua Calidad del suelo
<u>Sistema de Gobernanza</u> GS5 Organización comunitaria GS6 Institucionalidad local	Gobernanza e institucionalidad sobre el agua
<u>Interacciones</u> I4 Conflictos I5 Inversión	Acceso justo al agua Percepción de mejora de la comunidad
<u>Actores</u> A1 Actores relacionados A2 Atributos socioeconómicos	Percepción de mejora de la comunidad Valor monetario por sustitución
<u>Condicionantes</u> S1 Desarrollo económico	Competitividad económica del PSA ante actividades económicas
<u>Salidas</u> O1 Evaluación social O2 Evaluación ecológica O3 Externalidades	+ INDICADORES SOCIALES * IHÍDRICOS * FORESTALES * ECONÓMICOS

*Fuente: Elaboración propia. * Cuando una sola variable de segundo nivel se cuantifica con el conjunto completo de indicadores de un tipo, por ejemplo Evaluación Social con el conjunto de *indicadores sociales.*

Entre los conjunto de indicadores el color azul representa los indicadores hídricos, el verde forestales, el morado económicos, y el naranja sociales. Todos los indicadores pueden incluirse dentro todas las categorías del SES, algunos indicadores que en su conjunto que se insertan como variables de segundo y tercer nivel en las categorías y otros por separado, es decir, cada indicador

se convierte en una posibilidad de variable de segundo o tercer nivel. Se puede decir que hay suficientes variables de SES que permiten valorar los indicadores, incluso para varios indicadores hay más que de una variable de primer nivel donde se ubican, a veces en sistemas completamente distintos; lo cual podría referir a interacciones. Esto muestra de una manera preliminar, ya que no hay estudios al respecto y el objeto de este trabajo es comenzar con propuestas de operalización de SES, la asociación de indicadores como variables de segundo y tercer nivel, se puede considerar como una forma operalización en exploración. La determinación de indicadores que correspondan a los aspectos mencionados en la propuesta de SES como forma de operalización del mismo, no ha sido sencillo y merece una reflexión mucha más profunda y sustentada; dado que éste es apenas un ejercicio inicial.

Para la descripción detalla de los indicadores propuestos se diseñó una ficha con base en los siguientes trabajos de Tiburcio (2013), un taller de desarrollo de indicadores ambientales (Enrique Provencio, 2013) y la revisión del estado del arte sobre los indicadores económicos, sociales y ambientales en el capítulo 2. De esta forma se determinó que la ficha de indicadores contendría los siguientes campos de:

- **Nombre del indicador y descripción.** Se escribe el nombre del indicador y se describe en una oración breve).
- **Referencia (s) bibliográfica (s).** Se enumeran los autores utilizados para documentar argumentar para estar en el listado de indicadores evaluado por los expertos (autor, año); en algunos casos se coloca el apellido del experto evaluador, sí fue quien focalizó el objetivo y/o características del indicador, con un asterisco, su nombre y el año de la evaluación (* autor, año).
- **Descripción del efecto medido de PSA.** Argumentación de su uso para la evaluación de efectos de PSA.
- **Parámetros.** Enumeración de los parámetros utilizados en el indicador, ya que puede ser más de uno.
- **Periodicidad de medición.** Se describe con qué frecuencia debe ser aplicador el indicador según se deseen identificar los efectos de PSA en contextos como rurales o peri- urbanos en que se aplica el programa.
- **Muestra.** Se refiere a los actores o factores con los cuales se aplican los indicadores.
- **Método de medición.** Se describe el método que se utiliza para la aplicación del indicador.
- **Técnica de medición.** Se describen las maneras específicas en las cuales se obtienen los parámetros del indicador.
- **Información requerida.** Se hacen especificaciones del tipo y formato de los insumos de información para la construcción del indicador.
- **Limitaciones del indicador.** Se mencionan las posibles limitaciones del indicador por el tipo de información que requiere.

Las fichas de los indicadores propuestos se presentan a detalle en el siguiente apartado (4.2), junto con los escenarios óptimos esperados que fueron documentados para cada indicador desde las fuentes bibliográficas, el rango de interpretación y la determinación de su línea base.

4.2 Descripción de los indicadores

4.2.1 Indicadores Hídricos

Los tres indicadores hídricos corresponden a:

- Calidad del agua (Ficha 1),
- Cantidad del agua (Ficha 2)
- Calidad del suelo (Ficha 3)

A continuación se presentan las fichas técnicas correspondientes, su escenario óptimo, los rangos de interpretación y las consideraciones metodológicas para la determinación de su línea base.

Calidad del agua

El indicador de calidad del agua se define como la forma en la que mide es la preservación del servicio hídrico del ecosistema, según varios autores (Campo, 2014; Perevochtchikova *et al.*, 2015; Mazari *et al.*, 2008; Mazari, 2014; CIFOR, 1999). Los parámetros se miden por el porcentaje en el que se presentan dentro del rango óptimo documentado como para agua potable, el desarrollo de la vida y el consumo humano, dentro de los límites establecidos en la normatividad mexicana (NOM-127-SSA1-1994). Las variables seleccionadas para la construcción del indicador de calidad de agua fueron: potencial hidrógeno (pH), sólidos totales disueltos (STD), conductividad eléctrica (CE), temperatura, dureza, alcalinidad, cationes y aniones, oxígeno disuelto, saturación de O₃ y presencia bacteriológica.

El método de medición es por muestreo y análisis bacteriológico en manantiales, ríos y arroyos de la comunidad al menos dos veces al año (época seca y de lluvias). También se pueden utilizar bases de datos institucionales y/o datos de otros monitoreo publicados (de ser el caso), para el establecimiento de su línea histórica de cambio.

Las limitaciones del indicador van en relación a que a menor número de variables medidas, la información es menos representativa, por otro lado, falta de información histórica (para la línea base) y falta de recursos (humanos, materiales y financieros) para el monitoreo y análisis de laboratorio.

Ficha 1. Indicador de Calidad del agua

<i>Calidad del agua</i>	Referencia (s)
Calidad del agua SEH de provisión y regulación	Campo, 2014; Perevochtchikova <i>et al.</i> , 2017; Mazari <i>et al.</i> , 2008; Mazari, 2008; CIFOR, 1999
Efecto medido de PSAH	
Conservación del SEH, mantenimiento y mejora de su calidad	
Parámetros	Periodicidad de medición
pH, temperatura, STD, CE dureza, alcalinidad, cationes/aniones, O ₃ , saturación de O ₃ , presencia bacteriológica	Idelmente dos veces al año (temporada de lluvias y secas), considerando las condiciones de SEH cambiantes
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
La información para realizar las mediciones se presentan en Gobar Water Watch y Perevochtchikova <i>et al.</i> , 2015	Toma de muestra y medición <i>in situ</i> de calidad del agua de manantiales y ríos
Técnica	Información requerida
Muestreo de campo, análisis de laboratorio y bases de datos históricas sobre calidad del agua	Datos físicos, químicos y bacteriológicos del agua
Limitaciones del indicador	
La falta de información sobre todas las variables requeridas (suficientes y confiables). Falta de recursos (humanos, materiales y financieros) para realizar el muestreo y análisis de laboratorio de la calidad del agua	

Para la interpretación de resultados de este indicador de calidad del agua se propone la siguiente escala (Tabla 15); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 15. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del agua

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua
100- 75	El porcentaje de todas los parámetros de las muestras (físicas, químicas y bacteriológicas) que se encuentran dentro de la normatividad mexicana establecida para la calidad del agua (NOM-127-SSA1-1994) y el desarrollo de la vida (Deutsch <i>et al.</i> (2010b)
74- 60	
59- 0	

La línea base por su parte, se genera con la documentación de las variables analizadas en monitoreos previos a la participación dentro del PSAH en la zona de estudio, es decir antes del 2004 y para este indicador se identificaron en los archivos históricos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), los datos de monitoreos en varios sitios dentro de la Comunidad para el periodo de 19791 a 2012, aunque algunas variables y/o sitios tienen ocasionales ausencias de mediciones (SACM- GDF, 2003, 2009, 2012).

Cantidad del agua

El indicador se describe como la cantidad del agua presente en la zona y mide como se mantiene el SEH por la conservación asociada al PSAH (Peñuela, 2010, 2013; Toth, 2000). El parámetro único es el caudal (m^3/s), ya que no hubo los suficientes datos para calcular el balance hídrico de la zona, el objeto de muestreo entonces queda en la identificación de escurrimientos en los flujos superficiales dos veces al año (época seca y de lluvias).

El método de medición es con el uso de un medidor de flujo y también de bases de datos institucionales y/o de otros monitoreo publicados. La mínima información requerida es de al menos dos registros anuales por dos años para cada contrato de PSAH, al inicio y al final del contrato.

Las limitaciones del indicador son asociadas a pocas mediciones (en número), falta de referentes históricos para construcción la línea base; falta de información confiable a la escala local; y falta de recursos para poder realizar el monitoreo en campo.

Ficha 2. Indicador de Cantidad del agua

<i>Cantidad del agua</i>	Referencia (s)
Cuantificación del mantenimiento o aumento del flujo de agua por las acciones dentro del PSAH	Peñuela, 2010, 2013; Toth, 2000
Efecto medido de PSAH	
Mantenimiento del servicio ecosistémico hídrico en cantidad, considerando la historia y dinámicas naturales del SEH	
Parámetros	Periodicidad de medición
Flujo del caudal	considerando las variaciones históricas del flujo de agua
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Puede calcularse a través de la medición directa del caudal y la revisión de los datos históricos	Caudal de los manantiales, ríos y arroyos
Técnica	Información requerida
Con el uso de medidor automático de flujo y el análisis estadísticos de las bases de datos históricos	Flujo de caudal
Limitaciones del indicador	
Falta de información confiable y a escala local, diversidad de cálculos, falta de datos históricos	

Para la interpretación de resultados de este indicador de cantidad del agua se propone la siguiente escala (Tabla 16); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 16. Rangos de interpretación referente al indicador de cantidad del agua

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua
100- 75	El porcentaje que se mantiene el caudal del agua del caudal en el periodo del PSAH y con referencia a los datos históricos
74- 60	
59- 0	

La línea base para este indicador se calculó igualmente con los datos de los estudios de SACMEX que reportan el caudal desde 1979 a 2012 en algunos sitios de la comunidad.

Calidad del suelo

Este indicador se describe como la presencia de determinadas propiedades físicas, químicas biológicas para el tipo de suelo de la comunidad como son: (ISA, 1999), las cuales definen la salud del suelo.

La presencia de estas propiedades garantiza la salud del suelo; por tanto permite el desarrollo de sus dinámicas naturales, entre ellas la provisión del servicio hidrológico en el ecosistema (Jiménez, 2011; Campo, 2014; PAOT, 2012; Chapin *et al.*, 2002; CIFOR, 1999). Los parámetros del indicador del suelo, al igual que el indicador de la calidad del agua, es un porcentaje de parámetros medidos en todos los sitios de monitoreo y ubicados dentro del rango óptimo documentado en ISA (1999) y Jiménez (2011). Los parámetros requeridos son: densidad aparente y porosidad del suelo (propiedades físicas), acidez, toxicidad por aluminio – Al, presencia de cloruro de potasio- KCl, presencia de fluoruro de sodio- NaF, nitrógeno- N y fósforo- P (propiedades químicas) y cantidad de materia orgánica (propiedad biológica).

El método de medición es referente al muestreo de suelos, el que se puede obtener del trabajo de campo o a partir de la documentación de muestreos realizados en otros estudios dentro del periodo de PSAH. Lo mínimo que haya mediciones de algunas de sus variables (densidad, porosidad, N, P, acidez y materia orgánica) para los sitios de PSAH al inicio y termino del contrato. Esto con el fin de conocer el estado del suelo, y los cambios sucedidos.

Las limitaciones del indicador son relativos a menor número de variables medidas y de monitoreos, la información es menos representativa; junto con la posible falta de información histórica (para la línea base) falta de recursos (humanos, materiales y financieros) para el monitoreo y análisis de laboratorio.

Ficha 3. Indicador de Calidad del suelo

<i>Calidad del suelo vital para la existencia del SEH</i>	Referencia (s)
Identificación de las características mínimas de la calidad del suelo presentes para garantizar la provisión del SEH	Jiménez, 2011; Campos, 2014; PAOT, 2012; Chapin <i>et al.</i> , 2002; CIFOR, 1999; Rojo, 2006; Daily <i>et al.</i> , 1997; Kneeshaw <i>et al.</i> , 2000
Efecto medido de PSAH	
Como SE de soporte su salud o buen estado es fundamental para la producción y conservación del SEH	
Parámetros	Periodicidad de medición
Densidad aparente, porosidad, acidez, toxicidad por Al, presencia de KCl y NaF, N y P, cantidad de materia orgánica	Por lo menos al inicio y al final de cada contrato de PSAH
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Recolección de una determinada cantidad de suelo, en una unidad homogénea, como un lote o sector del lote, con características similares, a una profundidad determinada para monitorear su condición	Al menos una muestra por sitio de PSAH considerando que hay polígonos que participan más de una vez y otros ya termino su contrato
Técnica	Información requerida
Estadística descriptiva de los parámetros correspondientes a aspectos físicos, químicos y biológicos si fueron medidos en campo, si no con las bases de datos de suelo como los Inventarios Nacionales de Suelo	Si hay datos de la zona disponibles como las bases de datos de los Inventarios Nacionales de Suelo o estudios existentes
Limitaciones del indicador	
La falta de información sobre los parámetros requeridos en los sitios (confiables y suficientes). Falta de recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo y el análisis de laboratorio	

Para la interpretación de resultados de este indicador de calidad del suelo se propone la siguiente escala (Tabla 17); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 17. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del suelo

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del suelo
100- 75	El porcentaje de todas los parámetros (físicos, químicos y biológicos) en todos los muestreos cuyo referente de calidad se describe en Jiménez (2011) e ISA (1999)
74- 60	
59- 0	

La línea base de este indicador de manera ideal se construye con la documentación de las variables aplicadas para el área de estudio. Sin embargo, dada la falta de monitoreo de suelo y otro tipo de datos similares al establecimiento del PSAH en la comunidad (2004), se utilizó la cartografía disponible sobre erosión y degradación del suelo. Donde la interpretación tuvo que ajustarse al cambio en el porcentaje de la superficie que presenta degradación (física y química del suelo), según las categorías establecidas por SEMARNAT.

4.2.2 Indicadores Forestales

Los indicadores forestales que fueron identificados son tres:

- Calidad del bosque como hábitat (Ficha 4),
- Salud forestal (Ficha 5)
- Funcionalidad del complejo suelo y vegetación (Ficha 6)

El escenario óptimo, los rangos de interpretación y las consideraciones metodológicas para la determinación de su línea base de dichos indicadores se muestran a continuación.

Calidad del bosque como hábitat

El indicador de calidad del bosque como hábitat se refiere al buen estado del ecosistema medido en términos de provisión de un hábitat adecuado para las especies, incluyendo las especies endémicas; que en este caso representa cada una un nivel trófico en las dinámicas ecológicas de un territorio. Los parámetros son la población, la densidad poblacional, la distribución y una extra para los mamíferos (excretas) para medir el aumento o estabilidad de las poblaciones de las especies, según los datos existentes para el área de estudio en el periodo del PSAH. La periodicidad de medición es mínimamente cada cinco años, ya que los cambios de las dinámicas poblacionales suceden en periodos de tiempo más amplios

La información requerida se recaba mediante los monitoreos directos (comunitarios, académicos y/o institucionales); por otro lado, se puede usar la documentación de inventarios existentes, así como las bases de datos e informes de CONABIO (2017) como de la IUCN (2017). Las limitaciones del indicador son relacionadas a la ausencia de recursos financieros, materiales y humanos para realizar el monitoreo y continuarlo, la capacitación que este puede requerir; además de la falta de datos para algunas variables que llevan a la interpretación del seguimiento.

Ficha 4. Indicador de la Calidad del bosque como hábitat

<i>Calidad del bosque como hábitat</i>	Referencia (s)
Medir la calidad del ecosistema forestal como hábitat a través de la biodiversidad vinculada al SEH	Kneeshaw et al., 2000; CIFOR, 1999; Kneeshaw, 2015
Efecto medido de PSAH	
Mantenimiento de la biodiversidad asociada a la conservación de SEH	
Parámetros	Periodicidad de medición
Población, densidad poblacional, distribución poblacional y excretas para mamíferos	Al inicio y al final del PSAH
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Inventario de especies o sistematización de bases de datos sobre especies y/o cartografía	Sitios de PSAH y sus alrededores
Técnica	Información requerida
Estadística descriptiva para identificar el aumento, disminución o estabilización en los parámetros poblacionales, si es posible la identificación de la distribución poblacional en SIG	Inventarios de especies, bases de datos de monitoreos, cartografías, etc.,
Limitaciones del indicador	
Falta de información sobre los parámetros requeridos (suficientes y confiables). Falta de recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo	

Para la interpretación de resultados de este indicador de calidad del bosque como hábitat se propone la siguiente escala (Tabla 18); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 18. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua
100- 75	Aumento o estabilidad, por medio del aumento estabilidad de los parámetros poblacionales requeridos (población, densidad y distribución poblacional, excretas para mamíferos) de las poblaciones de las especies del indicador
74- 60	
59- 0	

La línea base para este indicador se determina mediante la recopilación de mediciones sobre las variables para cada especie en términos de población, densidad, distribución y excretas (para el caso de los mamíferos) dentro del área de estudio y zonas aledañas (considerando la biología y movilidad de cada especie) desde antes de 2004 (año de comienzo del PSAH en la zona de estudio), así como con el uso de cartografía disponible.

Salud forestal

El indicador de salud forestal se refiere a la cuantificación del conjunto de características forestales que muestran el estado de estabilidad o equilibrio dinámico de un bosque “saludable” que, provee

de una serie de servicios ecosistémicos, entre ellos el SEH (Kneeshaw *et al.*, 2000; Rojo, 2006; CIFOR, 1999; * Kneeshaw, 2015; Kneeshaw & Gauthier, 2006; Tainer & Becker, 1996). Entonces, el efecto de PSAH se mide a través del mantenimiento de las dinámicas ecológicas que proveen y conservan los servicios ecosistémicos. El parámetro es la superficie deforestada en los polígonos de PSAH antes y al término del contrato; ya que para otras variables propuestas no existen mediciones suficientes (estructura, composición, diversidad y fragmentación del bosque). El método de medición es por medio del SIG con el uso de las capas disponibles sobre deforestación y el cálculo de la superficie deforestadas en los polígonos de PSAH con las técnicas de medición de Arc Map. La información mínima requerida es referida a la cartografía de años de inicio y termino del contrato de PSAH.

Las limitaciones del indicador se relacionan con no sólo de la cantidad de información disponible, sino también con la calidad, que para el SIG esté asociado con las técnicas aplicadas en la generación de las capas temáticas (como coberturas en formato shape- file).

Ficha 5. Indicador de la Salud Forestal

<i>Salud forestal</i>	Referencia (s)
Condición óptima mínima del bosque para dotar del SEH	Kneeshaw et al., Rojo, 2006; CIFOR, 1999; Kneeshaw, 2015; Kneeshaw & Gauthier, 2006; Tainer & Becker, 1996
Efecto medido de PSAH	
Mantenimiento de las dinámicas ecológicas del bosque que proveen y conservan del SEH	
Parámetros	Periodicidad de medición
Superficie deforestada dentro de los predios de PSAH	Al principio y al final del PSAH
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Determinar el porcentaje de superficie deforestada dentro de los sitios de PSAH por inventario forestal en campo con las bases de datos y/o SIG del Inventario Nacional Forestal o estudios realizados	Masa forestal dentro de los polígonos de PSAH
Técnica	Información requerida
Con datos de campo o bases de datos se determina la densidad de la poblaciones forestales o la fragmentación, con SIG se mapea la superficie deforestada	Si hay datos de la zona disponibles como las bases de datos de los Inventarios Nacionales de Suelo o estudios existentes
Limitaciones del indicador	
La falta de información sobre los parámetros requeridos en los sitios (confiables y suficientes). Falta de recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo y el análisis de laboratorio	

Para la interpretación de resultados de este indicador de calidad del bosque como hábitat se propone la siguiente escala (Tabla 19); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 19. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de salud forestal
100- 75	Superficie promedio sin deforestación dentro de los sitios de PSAH durante y después del contrato
74- 60	
59- 0	

La línea base en este caso se construye con las bases de datos de los inventarios forestales de los años anteriores a la implementación del PSAH, o en este caso como se construyó con la cartografía sobre deforestación deben identificar capas de SIG de la zona disponibles para antes del PSAH, es decir el año 2004 (Saavedra & Perevochtchikova, 2017).

Indicador de Funcionalidad del complejo suelo- vegetación

El indicador sobre la funcionalidad de complejo suelo- vegetación se refiere a la identificación de la calidad de la vegetación y del suelo, ya que ello compromete la producción de los servicios ecosistémicos hídricos (*Kneeshaw, 2015); midiendo por tanto el mantenimiento de las capacidades ecológicas que proveen el SEH como efecto del PSAH. Los parámetros son las superficies de suelo de mala calidad (degradación física y química del suelo, según SEMARNAT) y vegetación secundaria que se traslapan en la cartografía para el inicio del PSAH y en los años recientes, considerando se cubra el total de la comunidad. El método de medición es la superposición de shapets de capas temáticas (degradación del suelo y tipo de vegetación) en SIG y la medición de las categorías de mala calidad para suelo y vegetación en Arc Map. Las limitaciones del indicador nuevamente dependen de la calidad y cantidad de información disponible (en formatos comparables y escalas) así como la variedad de métodos aplicados para la generación de los shapets.

Ficha 6. Indicador de la Funcionalidad del complejo suelo- vegetación

<i>Funcionalidad del complejo suelo- vegetación</i>		Referencia (s)
Identificación de unidades del complejo suelo- vegetación para la producción del SEH		Kneeshaw, 2015
Efecto medido de PSAH		
Mantenimiento de las capacidades ecológicas del suelo y vegetación como conjunto funcional para proveer el SEH		
Parámetros		Periodicidad de medición
% superficie que conjunte buena calidad del suelo y de la vegetación		Al principio y al final del PSAH
Método de medición		Objeto de muestra (factor/ actor)
Se correlaciona en SIG capas con características edafológicas (degradación del suelo) con vegetación (tipo de vegetación), identificando como se conjuntan sus categorías		Tipo de vegetación y calidad del suelo en la Comunidad
Técnica		Información requerida
Generar polígonos donde se sobrelapen categorías de calidad del suelo con tipo de vegetación		Coberturas de suelo (degradación) y tipo de vegetación del mismo año, la misma escala y el mismo formato
Limitaciones del indicador		
La falta de información sobre todas las variables requeridas (suficientes y confiables). Falta de recursos (humanos, materiales y financieros) para realizar análisis		

Para la interpretación de resultados de este indicador de calidad del bosque como hábitat se propone la siguiente escala (Tabla 20); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 20. Rangos de interpretación referente al indicador de calidad del bosque como hábitat

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua
100- 75	Presencia de de unidades con buena calidad del suelo y tipo de vegetación correspondiente a vegetación primaria en el área de estudio para el inicio y término PSAH
74- 60	
59- 0	

La determinación de la línea base para el indicador de funcionalidad del complejo suelo- vegetación es la misma que para la construcción del indicador en el periodo del PSAH, concerniente a la generación del indicador con capas temáticas en SIG (erosión y degradación del suelo en contraste con los tipos de vegetación presentes) para los años anteriores al PSAH.

4.2.3 Indicadores Sociales

Los indicadores sociales elegidos fueron:

- Acceso justo al agua (Ficha 7)
- Percepción de mejora en la Comunidad (Ficha 8)
- Gobernanza e institucionalidad sobre el agua (Ficha 9).

A continuación se presentan las fichas técnicas correspondientes a dichos indicadores, junto con la descripción de los aspectos relevantes para su comprensión (escenario óptimo, rangos de interpretación, etc.).

Indicador de Acceso justo al agua

El indicador del acceso justo al agua se refiere a como los proveedores del SEH acceden al agua, en términos de calidad y cantidad (Cohen & Sullivan, 2010; *Kneeshaw, 2015); siendo entonces la reciprocidad de derechos entre usuarios y proveedores de servicios ecosistémicos el efecto medido del PSAH. Los parámetros son la cantidad (medida en disponibilidad los 24hr) y calidad del agua (mismas variables que la calidad del agua superficial en la comunidad) del servicio del agua en la comunidad. El método de medición es mediante un monitoreo de la calidad del agua y la cantidad para el uso doméstico y la aplicación de encuestas. La mínima información requerida son mediciones es al comienzo el PSAH y en años recientes. La principal limitación del indicador es la

disponibilidad de información, en particular la falta de mediciones de calidad y cantidad del agua en la comunidad.

Ficha 7. Indicador de Acceso justo al agua

<i>Acceso justo al agua</i>		Referencia (s)
Los proveedores del SEH tienen el mismo acceso al agua de calidad que los usuarios		Cohen & Sullivan, 2010; Kneeshaw, 2015
Efecto medido de PSAH		
Reciprocidad de derechos sobre el acceso al agua entre usuarios y proveedores		
Parámetros	Periodicidad de medición	
Frecuencia de agua de calidad potable y su cobertura (%) dentro de la comunidad	Al inicio y al final del PSAH	
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)	
Identificación de la frecuencia del servicio en la comunidad y porcentaje de cobertura del agua para uso doméstico, asociado a las mediciones de calidad del agua según la normatividad mexicana vigente (NOM-127-SSA1-1994)	Servicio del agua para uso doméstico en la comunidad	
Técnica	Información requerida	
Para la calidad del agua realizar las mediciones se presentan en Gopal Water Watch y Perevotchikova <i>et al.</i> , 2015; para la frecuencia y cobertura estadística descriptiva de bases de datos institucionales y/o estudios realizados	Toma de muestra y medición in situ de calidad del agua de los hogares de la comunidad, bases de datos de frecuencia y cobertura	
Limitaciones del indicador		
Falta de información sobre los parámetros requeridos (suficientes y confiables) y escala de la comunidad. Falta de recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo		

Para la interpretación de resultados de este indicador del acceso justo al agua se propone la siguiente escala (Tabla 21); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 21. Rangos de interpretación referente al indicador de acceso justo al agua

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de acceso justo al agua
100- 75	Frecuencia de 24hr al día de agua con la calidad dentro la mayoría de las variables según la NOM-127-SSA1-1994 para la mayoría de la comunidad
74- 60	
59- 0	

La línea base en este caso realiza con las mediciones disponibles de calidad del agua en la comunidad desde antes de 2004, la cantidad y frecuencia de agua disponible (24h de servicio) para la comunidad para el mismo periodo.

Indicador de la percepción de mejora de la comunidad

La percepción de la comunidad es un indicador cualitativo importante sobre el sentimiento de mejora o no dentro de la comunidad por la participación en el PSAH, es decir, como evalúan ellos

los efectos del programa (Perevochtchikova & Rojo, 2014, 2015). El parámetro de medición es el porcentaje de personas entrevistadas y encuestadas (en trabajo de campo, 2012- 17) que consideran que los efectos sociales, económicos y ambientales han sido positivos e incluso identifican y describen determinados beneficios. Estos datos deben considerarse cada fin del periodo del comisariado dada la variabilidad en la aplicación de los programas de conservación que cada comisariado representa según las observaciones del presente trabajo (Rojo & Perevochtchikova, en proceso; Rodríguez- Robayo *et al.*, 2018) (Anexo 6). El método de medición de este indicador es por medio de entrevistas semi- estructuradas o encuestas a actores clave (Anexo 6) con una muestra representativa de la comunidad y de quienes participan directamente en las jornadas del programa en campo. Las limitaciones del indicador son a la falta de información por la ausencia de respuestas de los entrevistados y/o encuestados.

Ficha 8. Indicador de la percepción de la Comunidad

Percepción de mejora de la comunidad		Referencia (s)
Sentimiento de mejora o no percibido en la comunidad en los temas asociados al PSAH (agua, bosque, empleo, etc.), relacionados con los cambios vinculados al PSAH		Perevochtchikova & Rojo, 2014, 2015
Efecto medido de PSAH		
Mejora percibida al interior de la comunidad por la participación en el PSAH		
Parámetros	Periodicidad de medición	
Porcentajes de la comunidad que percibe mejoras por la participación en el PSAH	Al menos dos mediciones por contrato de PSAH para barcar los comisariados participantes	
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)	
Realización de encuestas y entrevistas semi- estructuradas (actores clave) con preguntas semi- abiertas, estadística y análisis general del discurso centrado en los efectos positivos y negativos del PSAH en la comunidad, así como las acciones y los actores que están asociados a dichos efectos	Los comuneros y trabajadores del PSAH (originarios)	
Técnica	Información requerida	
Encuestas y entrevistas		
Limitaciones del indicador		
La falta de información, veracidad o problemas para realizar las encuestas y entrevistas		

Para la interpretación de resultados de este indicador del acceso justo al agua se propone la siguiente escala (Tabla 22); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 22. Rangos de interpretación referente al indicador de percepción de mejora de la comunidad

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de la percepción de mejora
100- 75	Porcentaje de respuestas que perciben la mejora en la comunidad por la participación en el PSAH
74- 60	
59- 0	

La línea base del indicador deberá ser a partir de la compilación de un análisis de percepción social sobre los efectos del PSAH; sin embargo, se entiende la dificultad para obtener este tipo de información y se sugiere explorar por medio las entrevistas y encuestas sobre los aspectos del estado de mejora o no dentro de la comunidad antes de la implementación del PSAH.

Indicador de Gobernanza e Institucionalidad

Este indicador cualitativo busca identificar la presencia de elementos de gobernanza e institucionalidad dentro de la comunidad asociadas a SEH y la gestión del bosque para poder medir el efecto de PSAH en términos de la mejora de la gestión y manejo de recursos de uso común (Ostrom, 2009, 2012; Teitelbaum, 2015; CIFOR, 1999). El parámetro es el porcentaje de la de los elementos presentes que conforman la gobernanza y la institucionalidad, dentro de las entrevistas y encuestas realizadas (trabajo de campo, 2012-2017). Estos elementos de gobernanza e institucionalidad sobre los RUC son: porcentaje de participación, responsabilidad, posesión y derechos, reglas y normas exitosamente aplicadas, resolución de conflictos, acceso al uso de recursos no maderables, el acceso a los recursos forestales es percibido como fácil, hay un sentimiento de seguridad sobre los recursos forestales y hay un sentimiento de seguridad sobre la toma de decisiones; según lo planteado en Teitelbaum (2015) y CIFOR (1999). La muestra recomendada es, al igual que el indicador anterior, es un número representativo de actores clave (comuneros y jornaleros que participan en las actividades de PSAH) en al menos cada periodo del Comisariado; siendo el método de medición las encuestas y entrevistas semi- estructuradas. Las limitaciones del indicador tienen que ver con la falta de información, además de la subjetividad asociada a vincular determinadas respuestas.

Ficha 9. Indicador de Gobernanza e Institucionalidad

Presencia de los elementos de gobernanza y de institucionalidad dentro de la comunidad vinculada a la conservación del SEH y los recursos forestales	Ostrom, 2009, 2012; Teitelbaum, 2015; CIFOR, 1999
Efecto medido de PSAH	
La mejora de los aspectos de gobernanza e institucionalidad comunitarios que garantizan el manejo, equidad y sustentabilidad en la gestión de los RUC	
Parámetros	Periodicidad de medición
Porcentaje de los elementos de gobernanza e institucionalidad presentes (porcentaje de participación, responsabilidad, posesión y derechos, reglas y normas exitosamente aplicadas, resolución de conflictos, acceso al uso de recursos no maderables, el acceso a los recursos forestales es percibido como fácil, hay un sentimiento de seguridad sobre los recursos forestales y hay un sentimiento de seguridad sobre la toma de decisiones)	Al menos dos mediciones por contrato de PSAH para barcar los comisariados participantes
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Se identifican en las entrevistas y encuestas los elementos descritos por Ostrom (2009), Teitelbaum (2015) y CIFOR (1999) que deben estar presentes como parte de la gobernanza e institucionalidad	Comuneros, el comisariados y jornaleros en las actividades del PSAH
Técnica	Información que requiera
Encuestas, entrevistas y estudios	Datos de entrevistas y encuestas existentes, posibilidad de ampliarlas y aplicar nuevas
Limitaciones del indicador	
La falta de información, veracidad o problemas para realizar las encuestas y entrevistas	

La interpretación de resultados de este indicador de gobernanza e institucionalidad se propone la siguiente escala (Tabla 23); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el

amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 23. Rangos de interpretación referente al indicador de gobernanza e institucionalidad

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de gobernanza e institucionalidad
100- 75	Presencia de los mayoría de los elementos de la gobernanza y la institucionalidad sobre el bosque y el agua
74- 60	
59- 0	

La línea base sería similar a la del indicador anterior, por lo que se sugiere explorar dentro de las entrevistas y encuestas la información sobre los aspectos de la institucionalidad y la gobernanza de SEH antes de la aplicación del PSA en la comunidad.

4.2.4 Indicadores Económicos

Los indicadores económicos son tres:

- Valor económico para proveedores del SEH o contribución económica a los hogares (Ficha 10)
- Valor económico por la sustitución para los usuarios del SE o de reemplazo (Ficha 11)
- Competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales o contribución económica a la comunidad (Ficha 12)

A continuación se presentan las respectivas descripciones y fichas técnicas.

Indicador del Valor Económico del SE

Este indicador es referente a la cuantificación de la aportación del PSA al ingreso de los beneficiarios del programa en la comunidad que busca medir el efecto económico directo del programa en la economía de las familias de la comunidad (Dupras & Alaim, 2014; Dupras *et al.*, 2014; *Dupras, 2015; Teteilbaum, 2015). El parámetro es el porcentaje de contribución de los ingresos del PSAH mensuales al total de ingresos de los jornaleros (beneficiarios directos del PSAH por las actividades realizadas) y de los comuneros (beneficiarios potenciales del PSAH). Se recomienda medir dichos datos por medio de encuestas y entrevistas por lo menos para cada periodo administrativo del Comisariado en curso. La mínima información requerida son los ingresos mensuales de una muestra representativa de estos beneficiarios (reales y potenciales), por

lo que las limitaciones del indicador están relacionadas con la falta de información debido a lo delicado que puede ser la información sobre este tema.

Ficha 10. Indicador del Valor Económico del SEH

<i>Valor económico del SEH</i>	Referencia (s)
Beneficio económico directo para los participantes en el programa del PSAH en términos de ingreso como conveniencia a participar	Dupras & Alaim, 2014; Dupras <i>et al.</i> , 2014; *Dupras, 2015; Teitelbaum, 2015
Efecto medido de PSAH	
Beneficio económico directo para beneficiarios del programa por la contribución significativa al ingreso económico total del ingreso del PSAH	
Parámetros	Periodicidad de medición
Porcentaje de aportación al ingreso mensual	Al inicio y al final del PSAH
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)
Se documenta el ingreso mensual promedio de los trabajadores y se determina el porcentaje en el que el ingreso mensual de PSAH contribuye al total	Jornaleros del PSAH y comuneros
Técnica	Información requerida
Encuestas a los beneficiarios reales y potenciales	Datos de ingresos económicos mensuales e incluido el ingreso mensual por PSAH para los beneficiarios reales y potenciales del programa
Limitaciones del indicador	
La falta de información, veracidad o problemas para realizar las encuestas	

Para la interpretación de resultados de este indicador del valor económico de SEH se propone la siguiente escala (Tabla 24); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 24. Rangos de interpretación referente al indicador del valor económico de SEH

%	Rangos referentes de interpretación del indicador del valor económico de SEH
100- 75	Porcentaje que aporta el ingreso de PSAH a los ingresos totales de los beneficiarios (reales y potenciales)
74- 60	
59- 0	

La línea base de este indicador no es posible determinar ya que la presencia del programa y del ingreso que se genera para la comunidad (no sólo por los jornales en conservación) por pequeño que sea se considera como un efecto económicamente positivo (según el trabajo de campo, 2012- 17).

Indicador del Valor económico para usuarios de sustitución

Este indicador puede describirse como la cuantificación del valor monetario por sustitución o pérdida para los usuarios de SEH (Viggliozio *et al.*, 2011; Dupras, 2014, 2015). El parámetro es precio del servicio del agua (servicio calculado por INE como servicio ecosistémico en México) por

m³ producido anualmente en el área de estudio. Este indicador se recomienda determinar con datos del comienzo y fin de los contratos de PSAH en las comunidades. El método de medición es por medio de los balances hídricos disponibles a escala de microcuencas (los cuales no son sencillos de encontrar a escala local); para sustituir su ausencia se calcula con los datos de la cantidad de agua producida en el territorio con los datos sobre la superficie de tipo de vegetación y los datos sobre la cantidad de agua que cada tipo de vegetación produce. La información mínima requerida es sobre la superficie que ocupa cada tipo de vegetación y uso de suelo, así como la documentación sobre la cantidad de agua se calcula producen dichos tipos de vegetación. Las limitaciones del indicador fueron la falta información y la aplicación de un método indirecto para la cuantificación.

Ficha 11. Indicador del Valor Económico del SE

Valor monetario para usuarios por sustitución		Referencia (s)
Estimación monetaria por el costo de sustitución de la cantidad de SEH producido anualmente en las zonas de PSAH		Viglizio <i>et al.</i> , 2011; Dupras, 2014, 2015.
Efecto medido de PSAH		
La valoración económica del SEH por el valor monetario de sustitución para los usuarios		
Parámetros	Periodicidad de medición	
\$ anuales por m ³ del SEH producido por tipo de vegetación presente en los sitios del PSAH	Al menos dos mediciones por contrato de PSAH al inicio y fin del contrato	
Método de medición	Objeto de muestra (factor/ actor)	
Lo óptimo sería usar los balances hídricos locales pero se puede calcular el volumen anual producido con la superficie de los tipos de vegetación y los cálculos (ubicados en diferentes estudios) de cuanta agua produce ese tipo de vegetación. El volumen producido tiene un precio en el mercado	Usuarios del SEH, es decir la Ciudad de México	
Técnica	Información requerida	
Determinación de las superficies de los tipos de vegetación con SIG, ubicación de los volúmenes de agua producidos por documentación y asignación de precio por m ³ por documentación	Superficie de los tipos de vegetación presentes en los sitios de PSAH, cálculos del volumen de agua producida por tipo de vegetación y precios del agua actualizados	
Limitaciones del indicador		
Falta de datos y estudios, sobre o subestimación de los cálculos de la cantidad del agua y/o del precio del agua		

Para la interpretación de resultados de este indicador del valor monetario para usuarios por pérdida de SEH se propone la siguiente escala (Tabla 25); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 25. Rangos de interpretación referente al indicador del valor económico de SEH

%	Rangos referentes de interpretación del indicador del valor monetario para usuarios por pérdida de SEH
100- 75	El pago del PSAH es igual o similar al valor por la pérdida al precio de sustitución de SEH
74- 60	
59- 0	

La línea base se calcula con la cantidad de agua producida en la zona, con la superficie de tipo de vegetación, para años antes de la ejecución del PSAH y con precios calculados para esos años.

Indicador de Competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales

Este indicador describe como cuantificar la competitividad del ingreso por PSAH en la comunidad ante los ingresos generados por otras actividades económicas legales (agricultura, ganadería, turismo, recreación, comercio) e ilegales (tala, venta y extracción de tierra y piedra, etc.) (Dupras & Alaim, 2014; Dupras *et al.*, 2014; *Dupras, 2015). El parámetro es \$/ha/ anual producida por cada actividad económica (legal o ilegal) y el PSAH, lo cual se recomienda se calcule por los menos para las actividades económicas con mayor presencia en la comunidad para cada periodo del comisariado. El método de cuantificación es por medio de entrevistas semi- estructuradas y encuestas, además de documentación y análisis de los precios de los cultivos, de las cabezas de ganado, ingreso por turismo en la zona, etc. Las limitaciones del indicador es la falta de información, especialmente en lo que respecta a las ganancias por las actividades económicas ilegales; esta información no suele obtenerse de manera sencilla dentro de entrevistas o entrevistas, a veces a pesar del grado de confianza. Se identificó en la construcción de este indicador que los comuneros que no participan directamente o que no tienen familiares cercanos en las actividades ilegales de manera más fácil dotan de información al respecto de los precios y volúmenes extraídos, así como algunos comuneros en el comisariado el turno; como datos conocidos en la comunidad.

Ficha 12. Indicador de Competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales

<i>Competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas</i>		Referencia (s)
Comparación de los ingresos totales anuales de la comunidad (aproximado) con los ingresos anuales del PSAH		Dupras & Alaim, 2014; Dupras <i>et al.</i> , 2014; Dupras, 2015
Efecto medido de PSAH		
La competitividad del ingreso del PSAH, es decir la conveniencia económica de participar en el PSAH, considerando los ingresos por las actividades económicas de la comunidad		
Parámetros		Periodicidad de medición
Diferencia de \$ anual entre los ingresos anuales de las actividades económicas (legales e ilegales) en la comunidad con los ingresos anuales del PSAH		Al inicio y al final del PSAH
Método de medición		Objeto de muestra (factor/ actor)
Para cada actividad económica se calculan o documentan los ingresos totales anuales por hectárea (o unidad equivalente, de ser el caso) y se comparan los ingresos anuales del PSAH para la comunidad considerando todos los contratos vigentes		Jornaleros del PSAH y comuneros
Técnica		Información requerida
Encuestas y entrevistas, documentación en estudios y bases de datos económicos recientes (INEGI, GDF, etc.)		Datos sobre los ingresos de los comuneros, sobre las actividades económicas, datos de operación del PSAH, estimaciones sobre otras actividades (turismo, tala, etc.)
Limitaciones del indicador		
La falta de información, veracidad o problemas para realizar las encuestas y entrevistas		

Para la interpretación de resultados de este indicador del valor monetario para usuarios por pérdida de SEH se propone la siguiente escala (Tabla 26); donde el color verde significa un efecto positivo (100- 75%), el amarillo un efecto que debería mejorarse para ser positivo (74- 60%) y rojo un efecto negativo (59- 0%).

Tabla 26. Rangos de interpretación referente al indicador de competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas (legales e ilegales)

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas (legales e ilegales)
100- 75	Porcentaje de ingreso promedio del PSA a la comunidad ante los ingresos promedio anuales de actividades económicas legales e ilegales presentes en la Comunidad provee
74- 60	
59- 0	

La línea base para dicho indicador implica la documentación histórica de las tendencias en los ingresos por las actividades económicas presentes en la comunidad.

4.3 Formas de análisis e interpretación de los indicadores

Si bien cada indicador requiere de una serie de referentes para su interpretación, un conjunto de indicadores de distintas disciplinas que proponen una evaluación integral de efectos de PSAH requieren de una metodología de evaluación viable y con incidencia directa en la mejora del programa. Además para integrar los indicadores, se proponer unificar los rangos de interpretación, aunque los criterios y parámetros contenidos en los indicadores y en los referentes teóricos en su interpretación no lo sean. Buscando que los indicadores en su conjunto como producto final respondan a la pregunta sobre si ¿el efecto (social, económico o ecológico) del PSAH es positivo, nulo o negativo?

Diagrama radial

El conjunto de indicadores se coloca en una gráfica de radar (denominado también de telaraña o radial) que es una herramienta que ha demostrado ser útil para gráficamente integrar y presentar los diferentes indicadores de manera conjunta (Perales *et al.*, 2000). Ésta gráfica muestra en forma fácil, en qué medida el objetivo de un programa se ha cumplido, y que permite una completa gráfica de comparación de comparación y de determinación de ventajas y limitaciones de los instrumentos que se están evaluando (Schuschny & Soto, 2009: 99). Se ha utilizado para evaluaciones con indicadores de sustentabilidad (económicos, ecológicos y sociales) del marco MESMIS, además se han aplicado en sistemas agro-silvi-pastoriles en Sinaloa México (Perales *et al.*, 2000), la evaluación de agrosistemas en términos de sustentabilidad y también con MESMIS (Gutiérrez *et al.*, 2005), y para indicadores de gestión del agua (Tiburcio, 2013: 131). Las categorías que corresponden a los ejes de la “telaraña” son los indicadores, puesto por grupos (económicos, sociales y ecológicos), mientras los rangos de evaluación de los efectos del PSA (de positivos a negativos) corresponderían a los rangos de interpretación descritos en el apartado anterior y que, abarcan a todos los indicadores bajo los mismo porcentajes (ver Figura 33).

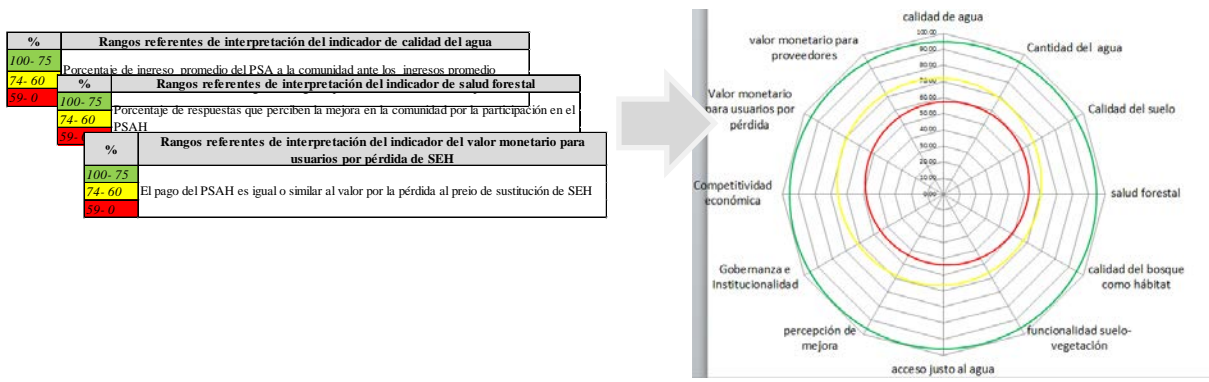


Figura 33. Homologación de rangos de interpretación de los indicadores y el diagrama radial.
Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, se puede analizar los resultados con base en análisis multivariado descriptivo o estudio de relaciones entre unidades de análisis como el análisis de Conglomerados (Clustering análisis) para poder interrelacionar los indicadores (Schuschny & Soto, 2009); o con el Análisis de Componentes Principales (ACP) (Schuschny & Soto, 2009) porque se requiere de más de una serie de datos. Lo que pudiera aplicarse si se toman en cuenta los datos que surgen por la aplicación de la evaluación integral en cada periodo administrativo (Comisariado) dentro de la comunidad o para cada contrato de PSAH.

Generación de superíndice

Con el cálculo de los indicadores puede generarse un super índice que conglomere en un 100%, la suma de todos ellos, equivaliendo cada uno a 8.3% final. De esta manera se obtiene un solo dato numérico que representa la evaluación del PSAH; sin embargo, no permite visualizar las dimensiones (ecológicas, económicas y sociales) hay efectos positivos o negativos por la participación de PSAH, y más bien muestran un resultado total de la evaluación; por lo que la gráfica radial representa una mejor visualización de efectos.

Análisis comparativo de indicadores con la línea base y los escenarios óptimos

Como un referente de interpretación que muestre un escenario óptimo completo (desarrollado a partir de la teoría y los comentarios asociados al proceso de evaluación- ponderación con expertos) de cada indicador, en todas las dimensiones mencionadas, se puede utilizar los datos del indicador antes de PSA en la comunidad y los años más recientes. La idea es describir y comparar los resultados de los indicadores para la evaluación de efectos de PSAH con su correspondiente línea base, es decir el estado que presentaban las variables medidas antes de la ejecución del programa, así como el escenario óptimo documentado en la teoría, como los efectos positivos del PSAH esperados.

Aplicación y utilidad de la propuesta de los indicadores

Como parte de la propuesta de indicadores del presente trabajo se realizó un ejercicio sobre la flexibilidad de la propuesta para aplicarse a otro tipo de servicios ecosistémicos no sólo en SEH, otro tipo de actores vinculados a SEH o SE y otro tipo de políticas públicas ambientales asociadas, lo cual se describe en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27. Aplicación de los indicadores de la propuesta para la evaluación de otros SE, otros actores sociales y otras PPA asociadas a SE

INDICADOR	Otros SE			Otro tipo de participantes de		Otras PPA asociadas al SE			
	Biodiversidad	Carbono	Paisaje	Ejidos	Privados	ANPs	Manejo	Restauración	Producción
Valor económico para proveedores del SEH	X	X	X	X	X				X
Competitividad económica del PSA ante las actividades económicas	X	X	X	X		X	X	X	X
Valor económico por sustitución	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acceso justo al agua para proveedores				X	X	X	X	X	
Percepción de mejora de la Comunidad	X	X	X	X		X	X	X	X
Gobernanza e institucionalidad	X	X	X	X		X	X	X	X
Cantidad del agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Calidad del agua				X	X				
Calidad del suelo para proveer el SEH	X	X	X			X	X	X	X
Funcionalidad del complejo suelo-vegetación	X	X							
Salud forestal	X	X	X			X	X	X	X
Calidad del bosque como hábitat	X		X			X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, la propuesta de indicadores para la evaluación integral es de utilidad para una amplia gama de servicios ecosistémicos y las políticas públicas asociados, mientras que más de la mitad son útiles para la evaluación del SE en relación con otro tipo de actores (ejidatarios y propietarios privados). Otros SE pueden evaluarse con todos los indicadores excepto la calidad del agua y el acceso al agua, en el caso de funcionalidad del complejo suelo- vegetación y la calidad del bosque como hábitat no se pueden aplicar para paisaje y carbono, respectivamente. En el caso de las evaluaciones con otros actores sociales, la propuesta es de mayor viabilidad para la propiedad colectiva de la tierra como ejidatarios, no siendo así para el caso de privados. Para la evaluación de efectos de otras PPA conocidas en México la propuesta de indicadores se adecúa bien en el caso de Áreas Naturales Protegidas, programas de manejo, restauración y producción; a excepción de los indicadores de calidad del agua, funcionalidad del complejo suelo- vegetación, acceso justo al agua y valor económico para proveedores.

Observaciones finales

El listado de indicadores para la evaluación integral propuesta, está conformado por doce indicadores agrupados en cuatro categorías: hídricos, forestales, sociales y económicos; con tres indicadores cada categoría.

Así, los Indicadores Hídricos se conforman por: *Calidad del Agua* con los parámetros de pH, temperatura, STD, CE dureza, alcalinidad, cationes/ aniones, O₃, saturación de O₃ y presencia bacteriológica; *Cantidad del Agua*, que se construye con la medición del flujo del caudal; y *Calidad del Suelo* con los parámetros de densidad aparente, porosidad, acidez, toxicidad por Al, presencia de KCl y NaF, N y P, cantidad de materia orgánica.

Los Indicadores Forestales consideran los de: *Salud Forestal* medido con el parámetro de porcentaje de la deforestación en los polígonos de PSAH durante y después del contrato del programa; *Calidad del bosque como hábitat*, cuyos parámetros son población, distribución poblacional y densidad poblacional (excretas también para el caso de mamíferos) cuantificado por tres especies clave del área de estudio; y *Funcionalidad del complejo suelo* vegetación requiere los parámetros de calidad del suelo en conjunto de tipo de vegetación.

Los Indicadores Sociales son: *Acceso justo para proveedores de SEH* con los parámetros de frecuencia y calidad del agua como servicio doméstico del agua en la comunidad; *Percepción de mejora en la comunidad*, con los parámetros cualitativos sobre percepción de mejoras o no por la participación en el programa; y *Gobernanza e Institucionalidad* con los parámetros cualitativos de porcentaje de participación, responsabilidad, posesión y derechos, reglas y normas exitosamente aplicadas, resolución de conflictos, acceso al uso de recursos no maderables, el acceso a los recursos forestales es percibido como fácil, hay un sentimiento de seguridad sobre los recursos forestales y hay un sentimiento de seguridad sobre la toma de decisiones.

Los Indicadores Económicos incorporan: *Competitividad económica de PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales (o contribución al ingreso a la comunidad)* con el parámetro de la diferencia monetaria anual entre los ingresos anuales de las actividades económicas y el PSAH; *Valor económico para proveedores de SEH (o contribución al ingreso de los hogares)* con el parámetro de las actividades económicas (legales e ilegales) en la comunidad con los ingresos anuales del PSAH del porcentaje de aportación al ingreso mensual de cada actividad; y *Valor de reemplazo* con los parámetros del ingreso anual producido y por tipo de vegetación presente en los sitios del programa de PSAH.

Las limitaciones identificadas son en relación a la falta de información (confiable y suficiente) para la construcción de los indicadores requeridos, recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo y el análisis de laboratorio; veracidad de respuestas y problemas logísticos para realizar las encuestas y entrevistas y; además de la sobre- o subestimación de los cálculos de la cantidad del agua y/o del precio del servicio del agua potable.

A pesar de estas limitaciones, la propuesta de indicadores ecológicos (forestales e hídricos), sociales y económicos para la evaluación integral de efectos del programa de PSAH resulta una herramienta útil, que ofrece un acercamiento integrado a la problemática socio-ambiental y participación

comunitaria en estos programas. Incluso para completar la información necesaria de los indicadores propuestos se puede buscar fuentes alternativas, y determinar líneas históricas que permiten ver su evolución en el tiempo.

CAPÍTULO V EVALUACIÓN INTEGRAL DE LOS EFECTOS DEL PSA CON INDICADORES PROPUESTOS A ESCALA LOCAL

Como se señaló en los capítulos anteriores, los indicadores que conformaron la propuesta del capítulo fueron seleccionados con base en la información potencialmente disponible a escala local, centrada en estadísticas y datos gubernamentales (de instancias federales y locales) nacionales e internacionales, además, el trabajo de campo y análisis documental (tesis, artículos científicos, libros, etc.). Esta propuesta en este capítulo se aplica a la zona de estudio de comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Cabe mencionar al inicio de este trabajo existían una serie de datos en dependencias de gobierno (a nivel federal) que posteriormente desaparecieron no existían, ya que fueron modificadas las páginas oficiales y reservorios desmanteladas a razón de los recortes presupuestales de los recientes años; por ejemplo páginas de SEMARNAT y CONAFOR y SEDEMA- GDF (donde se eliminaran vinculados a estudios anteriores).

También se mencionó en el capítulo 2 que del conjunto de indicadores propuesto se midieron en campo: cantidad y calidad del agua con dos sesiones de muestreos (una en 2012- 2013 y otra, 2015-2017), la competitividad económica, el valor económico para proveedores, la percepción de mejora de la comunidad, la gobernanza e institucionalidad y parte del acceso al agua con trabajo de campo (entrevistas y encuestas 2012, 2013, 2016 y 2017). El resto del indicador del acceso al agua con trabajo de campo (encuestas 2015- 2017) y documentación. Con Sistemas de Información Geográfica (SIG) se calcularon los indicadores de salud forestal, calidad del suelo y la funcionalidad del complejo suelo- vegetación. El indicador de valor de sustitución se calculó con documentación y trabajo de gabinete. Las líneas base se buscó documentarlos con datos e información lo más similar al cálculo del indicador en el presente para tener indicadores comparables. Es en los capítulos 4 y 5, donde se describen a detalle las formas de cálculo de cada indicador.

5.1 Resultados de los indicadores

De la propuesta del capítulo anterior, resultado que los indicadores son doce, subdivididos en cuatro grupos con tres indicadores cada uno: i) indicadores hídricos (calidad del agua, cantidad del agua y calidad del suelo para proveer el Servicio Ecosistémico- agua), ii) indicadores forestales (salud forestal, calidad del bosque como hábitat y de funcionalidad suelo- vegetación), iii) indicadores sociales (acceso justo al agua, percepción de mejora de la Comunidad y Gobernanza e Institucionalidad) y iv) indicadores económicos (competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales, valor monetario para usuarios por pérdida o valor de sustitución y valor monetario para proveedores del SH). A continuación se describen los resultados de la aplicación de los indicadores al caso de estudio de la comunidad de SMyST Ajusco.

Los indicadores por la heterogeneidad de sus parámetros de cada indicador, los indicadores no se presentan en las fichas y las fichas del capítulo anterior son sólo para su descripción.

5.1.1 Indicadores Hídricos

Los indicadores correspondientes a esta categoría son: calidad del agua, cantidad del agua y calidad del suelo para proveer el servicio.

Indicador de la Calidad del agua

Este indicador se calculó con datos de dos monitoreos de la calidad del agua basados en las (variables y metodologías similares), los cuales se llevaron a cabo en 2012- 2013 (Perevochtchikova *et al.*, 2015) y 2015- 2017 (Perevochtchikova *et al.*, 2016). El primer monitoreo implicó la medición de datos *in situ* y datos de muestras para el análisis de laboratorio de dos periodos (época seca y húmeda) en trece sitios predeterminados como manantiales permanentes por la comunidad (Figura 34 y 35).

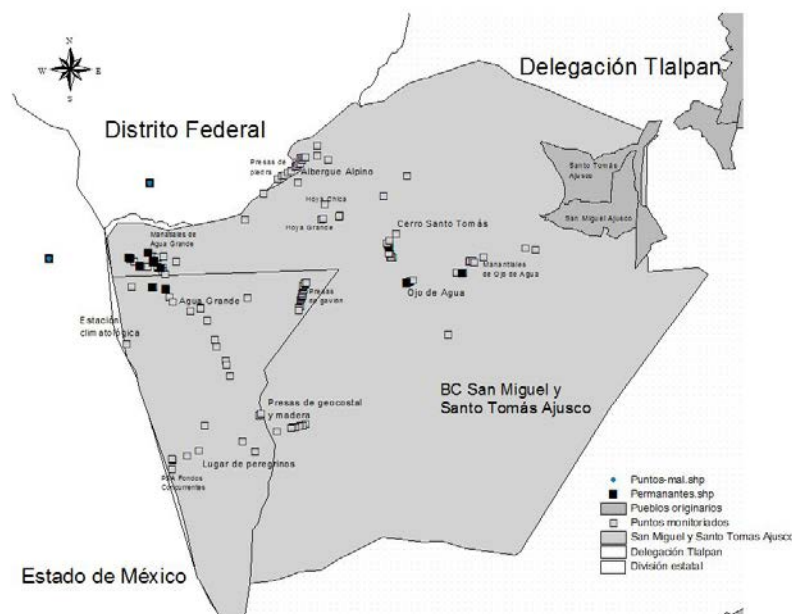


Figura 34. Sitios del muestreo realizado en 2012- 2013. Fuente: Tomado de Perevochtchikova *et al.*, (2015: 44).

Para el muestreo de 2015- 2017 se redujeron los sitios a tres bajo el criterio de lugar de nacimiento del agua, según los datos obtenidos en el estudio anterior (Perevochtchikova *et al.*, 2015), los cuales se muestran en la Figura 35.



Figura 35. Sitios del muestreo realizado en 2015- 2017. Fuente: Tomado de Zavala et al., (2017).

En los sitios de monitoreo se midieron los parámetros: i) físico-químicos (potencial de Hidrógeno-pH, Sólidos Totales Disueltos- STD, conductividad eléctrica, temperatura del agua, y el caudal usando técnicas manuales) y; ii) se tomaron muestras para el laboratorio y la determinación de cationes y aniones (calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K); sulfuro (SO₄), cloro (Cl), carbonato (CO), bicarbonato (HCO₃), en mg/l.) (Perevochtchikova et al., 2015). Para el segundo monitoreo en 2015- 2017, los parámetros fueron: a) fisicoquímicos (temperatura de aire y agua, potencial de hidrógeno, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto y turbidez, y b) bacteriológicos (*Escherichia coli*) con técnicas de medición *in situ*, cultivo de bacterias, con su posterior incubación; para tres sitios de muestreo (Perevochtchikova et al., 2016, 2017). Se consideraron los datos de ambos monitoreos, porque corresponden al mínimo de variables necesarias para determinar la calidad del agua, según la OMS (2006) y McJunkin (1988); siendo además la única información disponible a escala local, reciente y replicable desde enfoques de monitoreo comunitario (Perevochtchikova et al., 2016) (Cuadro 1).

Cuadro 1. La construcción del indicador de calidad de agua (promedios, mínimos y máximos y su comparación con la NOM -127-SSA1-1994.

Parámetro	Año	Promedio	Min	Max	Fuera de Norma	Año	Promedio	Min	Max	Fuera de Norma	
Temperatura	2013	12.61°C	8.3	18.5	Ninguno	2016-2017	10.49°C	9	13.5	Ninguno	
pH		6.7	6.09	7.94	1 sitio 1 muestreo		7	7	7.5	Ninguno	
STD		41.40	20	170	1 sitio 2 muestreos		Sin datos				
Conductividad		62.4	35	260	Ninguno		Sin datos				
Cationes (Ca, Mg, Na, K)		4.2 mg/l	1.1	15	Concentración de Ca 2 sitios 1 muestra c/u		Sin datos				
Aniones (SO ₄ , Cl, CO, HCO ₃)		14.85 mg/l	0.0	71.2	Concentración de HCO ₃ Manatiales		Sin datos				
Dureza (Ca, Mg)		Sin datos					24.16 mg/l	20	40	Ninguno	
Alcalinidad (CaCO ₃)		Sin datos					40.5 mg/l	30	50	Ninguno	
Oxígeno disuelto		Sin datos					6.7 ppm	6.2	7	Sin referencia en la NOM	
Saturación de O ₂		Sin datos					59.4%	55	64	Sin referencia en la NOM	
Turbidez		Sin datos					2 NTU	2	2	Ninguno	
Bacterias <i>E. coli</i>		Sin datos					58 colonias	1 sitio 6 muestreos			Por encima de la NOM

Fuente: Perevochtchikova et al., (2015, 2016, 2017); NOM -127-SSA1-1994; Deutsch et al., (2010).

* Trece sitios muestreados en 2013 y tres muestreados en 2016- 17.

Del cuadro 1 se puede observar que en el primer monitoreo se presentan algunas variables por encima de la normatividad mexicana (NOM-127-SSA1-1994 y NOM-001-SEMARNAT), como concentraciones de sales (sodio, magnesio, calcio y potasio) en dos sitios del muestreo dos. En este caso, uno corresponde a un pequeño embalse “donde se capta el agua para la comunidad, lo que propicia una mayor evaporación y por tanto concentración de sales” y el otro “está próximo a un punto donde los pobladores suelen arrojar basura y desechos de comida” (Perevochtchikova *et al.*, 2015: 50). Y en el segundo monitoreo la calidad físico-química es buena (considerando la normatividad mexicana, aunque la calidad bacteriológica es de riesgo para consumo humano e incluso se identifica como baja de calidad del agua después del año 2016 cuando termina el PSAH en la comunidad (Perevochtchikova *et al.*, 2016, 2017).

En la interpretación del indicador se considere el porcentaje proviene del total de variables dentro de la norma, considerado el total de sitios muestreados para todo el periodo en ambos casos (2012-13) y (2015-17). Para el primer muestreo fueron identificados seis variables para trece sitios en dos fechas y cuatro variables para trece sitios en una fecha, lo cual da un total de 156 mediciones (Perevochtchikova *et al.*, 2015). Para el segundo, muestreo fueron ocho variables en tres manantiales monitoreados cada mes (lo cual suma un total de doce monitoreos al año), que da un total de 288 mediciones (Perevochtchikova *et al.*, 2016). Para el monitoreo de 2012-13 fueron cinco datos fuera de la norma (5/156) es decir el 3.2% y para el monitoreo de 2015-16 seis datos fuera de la norma (6/288) un 2%, si sumamos el total de datos disponibles son 444, de los cuales once no cumplen los parámetros considerados de calidad del agua para el indicador, 11/444 esto corresponde a un porcentaje de 4.27% de los datos y el resto 95% con datos de buena calidad del agua, lo que hace al indicador positivo (Tabla 27).

Tabla 28. Interpretación del indicador de calidad del agua

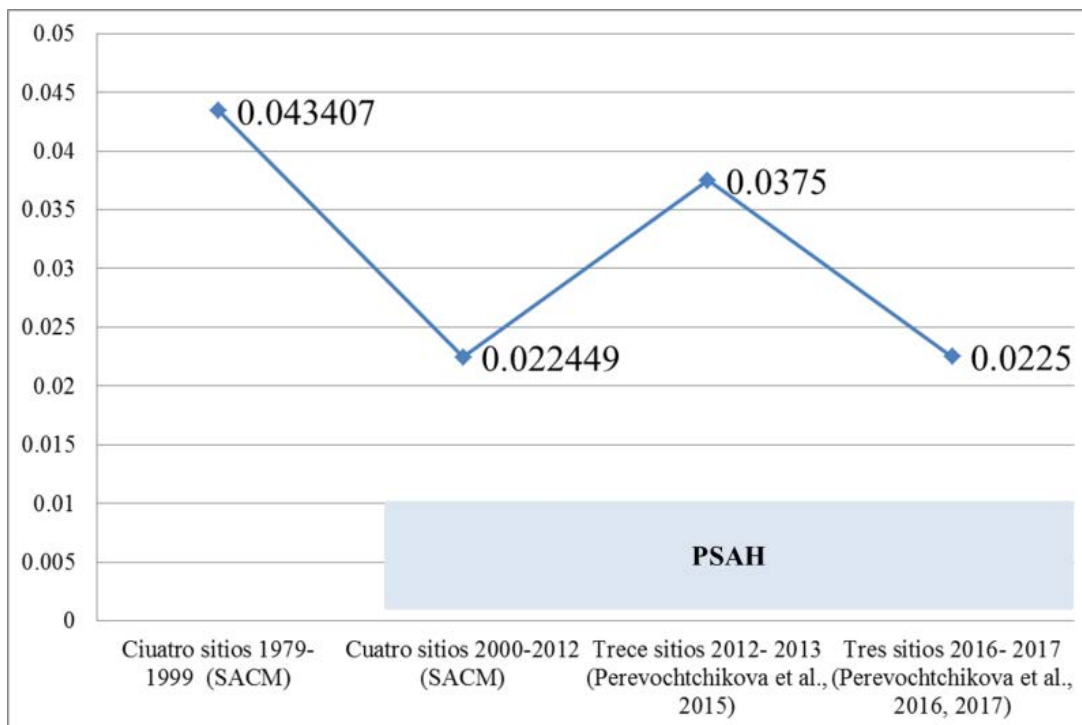
%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua	Indicador	Efecto
100- 75	El porcentaje de todas los parámetros de las muestras (físicas, químicas y bacteriológicas) que se encuentran dentro de la normatividad mexicana establecida para la calidad del agua (NOM-127-SSA1-1994) y el desarrollo de la vida (Deutsch <i>et al.</i> (2010b)	95%	Positivo
74- 60			
59- 0			

Como puede observarse, las mediciones de las variables en ambos monitoreos cumplen con la norma en 95%, por lo cual el indicador se ubica dentro de rango de efecto positivo del PSAH (asumiendo la limitante que sólo es una aproximación), que debería analizarse con mayor precisión en términos territoriales y vínculo con los polígonos de PSAH.

Indicador de la Cantidad del SEH

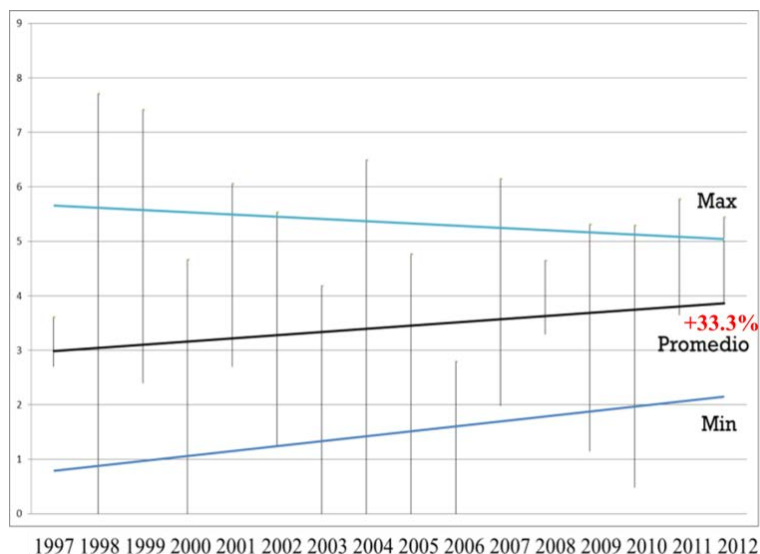
Los datos del indicador de cantidad de agua también se calcularon con los monitoreos de 2012-13 y 2015-16 donde se tomaron datos sobre caudal. En el caso del primer muestreo fueron volumen y

velocidad para trece sitios predeterminados como manantiales permanentes por la comunidad en cuatro fechas de muestreo (noviembre 2012, abril, agosto y diciembre 2013) y; en el caso del segundo muestreo se ha realizado el monitoreo constante en tres sitios de abastecimiento a la comunidad (dos manantiales y un arroyo) (Perevochtchikova *et al.*, 2017). Posteriormente se documentaron los caudales históricos en la zona con base en el registro del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM- GDF, 2003, 2009 y 2012). Así se tomaron los datos de caudal de trece sitios de monitoreo entre 2012- 2013 y tres sitios para el monitoreo de 2015- 2016 (Gráfica 9).



Gráfica 9. Caudal promedio anual monitoreado en la zona de estudio, 1997- 2017. Fuente: Perevochtchikova *et al.*, (2015, 2016, 2017); SACM- GDF (2003, 2009, 2012).

Para la interpretación del indicador hace falta tener un panorama histórico completo de la zona de estudio. Para lo cual, se ubicaron en el archivo histórico del SACM (Sistema de Aguas de la Ciudad de México) datos de los monitoreos realizados en el área de estudio del caudal (1979-1999) y para el periodo de participación de la comunidad en el PSAH (2000- 2012). Esta información considera cuatro sitios muestreados dentro de las tierras comunales que coinciden con los muestreos realizados por Perevochtchikova *et al.*, (2015, 2016, 2017), que son: Viborillas, Potrero, El Sauco y Monte Alegre) (Gráfica 10):



Gráfica 10. Caudal promedio anual histórico, 1997- 2012. Fuente: elaboración propia con base en SACM- GDF (2003, 2009, 2012).

Lo cual nos muestra que la cantidad de agua en el área de estudio no ha variado significativamente ($\pm 1\text{m}^3/\text{s}$) desde el año 1979, y sólo presenta variaciones naturales asociadas a las variantes temporales anuales y a las condiciones climáticas de cada año; y por lo tanto, el resultado del indicador es positivo (Tabla 29).

Tabla 29. Interpretación del indicador de cantidad del agua

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua	Indicador	Efecto
100- 75	El porcentaje que se mantiene el caudal del agua del caudal en el periodo del PSAH y con referencia a los datos históricos	100%	Positivo
74- 60			
59- 0			

Cabe comentar que a pesar de que está documentada una pérdida de la cobertura vegetal en la zona de estudio (Saavedra & Perevochtchikova, 2017) para el mismo periodo que los datos del caudal, esto no ha influenciado en la reducción de la cantidad de agua (Chapin *et al.*, 2009).

Indicador de la Calidad del suelo para proveer el SEH

Este indicador se compone de una serie de características esperadas para el tipo de suelo dentro del bosque templado, en condiciones óptimas para la provisión del servicio hídrico (Chapin *et al.*, 2009;

Jiménez, 2011). Las que se describen a continuación junto con sus rangos óptimos (Cuadro 12): i) *Propiedades físicas*- densidad aparente y porosidad; ii) *Propiedades químicas*- acidez, toxicidad por aluminio (Al), presencia de cloruro de potasio (KCl), presencia de fluoruro de sodio (NaF), cantidad de nitrógeno (N) y fósforo (P) y; iii) *Propiedades biológicas*- cantidad de materia orgánica presente.

Dado que no se realizó trabajo de campo para el muestreo y análisis de suelos, se identificaron cuatro trabajos edafológicos y ecológicos realizados dentro del territorio o en la cercanía de la comunidad, dentro del periodo en el cual ha estado activo el programa del PSAH:

- i) Perea- Estrada *et al.*, (2005) que analiza la fertilización y tipos de suelo en torno a las micorrizas y los eucaliptos;
- ii) Ramírez, (2009) que estudia el impacto del fuego sobre la erosión hídrica y el escurrimiento superficial;
- iii) Cruz & Etchevers, (2011) que determina la cantidad de carbono en suelos someros de pinares y abetales y;
- iv) Jiménez (2011) que trabaja variables de suelo asociadas a la provisión de SEH.

Los sitios que se estudian en estos trabajos son:

- i) Ajusco con un muestreo de suelo del año 2005 (en las coordenadas de 19° 13' 68'' latitud y 99° 16' 54'' longitud), hacia el sureste del Parque Nacional Cumbres de Ajusco, y estudio de las variables de acidez, el N, el P y la materia orgánica (Perea- Estrada *et al.*, 2005);
- ii) en 2009 hay un estudio sobre suelos e incendios para el volcán el Pelado (al sur de la comunidad) donde se presentan las variables de densidad aparente, nitrógeno y materia orgánica (Ramírez, 2009);
- iii) para 2011 hay dos estudios, el primero en el volcán del Ajusco (predio tzozocol), que documenta densidad aparente, acidez, presencia de cloruro de potasio (KCl) y cantidad de nitrógeno (Cruz & Etchevers, 2011) y;
- iv) el segundo realiza el muestreo en el límite noroeste de la comunidad con el Parque Nacional Cumbres del Ajusco y presenta todas las variables para determinar la calidad del suelo asociada a servicios ecosistémicos hídricos (Jiménez, 2011).

Como puede observarse en el cuadro siguiente, hay pocos estudios que abarquen el número de variables requeridas para la construcción del indicador; sin embargo, de las veintiuna mediciones presentadas, trece no se encuentran dentro de los rangos esperados. Los resultados para las propiedades: i) físicas del suelo- la densidad aparente sólo se encuentra dentro de sus rangos óptimos establecidos según la literatura (Jiménez, 2011; Chapin *et al.*, 2009; ISA, 1999) para Cumbres del Ajusco en 2011, el único dato sobre porosidad es también para cumbres pero dentro del rango; ii) químicas- el pH es alto en tres de los cuatro lugares con datos, cumbres no presenta datos de toxicidad por aluminio (dato único disponible), presencia de cloruro de potasio (KCl) como acidificador del suelo en dos sitios para 2011, la presencia de fluoruro de sodio (NaF) está documentada tan sólo en Cumbres del Ajusco y el nitrógeno y el fósforo se encuentran fuera del rango en Cumbres y por último; iii) biológicas- se encuentran por debajo del rango en Cumbres y por encima del rango para el volcán el Pelado (Perea- Estrada *et al.*, 2005; Ramírez, 2009; Cruz & Etchevers, 2011; Jiménez, 2011).

Cuadro 2. La construcción del indicador de calidad del suelo

SUELO (Variables del indicador)	SITIO (AUTOR, AÑO)				PROPIEDADES DEL SUELO ÓPTIMAS PARA LA PROVISIÓN DEL SH	
	Ajusco (Pérez-Estrada et al., 2005)	Volcan el Pelado (Ramírez, 2009)	Volcan del Ajusco (Cruz & Etchevers, 2011)	Cumbres (Jiménez, 2011)	Rango	Justificación
Propiedades Físicas						
Densidad aparente	s/d	8.3	0.00076	0.87	0.55-0.90g/cm ³	Valores bajos, valores altos revelan la compactación del suelo, o sea menor circulación hídrica y de aire (USDA, 2008)
Porosidad	s/d	s/d	s/d	18.31%	Cerca 40%	Para andosoles menores a 40% y mayores de 55% proveen poco y excesivo drenaje, respectivamente (Jiménez, 2011)
Propiedades Químicas						
Acidez	6.10	5.8	5.0	5.6	4.4- 5.4	Fuera del rango cambia la absorción nutritiva y crecimiento de las plantas (Jiménez, 2011)
Toxicidad por Al	s/d	s/d	s/d	Baja	Alta	Reducción de absorción de micronutrientes (Jimenez, 2011)
Presencia de KCl	s/d	s/d	Presente, 4.7	Presente 3.10	Presencia	Mayor acidez en el suelo (Jimenez, 2011)
Presencia de NaF	s/d	s/d	s/d	Presente 10.18	Presencia	Mayor acidez en el suelo y retención de humedad (Jimenez, 2011)
N	0.24%	0.54% bajo	60.3mg	0.13%	0.20-0.90%	Documentados para andosoles sanos en bosques templados de México (Jiménez, 2011)
P	2.22	s/d	s/d	93.05 Suelos jóvenes	2-6 mg/kg	Documentados para andosoles sanos en bosques templados de México (Jiménez, 2011)
Propiedades Biológicas						
Materia orgánica	4.79%	19%	s/d	Bajo	2- 5%	Documentados para andosoles sanos en el área central de México (Jiménez, 2011)

Fuente: Elaboración propia con base en Pérez- Estrada et al., (2005); Ramírez (2009); Cruz & Etchevers (2011); USDA (2008); Jiménez (2011); Chapin et al., (2009); ISA (1999).

Los resultados de los muestreos recopilados en los cuatro estudios cumplen con los rangos establecidos en ocho de veintidós mediciones, proporcionando un 38.1% del total de las variables y por lo cual como indicador se ubican dentro de rango de efecto negativo (Tabla 30).

Tabla 30. Interpretación del indicador de calidad del suelo

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del suelo	Indicador	Efecto
100- 75	El porcentaje de todas los parámetros (físicos, químicos y biológicos) en todos los muestreos cuyo referente de calidad se describe en Jiménez (2011) e ISA (1999)		
74- 60			
59- 0		38.1%	Negativo

Además cabe mencionar que en este indicador es evidente ausencia de información para algunas mediciones.

Finalmente, en el Cuadro 3, se resumen los resultados de los tres indicadores con el propósito de dar un panorama de los indicadores hídricos, cuyos detalles se explicaron en los párrafos anteriores.

Cuadro 3. Indicadores Hídricos: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación

INDICADOR (Parámetro- s)	Técnica (s) de medición	RESULTADO	Interpretación
<i>Calidad del agua</i> (pH, temperatura, STD, CE dureza, alcalinidad, cationes/ aniones, O ₃ , saturación de O ₃ , presencia bacteriológica)	- Muestreo en campo 2012-13 y modelado ambiental (AquaChem) - Muestreo con la técnica de Global Watch Water 2015-17 (bacterias)	- Calidad del agua dentro de la normatividad mexicana, excepto 2 sitios con concentración alta de sales y pH alto) -Calidad adecuada para la vida acuática y el consumo humano (Deutsch <i>et al.</i> , 2010), aumento de bacterias en época de lluvia (<i>E. Coli</i>).	Efecto positivo
<i>Cantidad del agua</i> (m ³ / s)	- Muestreo en campo 2012-13 y muestreo con medidor de flujo 2015- 17	- La cantidad de agua superficial identificada por medio del caudal es constante, con referencia a los datos históricos recopilados	Efecto positivo
<i>Calidad del suelo para producir el SE</i> (densidad aparente, porosidad, acidez, AL, KCl, NaF, N, P y materia orgánica)	- Tomado de cuatro trabajos para la documentación de variables físicas, químicas y biológicas	- Hay para algunos sitios densidad aparente alta y porosidad alta provocando baja conductividad hídrica; acidez alta; no hay toxicidad por Al; presencia de KCl (mayor acidez); N bajo (suelo deficiente); P suelos relativamente jóvenes y; poca materia orgánica, suelo deficiente en nutrientes	A mejorarse para que sea un efecto positivo

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse de manera general los indicadores hídricos de los efectos del PSA son positivos, a excepción del indicador de calidad de suelo. La calidad del agua se encuentra dentro de los rangos establecidos en la normatividad mexicana y en la literatura científica, así como la cantidad de agua se ha mantenido históricamente dentro de un rango de variaciones naturales; y sólo la calidad del suelo es de poco efecto.

Las limitantes observadas para este grupo de indicadores fueron: la falta de información confiable y a escala local, la presencia de una diversidad de cálculos y la ausencia de datos históricos.

5.1.2 Indicadores Forestales

Los indicadores forestales implementados para la evaluación fueron: salud forestal, calidad del bosque como hábitat y funcionalidad del complejo suelo- vegetación.

Indicador de Salud forestal

El indicador de salud forestal inicialmente estaba compuesto por los parámetros de estructura población, composición, diversidad, grado de fragmentación y tasa de deforestación como se explicó en el capítulo metodológico; pero por la falta de información de dichos parámetros se centró en deforestación. Y como es el caso del indicador anterior, el indicador de calidad de suelo, inicialmente se construyó con los datos disponibles en estudios realizados en la comunidad dentro del periodo del PSA.

La información disponible del indicador sólo considerando deforestación con la capas de deforestación de dos fuentes distintas (PAOT, 2012 e INFYS/ CONAFOR, 2017). Para los estudios de CONAFOR (INFYS/ CONAFOR, 2017), se seleccionaron las capas disponibles para deforestación posibles que fueron los años 2005, 2006, 2008, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 (Figura 36, Cuadro 5) para identificar el porcentaje de la superficie que fue deforestada dentro de los polígonos de PSAH durante el tiempo que estos polígonos estuvieron bajo contrato.

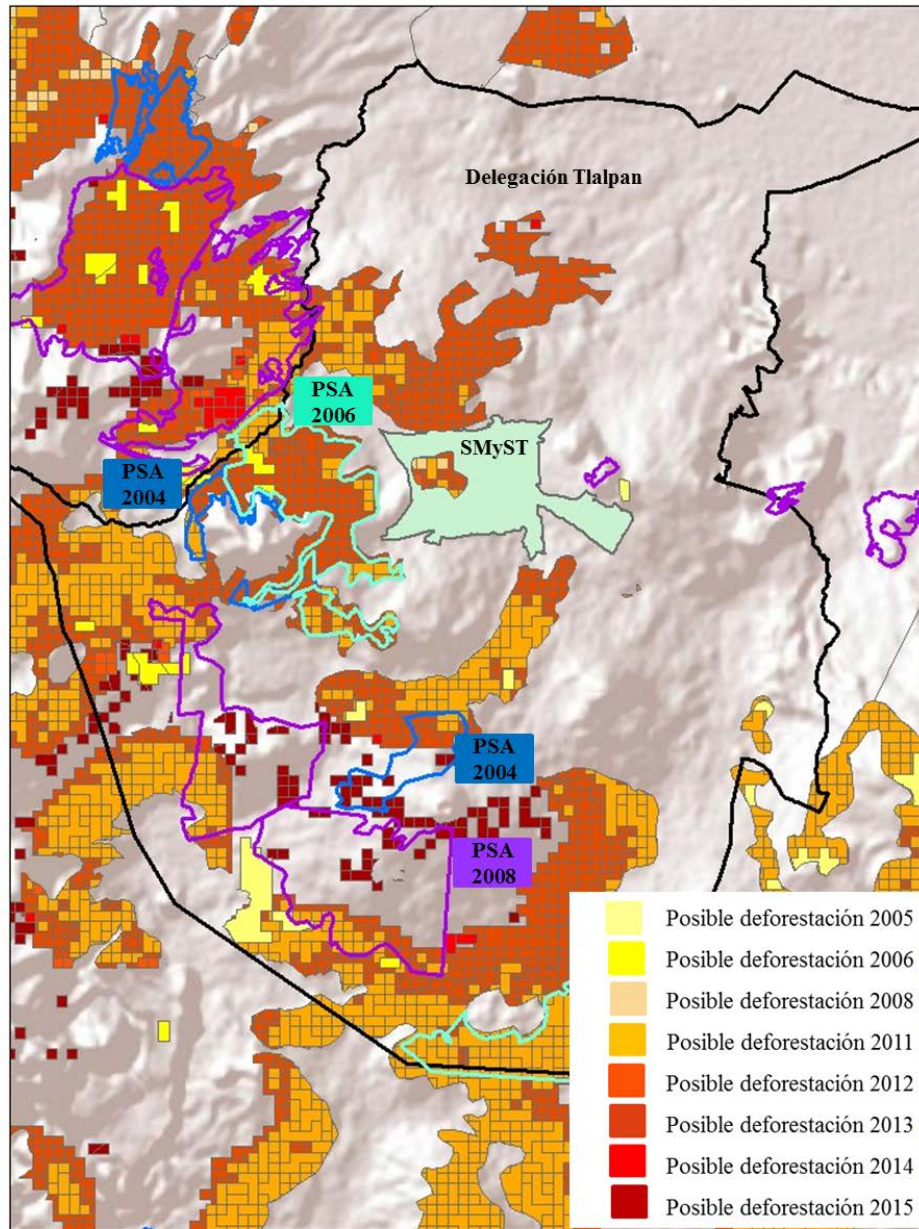


Figura 36. La deforestación y los polígonos de PSAH en la zona de estudio, 2004- 2015. Fuente: Elaboración propia con base en INFYS/ CONAFOR (2017); CONAFOR (2015). * “Posible deforestación” como el término utilizado por la CONAFOR ya que su metodología agrupa sitios donde la reducción de la vegetación es detectada en amplios pixeles, generalizando las categorías en términos espaciales.

Como resultado del análisis en SIG, se pudo calcular la superficie deforestada dentro de los polígonos de PSAH, durante y después de la aplicación del programa, así como la deforestación en las áreas fuera de estos polígonos durante el periodo de operación del programa (Cuadro 16).

Cuadro 4. Datos disponibles de las variables de deforestación para la construcción del indicador de salud forestal

Periodo de PSAH	% de la superficie deforestada en el polígono de PSAH durante el contrato	% de la superficie deforestada en el polígono de PSAH después el contrato
2004-8	10%	80%
2006-10	0%	90%
2008-12	5%	15%
2009-13	70%	10%
2012-2014*	90%	0%

Fuente: Elaboración propia con base en INFYS/ CONAFOR (2017); CONAFOR (2015). * El contrato de Fondos Concurrentes se concluyó por parte de la empresa privada (ICA) al declarar su bancarrota

Sin embargo, con metodologías más exactas en cuanto al análisis del SIG, como el estudio de Saavedra & Perevochtchikova (2017) que usa los datos del Centro Geo podría modificarse el indicador ya que tienen un alcance mucho más detallado que el propuesto por la CONAFOR. La principal limitante de este indicador es que depende las metodologías con las cuales se crean las capas sobre deforestación SIG, ya que las metodologías que agrupan y generalizan en grandes áreas (representadas por los píxeles), así como otro tipo de criterios de clasificación en SIG, modifican las superficies deforestadas según la metodología aplicada. Finalmente, el indicador se calcula como el porcentaje promedio de los sitios de PSA no deforestación antes y después de la participación en el programa, esto es el 26%, según los datos de posible deforestación de la CONAFOR (2017) (Tabla 31).

Tabla 31. Interpretación del indicador de salud forestal

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de salud forestal	Indicador	Efecto
100- 75	Superficie promedio sin deforestación dentro de los sitios de PSAH durante y después del contrato		
74- 60			
59- 0		26%	Negativo

Los resultados del indicador muestran que el total no deforestado suma 26%, es decir más de mayoría del territorio fue deforestado durante la participación en el programa. Dos polígonos de PSA fueron casi deforestados en su totalidad durante el contrato y son los correspondientes a los periodos de contrato 2009- 2013 y Fondos Concurrente de 2012- 2014; mientras que los polígonos deforestados casi en su totalidad después del programa fueron después de participar en 2004- 2008 y 2006- 2010. Si bien las áreas fuera de los polígonos bajo contrato sólo fueron deforestados en un

40% promedio, esto se debe a que la mayoría del territorio que no participa en el pago es por su tipo de uso de suelo o vegetación, como agrícola y pastizal.

Calidad del bosque como hábitat

Por su parte el indicador de calidad del bosque como hábitat, se constituye con base en la descripción del estado de las especies animales en la zona de estudio haciendo énfasis en las especies endémicas como referente de la permanencia de las características ecológicas necesarias para su conservación (Cuadro 6). Para el cálculo se buscó inicialmente identificar en los estudios e inventarios disponibles durante el periodo de PSAH y dando seguimiento al número de especies reportadas en esos años (Cuadro 6).

Como se observa en el cuadro siguiente existe sólo un texto que reporta un listado de las especies, por lo cual no puede reconstruirse el indicador de esa manera. Para resarcir dicha limitación se trabajó con el estado poblacional de las especies más estudiadas para la zona de estudio, las cuales coincidieron con la cantidad de especies clave se identificaron dentro de los niveles tróficos en las dinámicas ecológicas de la Sierra del Ajusco (Granados *et al.*, 2002) escogiendo de las especies las que poseen información; en el caso de las aves, se eligió una especie endémica con mayor vulnerabilidad documentada a los cambios ambientales y que se agregó al esquema (Figura 37).

Cuadro 5. Datos disponibles de las variables para la construcción del indicador de la calidad del bosque como hábitat provenientes de los inventarios de fauna existentes en la zona

Autor (Año)	Granados- Sánchez (2004) 2000-2003		
Periodo del inventario	Herpetofauna	Ornitofauna	Mastofauna
Número de especies	S/d	S/d	52
Especies presentes	Reptiles: <i>Barisia i. imbricata</i> , <i>Chiropterotriton chiroptera</i> , <i>Pseudoeurycea cephalica</i> , <i>Pseudoeurycea leprosa</i> , <i>Sceloporus aeneus bicanthalis</i> , <i>Sceloporus mucronatus</i> y <i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i> ; <i>Storeria storerioides</i> , <i>Thamnophis scalaris scalingeri</i> , <i>Thamnophis eques</i> , <i>Crotalus triseriatus</i> y <i>Sistrurus ravus</i> . Anfibios: <i>Hyla lafrentzi</i> ; <i>Hyla plicata</i> y <i>Rhyacosideran altamirani</i>	Rapaces: <i>Cathartes aura</i> ; <i>Accipitridae:</i> <i>Accipiter cooperii</i> , <i>Accipiter striatus</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> y <i>Buteo lineatus</i> ; <i>Falconidae:</i> <i>Coragyps atratus</i> , <i>Falco peregrinus</i> y <i>Falco sparverius</i> ; los vencejos de la Familia <i>Apodidae:</i> <i>Aeronautes saxatalis</i> , <i>Chaetura vauxi</i> , <i>Cypseloides niger</i> , <i>Cypseloides rutilus</i> , <i>Streptoprogone semicollaris</i> Golondrinas: <i>Hirundo rustica</i> y <i>Tachycineta thalassina</i> ; <i>Cathartes aura</i> ; <i>Accipitridae:</i> <i>Accipiter cooperii</i> , <i>Accipiter striatus</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> y <i>Buteo lineatus</i> ; <i>Falconidae:</i> <i>Coragyps atratus</i> , <i>Falco peregrinus</i> y <i>Falco sparverius</i> ; los vencejos de la Familia <i>Apodidae:</i> <i>Aeronautes saxatalis</i> , <i>Chaetura vauxi</i> , <i>Cypseloides niger</i> , <i>Cypseloides rutilus</i> , <i>Streptoprogone semicollaris</i> ; <i>Hirundo rustica</i> y <i>Tachycineta thalassina</i> ; <i>Dendrortyx macroura</i> ; <i>Grallaria guatemelensis</i> ; <i>Columbina inca</i> , <i>Columba livia</i> y <i>Zenaida macroura</i> ; <i>Hirundinidae:</i> <i>Hirundo rustica</i> ; <i>Passer domesticus</i>	Roeedores: <i>Spermophilus mexicanus mexicanus</i> , <i>Spermophilus variegatus variegatus</i> , <i>Sciurus aureogaster nigrescens</i> , <i>Thomomys umbrinus aff. peregrinus</i> , <i>Thomomys umbrinus vulcanius</i> , <i>Pappogeomys merriami merriami</i> , <i>Dipodomys phillipsi</i> , <i>Liomys irroratus hallen</i> , <i>Neotoma mexicana torquata</i> , <i>Peromyscus difficilis felipensis</i> , <i>Peromyscus truei gratus</i> , <i>Peromyscus aztecus hyllocetes</i> Carnívoros: <i>Canis latrans cagotis</i> , <i>Urocyon cinereoargenteus nigrirostris</i> , <i>Bassariscus astatus astatus</i> , <i>Procyon lotor hernandezii</i> , <i>Nasua nasua molaris</i> . Murciélagos: <i>Myotis californicus mexicanus</i> , <i>Myotis velifer velifer</i> , <i>Myotis volans amotus</i> , <i>Myotis thysanoides aztecus</i> , <i>Eptesicus fuscus miradorenensis</i> , <i>Lasiurus cinereus cinereus</i> , <i>Idionycteris phylotis</i> y <i>Plecotus mexicanus</i> . Insectívoros: <i>Sorex vagrans orizabae</i> , <i>Sorex saussurei saussurei</i> , <i>Sorex oreopolus ventralis</i> , <i>Sorex goldmani alticola</i>
Número de endémicas	S/d	S/d	10
Especies endémicas	S/d	<i>Atlapetes pileatus</i> , <i>A. virenticeps</i> , <i>Atthis heloisa</i> , <i>Dendrortyx macroura</i> , <i>Ergaticus ruber</i> , <i>Melanotis caerulescens</i> , <i>Streptoprogone semicollaris</i> y <i>Turdus rufopalliatus</i>	<i>Romerolagus diazila</i> , <i>Pappogeomys merriami</i> ; <i>Neotomodon alstoni</i> y <i>Reithrodontomys chrysoptis</i> ; <i>Thomomys umbrinus vulcanius</i> y <i>T. umbrinus peregrinus</i> ; <i>Sorex vagrans orizabae</i> y <i>Peromyscus aztecus hyllocetes</i>

Fuente: Elaboración propia con base en Granados Sánchez et al., (2004).

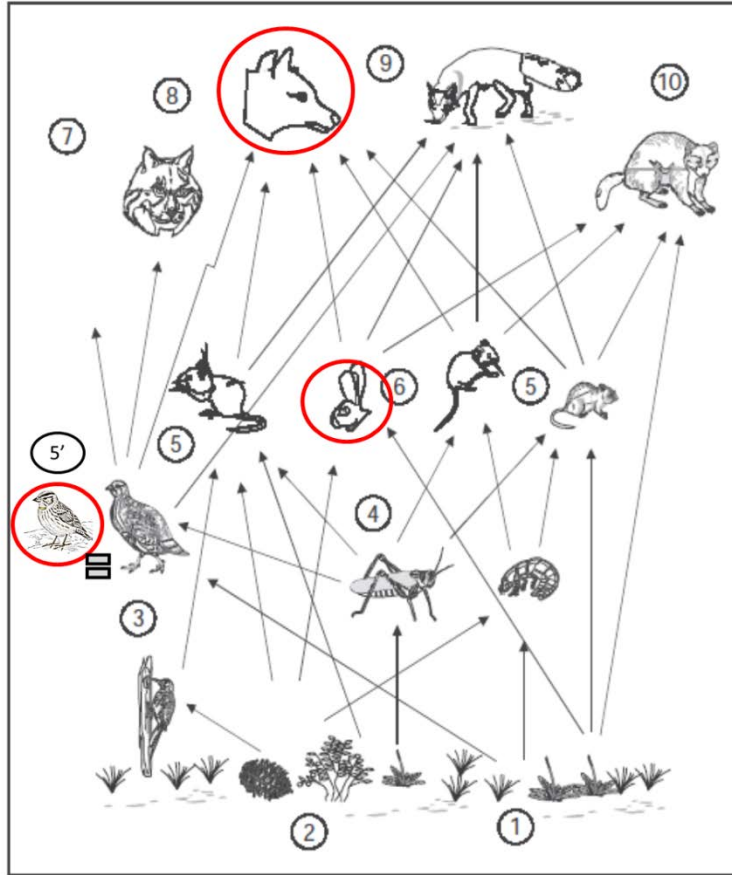


Figura 37. Red alimenticia simplificada para los bosques identificada para la Sierra del Ajusco y también la Sierra Nevada y determinación de especies clave por nivel trófico (color rojo) para la construcción del indicador de calidad del hábitat. Las flechas indican los flujos de consumido entre organismos. Las plantas herbáceas (1), arbustos y árboles (2), sirven de alimento a las aves: *Picoides villosus*, *Zenaida macroura* (3), artrópodos (4), roedores: *Liomys irriratus*, *Neotomodon alstoni alstoni*, *Peromycus aztecus*, *Thomomys umbrinus* (5), siendo un equivalente insectívoro y herbívoro el gorrion serrano *Xenospizabaileyi* (5') y lagomorfos: *Romerolagus diazi* (6). Los roedores, lagomorfos y aves son depredados a su vez por aves de presa: *Cathartes aura*, *Buteo jamaicensis* (7), mamíferos: lince: *Lynx rufus escuinapae* (8), coyote: *Canis latrans cagotis*, zorra gris: *Urocyon cinereoargenteus* (9) y mapache: *Procyon lotor* (10). Fuente: Modificado de Granados et al., (2002: 115).

Desde la perspectiva de niveles tróficos, se determinaron las siguientes especies clave utilizadas para el indicador: el zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*) que representa a los consumidores primarios, ya que su dieta es herbívora; el gorrion serrano (*Xenospiza baileyi*) que es un consumidor secundario con una alimentación que implica plantas (nivel productor) e insectos (consumidores primarios) y finalmente, el lince o gato montés (*Lynx rufus escuinapae*) como consumidor terciario o depredador. Para este caso se buscó un segundo carnívoro- depredador para garantizar la existencia de suficiente alimento dentro de los flujos tróficos y considerando que el coyote (*Canis*

latrans cagotis) oriundo de la zona de estudio tiene igualmente una amplia cantidad de especies que son su presa. Lamentablemente no hay estudios en SMyST Ajusco para la construcción del este indicador; por lo que requeriría la aplicación de trabajo de campo para el levantamiento de datos.

Además, de su importancia dentro de la cadena alimenticia, las especies seleccionadas tienen características particulares que potencian su uso como especie clave para la determinación de la calidad del hábitat:

- i) El zacatche que es susceptible a la fragmentación y los cambios ambientales, es especie endémica del Ajusco y en peligro de extinción, especialista en los zacatonales de alta montaña y en peligro de extinción; (Velázquez, 1993; Velázquez & Bocco, 1994) y ya utilizada como indicador ambiental por Hernández *et al.*, (2015);
- ii) El lince o gato montés es una especie endémica de Norteamérica en peligro de extinción que depende directamente de tres aspectos ambientales: la cantidad de comida disponible (en este caso conejos y roedores), la disponibilidad de agua y el ruido, ya que están menos habituados que los coyotes a la presencia de actividades humanas.
- iii) El gorrión serrano es una especie endémica del Valle de México en peligro de extinción, y es una especie especialista estricto hábitat por su alimentación ligada a las especies gramíneas que crecen en los pastizales o zacatonales de ciertas áreas de México, de ubicación restringida y dependiente de la cobertura vegetal porque realiza viajes cortos, los cuales son imposibles en ambientes antropizados y también revela una disposición constante de insectos y semillas por su alimentación (Berlangua *et al.*, 2009; Vázquez, 2015). En el cuadro 31 se muestran los datos documentados para la construcción del indicador que son variables poblacionales (población, densidad poblacional, distribución e identificación de excretas, en el caso de mamíferos).

Cuadro 6. La construcción del indicador de la calidad del bosque como hábitat proveniente de la información población de tres especies clave

Especie clave (Nombre Común)	Variables	Dominguez, 2007	Rangel 2008**	Martinez, 2011	Gomezcaña, 2013	Rizo- Aguilar et al., 2015	IUCN, 2015
<i>Romerolagus diazi</i> (zacatuche) Endémica, en Peligro de extinción	<i>Población</i>	Posible reducción de la población	S/d	S/d	S/d	Continua en riesgo de	Tendencia al aumento
	<i>Densidad</i>	S/d	Cada vez más fragmentada	S/d	S/d	0.0025 individuos /km ²	Altamente fragmentada 386 individuos /km ²
	<i>Distribución</i>	Se reducirá por CC* (-35% en 2010 y -58% en	Estable	0.5% territorio	En aumento	Restringida 1% del territorio	S/d
	<i>Excretas</i>	S/d	S/d	S/d	S/d	S/d	S/d
<i>Lynx rufus escuinapae</i> (gato montes), en Peligro de extinción	Autor (Año)	Aranda et al., 2002	Monroy & Velázquez, 2002		Barcenás & Medellín, 2007***	Barcenás, 2010***	IUCN, 2015
	<i>Población</i>	S/d	S/d	S/d	S/d	Estable	Estable
	<i>Densidad</i>	S/d	Donde hay mayor densidad boscosa	0.053-0.124 individuos /km ²	S/d	S/d	S/d
	<i>Distribución</i>	S/d	Limitada por los cultivos	S/d	S/d	S/d	Poco fragmentada
	<i>Excretas</i>	992	S/d	S/d	33	33	S/d
<i>Xenospiza baileyi</i> (gorrión serrano) Endémico, en Peligro de Extinción	Autor (Año)	Oliveras, 2011	Sánchez- González et al., 2015 *****		Vázquez, 2015		IUCN, 2015
	<i>Población</i>	20 individuos	Baja	S/d	S/d	S/d	Descendiendo
	<i>Densidad</i>	Baja	300 individuos/ km ²	S/d	S/d	S/d	9 individuos/ km ²
	<i>Distribución</i>	Suelo de Conservación (Milpa Alta)****	7% territorio. Restringida y fragmentada	S/d	10% de la superficie de la comunidad	S/d	2% territorio

Fuente: Elaboración propia con base en Domínguez (2007); Rangel (2008); Martínez (2011); Gomezcaña (2013); Rizo- Aguilar et al., (2015); Aranda et al., (2002); Monroy & Velázquez (2002); Bárcenas & Medellín (2007); Bárcenas (2010); Oliveras (2011); Sánchez- González, et al., (2015); Vázquez (2015) y IUCN (2015). Considerando * Cambio Climático (CC). ** Datos para Iztaccíhuatl- Popocatepetl aunque representativos por la similitudes con el comportamiento de las poblaciones de Ajusco y la movilidad de la especie, limitada pero constante dentro de la franja de zacatonal alpino. *** Estudio realizado en la comunidad aledaña de San Miguel Topilejo, considerada para los indicadores por la cercanía, la alta movilidad de la especie y la similitud de condiciones. **** Con datos de monitoreo de Milpa Alta, por la movilidad limitada de la especie. ***** La publicación es de 2015 pero los datos presentados son de 2008.

La información presentada del cuadro anterior se construye el indicador, considerando todos los parámetros (de las tres especies determinadas), son parámetros positivos en un número que representa un tercio del total del indicador. En el caso del Zacatuche son 24 datos, trece sin información, cuatro son parámetros positivos y siete son parámetros negativos porque muestran la disminución algunos aspectos poblacionales de la especie, y representan un 5.55% del indicador; el gato montés tuvo veinte datos, con doce sin información, con cuatro parámetros positivos y cuatro negativos (ya que muestran la disminución de la población de esa especie o una menor distribución especial), representado un 5.55% y el gorrión serrano con menos datos (doce en total), dos sin información, con cuatro parámetros positivos y seis negativos, es también un 5.55%. Considerando el conjunto de parámetros presentes para cada especie en estudios realizados en diferentes años, considerando el total de parámetros documentadas, para las tres especies clave el indicador de calidad del hábitat es 16.66%

Los resultados del indicador muestran de manera inicial la falta de mediciones los parámetros; sin embargo, como en los otros indicadores se usaron para el cálculo con los datos disponibles en otros estudios. Resultando el zacatuche la especie mejor documentada y que se manifiesta dentro del indicador como una especie que se recupera paulatinamente con la extensión de pastizales y zacatonales no obstante se ubica en un 1% del territorio y con una distribución altamente fragmentada. Luego el lince o gato montés tiene una población estable, beneficiada probablemente por el aumento en la población del conejo de volcán o zacatuche, con poblaciones fragmentadas, que distan de las estimadas a principios de siglo. Por otra parte, el gorrión serrano es la especie con menor información disponible y que presenta datos sobre la disminución de la especie, una alta fragmentación y una menor distribución en el territorio en los últimos años (Tabla 32).

Tabla 32. Interpretación del indicador del indicador de calidad del bosque como hábitat

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de calidad del agua	Indicador	Efecto
100- 75	Aumento o estabilidad, por medio del aumento estabilidad de los parámetros poblacionales		
74- 60	requeridos (poblacion, densidad y distribución poblacional, excretas para mamíferos) de		
59- 0	las poblaciones de las especies del indicador	16.66%	Negativo

Funcionalidad del complejo suelo- vegetación

Este indicador en particular muestra de manera conjunta los resultados de los indicadores de calidad del suelo y de salud forestal para determinar su funcionamiento conjunto para la provisión de servicios ecosistémicos hídricos en la zona, por medio de unidades de producción de agua, donde la producción queda asegurada (en calidad y cantidad) por una buena calidad del suelo y salud del bosque. Dada la información heterogénea con la que se construyeron dichos indicadores trabajo, se decidió que la mejor manera de crear este indicador era por medio de la comparación de elementos de calidad del suelo y salud forestal existentes en formato SIG. En este caso se comparó el porcentaje de la superficie con degradación del suelo que coincidiera con la vegetación secundaria, siendo la vegetación secundaria una manifestación de degradación de la vegetación, según la CONABIO (Figura 38).

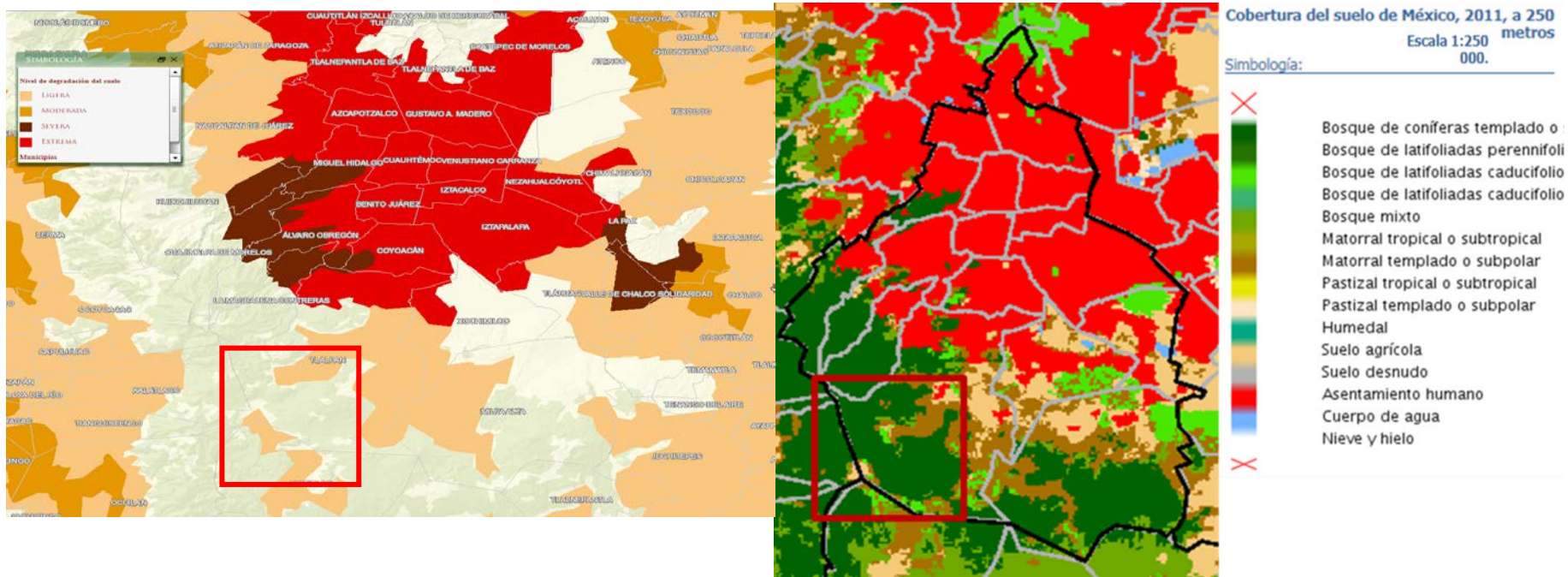


Figura 38. La construcción del indicador de funcionalidad suelo- vegetación. Donde, a) Degradación del suelo y b) Tipos de vegetación (primaria y secundaria) en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2013); CONABIO (2011).

Como se observa en la figura anterior el 40% de matorral (vegetación secundaria) coincide con degradación química, dentro del territorio de la Comunidad, es decir el porcentaje de superficie de la zona de estudio donde se sobreponen malas condiciones del suelo y malas condiciones de la vegetación.

Los resultados del indicador muestran que es poca la superficie de la comunidad que presenta la degradación del suelo (química) y mucho menos es la parte que coincide con la vegetación secundaria (en cuanto se presenta fuera de los sitios de PSAH). La baja funcionalidad suelo – vegetación se detecta hacia los sitios de la comunidad donde hay actividades agrícolas. La superficie que no presenta el conjunto de degradación del suelo y degradación vegetal es el 60% de toda la comunidad (Tabla 33).

Tabla 33. Interpretación del indicador de funcionalidad del complejo suelo- vegetación

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de la funcionalidad de complejo suelo- vegetación	Indicador	Efecto
100- 75	Presencia de de unidades con buena calidad del suelo y tipo de vegetación correspondiente a vegetación primaria en el área de estudio para el inicio y término PSA- H		
74- 60		60%	A mejorarse
59- 0			

En el Cuadro 7 se presentan los datos de cada indicador y las generalidades de los resultados, para brindar un panorama conjunto de los resultados de indicadores forestales.

Cuadro 7. Indicadores Forestales: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación

INDICADOR (Parámetro- s)	Técnica (s) de medición	RESULTADO	Interpretación
<i>Salud forestal</i> (Deforestación)	- 2015- 16 Documentación con trabajos previos en la zona para cada variable - SIG y el uso de los inventarios forestales de la CONAFOR a escala regional	- Los polígonos de PSAH tienen amplia superficie deforestadas durante y después del contrato de participación, según los mismos datos de la CONAFOR	A mejorarse para que sea un efecto positivo
<i>Calidad del bosque como hábitat</i> (Estado de las poblaciones de 3 especies clave)	- 2015- 16 documentación de los trabajos sobre diferentes especies en la zona	- La población de zacatuche ha aumentado, la población del linco está estable pero la población del gorrión serrano disminuye y se reduce su distribución en la comunidad	Negativo
<i>Funcionalidad del complejo suelo- vegetación</i>	2015- 16 Generación de unidades funcionales del suelo en SIG para las áreas de PSAH	- Hay identificada para la comunidad degradación química del suelo en zonas	Positivo

(Entrecruce de rangos de los indicadores de calidad del suelo y salud forestal)	basado en la combinación de los resultados de los indicadores de calidad del suelo y salud forestal	agrícolas y una pequeña porción coincide con vegetación secundaria, pero no se ubican en el mismo sitio dentro de la comunidad
---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se aprecia el resultado de los indicadores forestales, los cuales muestran que los efectos del PSAH en este sentido, el indicador de calidad del hábitat fue negativo y los otros dos tienen un efecto que debe mejorarse para sea positivo.

Las limitantes observadas de este grupo de indicadores tienen que ver con: la ausencia de información sobre los parámetros requeridos (suficientes y confiables) y la falta de recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo.

5.1.3 Indicadores Sociales

Los indicadores correspondientes al grupo social son: acceso justo al agua, percepción de mejora en la comunidad y gobernanza e institucionalidad sobre el agua.

Acceso justo al agua

Para este indicador se buscaron los datos sobre cantidad y calidad del servicio doméstico de agua como referente a la justicia de acceso a los mismos servicios ecosistémicos por el cual se les contribuye económicamente mediante el programa de PSAH como proveedores (ver Cuadro 8), donde:

- *Cantidad del servicio en la Comunidad.* Se refiere al tiempo (la frecuencia) que las viviendas reciben el servicio de agua potable, considerando como referente las 24hr/ día, según la Constitución Mexicana y su correspondiente legislación, que consideran el agua como un derecho humano (Gutiérrez, 2008). Por otro lado, sobre el tiempo de abastecimiento del agua de la Delegación Tlalpan y el GDF (año 2000), un reportaje en prensa (año 2011) y un monitoreo en la comunidad (año 2016).
- *Calidad del agua potable en la comunidad.* Se refiere a los estándares que debe cubrir el servicio para ser denominado en calidad potable o apta para consumo humano, específicamente NOM-127-SSA1-1994. No existen datos para la comunidad, a pesar la SACM en 2015 reportaba que del 97 al 100% de la delegación Tlalpan cumple en su totalidad con la normatividad; sin embargo este se refiere a las colonias y pueblos monitoreados de la delegación, excluyendo la comunidad de SMyST. Así que la única información disponibles sobre calidad del agua para el servicio doméstico dentro de la comunidad proviene del trabajo de campo en 2016 con la metodología de Global Water Watch, donde se midieron los mismos parámetros del monitoreo

de 2016- 17³⁷ y que fueron presentadas para la construcción del indicador de calidad del agua. Para este monitoreo en la comunidad se muestrearon 22 casas (diez en San Miguel y doce en Santo Tomás) y el Centro de Salud, además de los dos tanques que almacenan el agua y la distribuyen para el abasto de la comunidad (Perevochtchikova, 2016) (Figura 39).

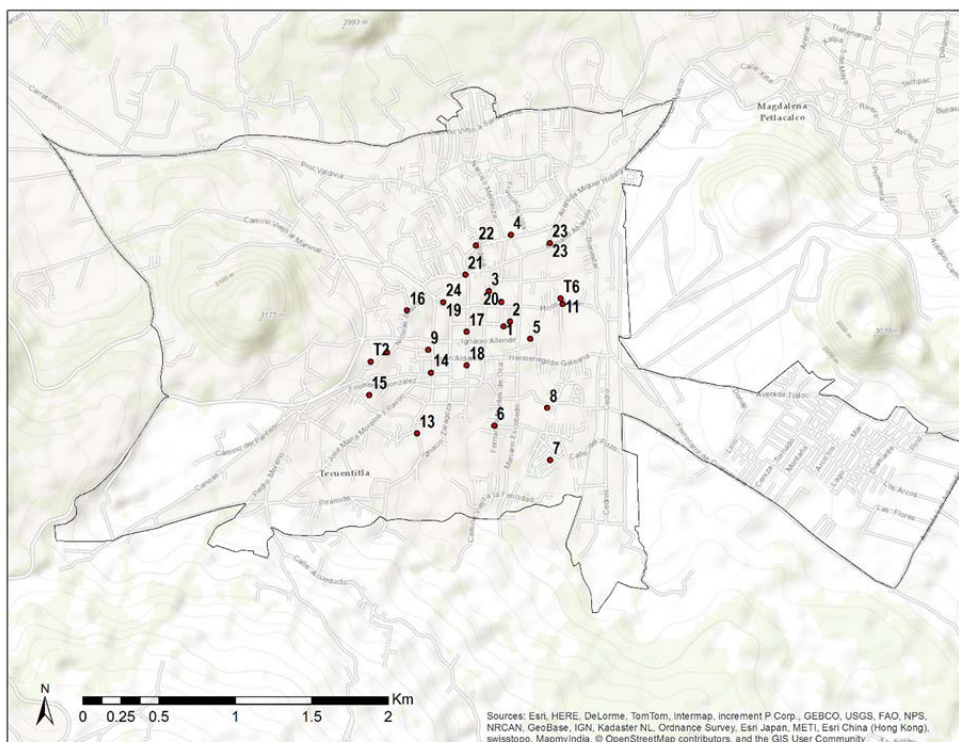


Figura 39. Sitios de monitoreo de la calidad del agua y realización de las encuestas sobre el servicios dentro del casco urbano de la comunidad de SMYST. Fuente: Elaborado por Perevochtchikova.

Como se observa en la figura anterior se consideraron para el muestreo de calidad del agua y encuestas sobre el servicio sitios representativos de la comunidad, según los datos de la red de distribución de agua potable.

³⁷ Parámetros: pH, oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad, turbidez y análisis bacteriológico (*Escherichia coli* y otras bacterias coliformes) (Perevochtchikova *et al.*, 2016).

Cuadro 8. La construcción del indicador de acceso justo al agua

Acceso justo al agua	Sitio (Autor, año)			Rango esperado (Fuente)
	GDF, 2000	Sosa- Rodríguez, 2011	Monitoreo 2016	
Cantidad de Agua (suministro)	5h/ día	4-5h/ día	6.48h/ día*	24h/ día (Gutiérrez, 2008)
Calidad del Agua	S/d	S/d	Parámetros dentro de lo permisible	NOM-127-SSA1-1994

Fuente: Elaboración propia con datos de GDF (2000); Sosa- Rodríguez (2011); Perevochtchikova, (2017a). *Calculado con la información de las encuestas.

El agua en su suficiencia y frecuencias representa el 50% del total de indicador (si el abasto del agua fuera de 24h/ día) y el otro 50% del indicador corresponde a los parámetros de calidad. La cantidad del agua en la Comunidad (el servicio) para el indicador es de 5.42h/ día promedio de los tres años con datos disponibles representa un 11.29%. La calidad del agua, respecto a la otra mitad del indicador (50%), en la comunidad se presentan siete de ocho parámetros que están dentro de la norma y tan sólo se encontraron altos niveles de bacterias (incluida *E. coli*) en temporada de secas, confiriéndole un 43.75%. Así, el total del indicador presenta un porcentaje de 55.04%, ya que las dos partes que conforman al indicador se suma (Tabla 34).

Tabla 34. Interpretación del indicador de acceso justo al agua

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de acceso justo al agua	Indicador	Efecto
100- 75	Frecuencia de 24hr al día de agua con la calidad dentro la mayoría de las variables según la NOM-127-SSA1-1994 para la mayoría de la comunidad		
74- 60			
59- 0		55.04%	Negativo

Si bien los parámetros que constituyen la calidad del agua son buenas en su mayoría (siete de ocho parámetros totales) y la frecuencia con que se recibe el servicio en la comunidad es para la mayoría de las casas unos días al mes, lo cual coincide con lo reportado para otros años por otros autores (GDF, 2000; Sosa- Rodríguez, 2011; Perevochtchikova, 2016).

Percepción de mejora en la comunidad

Este indicador recopila la información publicada en estudios realizados en el área de estudio sobre el tema forestal y de conservación dentro periodo en que la comunidad ha participado en PSAH, considerando los parámetros de: el aumento en la calidad y cantidad de agua, la mejora del estado del bosque, acciones identificadas de conservación para el bosque y el agua, los actores involucrados y sus acciones, la capacitación y educación ambiental para la comunidad, el trabajo en

la comunidad, el trabajo asociado a la conservación y la mejora de la economía. Estos datos fueron extraídos por medio de documentación y análisis de discurso (Cuadro 9). Los estudios utilizados fueron de:

- i) Mondragón (2006) que efectúa un análisis sobre las repercusiones socioambientales por los asentamientos humanos irregulares desde la perspectiva del trabajo social (calidad) y con métodos que involucran la documentación, así como encuestas y observación participantes;
- ii) Melo (2007) presenta un trabajo sobre percepción y PSAH guiado por grupos focales y que complementa con entrevistas;
- iii) Zenteno (2009) hace una investigación geográfica sobre la transformación del espacio por el conflicto entre Santo Tomás Ajusco y Xalatlaco, a través de la documentación;
- iv) Flores (2010) ejecuta un estudio jurídico documental sobre el desarrollo sustentable y la deforestación en el Ajusco y; v) Ruíz (2014) trabaja sobre la participación y compromiso comunitario en el cuidado del manantial Ojo de agua, con un estudio psicológico a través observación participante, diarios de campo, asistencia a las Asambleas comunitarias y entrevistas estructuradas con actores clave de la comunidad.

Cuadro 9. La construcción del indicador sobre percepción de mejora de la Comunidad por medio de la documentación y en análisis del discurso

Autores	Mondragón, 2006	Melo, 2007	Zenteno, 2009	Flores, 2010	Ruíz, 2014					
<i>Cuestiones abordadas dentro de los trabajos sobre las variables del indicador de Percepción</i>										
<i>Mejora en la cantidad del agua en la Comunidad</i>	S/d	El 65.6% de los entrevistados tiene el servicio, el resto no	No	Los entrevistados se refieren a la escasez del agua	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	No	Hay problemas de escasez
<i>Mejora de la calidad del agua</i>	S/d	El 31.1% consideran recibir agua de calidad regular, el 26.2% de calidad buena y menos del 5% de calidad excelente y mala	No	Los entrevistados dicen tener desconfianza del agua	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	Si	Hay un esfuerzo por un grupo de la comunidad por mantener o mejorar
<i>Mejora en las condiciones del bosque</i>	No	Por la expansión de los asentamientos irregulares y sus consecuencias	No	Bosque viejo, mal manejo pero provee servicios	No	Las condiciones del bosque han empeorado	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	No	Las condiciones del bosque han empeorado con el tiempo
<i>Mejora en las acciones de conservación</i>	No	Por la expansión de los asentamientos irregulares y sus consecuencias	Si	Ahora se valora más	S/d	No se menciona	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si	Asociadas al cuidado del ojo de agua
<i>Los entrevistados están más involucrados con la conservación que antes</i>	S/d	No se menciona	Si	Resalta la participación de las mujeres	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	Si	De inicio comumeros y originarios y recientemente avocindados
<i>Hay mayor capacitación y educación ambiental en la comunidad</i>	No	Hace falta en la Comunidad	No	Faltan como parte del programa PSA	S/d	No se menciona	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	S/d	No se menciona
<i>Hay más trabajo que antes</i>	No	Mencionan que hace falta el empleo	No	Mencionan la falta de empleo	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona
<i>Es más fácil encontrar trabajo hoy en la conservación que antes</i>	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona
<i>Hay mayores recursos económicos en la comunidad</i>	S/d	No se menciona	No	Falta de empleo y neesidades en la comunidad	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona
<i>¿El gobierno está más involucrado con el acceso al agua, la conservación y el empleo?</i>	Si	Al menos en términos de legislación y de política pública sólo de conservación pero falta trabajo	No	Proyectos desde el escritorio sin considerar la realidad de la Comunidad	S/d	No se menciona	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	No	Debería interesarse e involucrarse más
<i>¿El comisariado está más involucrado con el acceso al agua, la conservación y el empleo?</i>	S/d	No se menciona	No	Sólo se refiere a la conservación y el empleo, que se dan a los más allegados	S/d	No se menciona	S/d	No se menciona	Si	Enfocado en el cuidado del ojo de agua falta enfocarse en el bosque
<i>Hay acciones y actores que mejoran el bosque</i>	Si	Si pero son pocas	Si	Los jóvenes y mujeres que laboran en el bosque, la comunidad que no toca el bosque	S/d	No se menciona	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si	En este caso enfocadas al cuidado del ojo de agua
<i>Hay acciones y actores que mejoran el agua</i>	S/d	No se menciona	No	Hay acciones para el bosque pero no directamente para el agua	S/d	No se menciona	S/d	Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si	Los comumeros y avocindados por medio de la Comisión del agua de la Comunidad

Fuente: Elaboración propia con base en Mondragón (2006); Melo (2007); Zenteno (2009); Flores (2010) y Ruíz (2014).

Como puede observarse en el cuadro anterior de las 65 datos sobre las variables, más de la mitad 37 no aportan datos, es sólo con el resto que podría construirse el indicador, nueve datos indican una percepción de mejora en la Comunidad y diecisiete datos indican que no se percibe mejora de la comunidad. Sin embargo, es muy poco confiable un indicador construido con tan pocos datos como sucedió en el caso de la documentación. Por lo cual se propone que el indicador de percepción sea generado con información obtenida en campo, lo cual puede llevar a cabo gracias a las encuestas y entrevistas realizadas en la comunidad en 2012, 2013, 2016 y 2017 con el propósito de evaluar los efectos del PSAH, El trabajo de campo puede describirse de la siguiente manera (Perevochtchikova & Rojo, 2014; Almaraz, 2014; Perevochtchikova *et al.*, 2018): i) Marzo 2012, se realizan 108 encuestas semiestructuras con 75 reactivos con el grupo de la comunidad (comuneros y familiares de comuneros) que trabaja en las labores de conservación, incluido el PSA; ii) Agosto 2012, son 131 encuestas semiestructuras con 76 reactivos para los comuneros asistentes a Asamblea; iii) Febrero 2013, son doce entrevistas semi-estructuradas con 45 preguntas para los actores clave³⁸ en el desarrollo y aplicación de los programas de conservación en SMyST, y finalmente; iv) siete entrevistas en julio de 2016 y enero de 2017 con el Comisariado, los Secretarios de Economía, Forestal, entre otros, el responsable del Albergue Alpino, la Comisión de Agua, el Técnico Forestal y el responsable de una cooperativa de ecoturismo (con 41 preguntas). La construcción del indicador de percepción de mejora de la comunidad con la información del trabajo de campo mencionado se presenta en el Cuadro 10.

³⁸ “El Presidente de Bienes Comunales, el secretario, el tesorero, el presidente del consejo de vigilancia, el secretario de medio ambiente y ecología, el secretario forestal, el técnico forestal, el técnico comunitario, etc.” (Almaraz, 2014: 56).

Cuadro 10. La construcción del indicador sobre percepción de mejora en la Comunidad

Autores	Marzo 2012		Agosto 2012*		Febrero 2013		2016-2017**	
<i>Cuestiones abordadas dentro de los trabajos sobre las variables del indicador de Percepción</i>								
<i>Mejora en la cantidad del agua en la Comunidad</i>	Si	61%	No	Hay escasez	No	75% menciona escasez	No	57%
<i>Mejora de la calidad del agua</i>	Si	77%	No	Agua sucia	S/d	Sólo 1 persona menciona	Si	57%
<i>Mejora en las condiciones del bosque</i>	Si	77%	No	73% no hay mejoras	Si	58% pero puede mejorar	Si	71%
<i>Mejora en las acciones de conservación</i>	Si	84%	No	73% no hay mejoras	Si	50% las identifica	Si	71%
<i>Los entrevistados están más involucrados con la conservación que antes</i>	Si	84%	No	Sólo el 17%	Si	83%	Si	100%
<i>Hay mayor capacitación y educación ambiental en la comunidad</i>	Si	84%	No	53% dice que falta	Si	Según el 25%, el resto no menciona	Si	57%
<i>Hay más trabajo que antes</i>	Si	56%	Si	18% mencionan	No	67% piensa que no	No	57%
<i>Es más fácil encontrar trabajo hoy en la conservación que antes</i>	Si	56%	Si	18% mencionan	Si	90% piensa que si	Si	71%
<i>Hay mayores recursos económicos en la comunidad</i>	Si	56%	No	Falta	S/d	Mitad cree que si, mitad cree que no	No	57%
<i>¿El gobierno está más involucrado con el acceso al agua, la conservación y el empleo?</i>	No	67%	No	Falta	No	58% falta y hay irregularidades	No	57%
<i>¿El comisariado está más involucrado con el acceso al agua, la conservación y el empleo?</i>	S/d		No	Falta	Si	Pero sólo lo mencionan el 33% , el resto no menciona	Si	57%
<i>¿Quiénes y con qué acciones conservan mejor el bosque?</i>	Si	68% reconocen 60 participan de la comunidad con actividades para la conservación del	Si	90% Limpieza de barrancas, reforestación, saneamiento del bosque, cultivos de árbol de navidad, florales y frutales, captación de agua de lluvia, evitar la tala clandestina y agricultura protegida; algunos grupos de la comunidad lo hacen, si no programas lo decide el Comisariado	Si	90% mencionan Chaponeo, cajeteo, brechas, recorridos, limpieza de ríos, evitar la tala; por ciertos grupos	Si	86% algunos grupos de la comunidad, a veces con el apoyo de los gobiernos
<i>¿Quiénes y con qué acciones conservan mejor el agua?</i>	Si	bosque y del agua	Si	Alunas personas mencionan la participación de otras en captación de lluvia	No	Sólo el 25% identifica limpia de ríos y mantenimiento de infraestructura por la Comisión del agua y voluntarios	Si	57% la Comisión de agua y sus brigadas pero aún falta

Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova & Rojo (2014); Almaraz (2014); Perevochtchikova et al., (2018). Considerandos: * En estas encuestas fue imposible calcular algunos porcentajes por la cantidad de preguntas que no fueron respondidas. **Las entrevistas de 2016 y 2017 se consideraron juntas porque son parte del mismo trabajo de campo.

Como se observa en el cuadro anterior, se puede identificar los parámetros como positivas (si) 31 de 54, es decir un 60% que refieren a una percepción de mejora por el PSAH en la comunidad sobre ciertos aspectos, mientras que la percepción negativa es de 35%, y siendo mínima la cantidad de variables sin respuesta obtenida (Tabla 35).

Tabla 35. Interpretación del indicador sobre percepción de mejora de la comunidad

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de percepción de mejora de la comunidad	Indicador	Efecto
100- 75	Porcentaje de respuestas que perciben la mejora en la comunidad por la participación en el PSAH		
74- 60		60%	A mejorar
59- 0			

Según el indicador, la percepción de mejora se encuentra en el 60%, se identifica de manera positiva aunque muy limitada como efecto del programa. Los aspectos que fueron identificados como mejoras por el PSAH dentro de la comunidad son: la mejora en las condiciones del bosque, la presencia de acciones de conservación, la posibilidad de tener empleo, en particular un empleo (en conservación). Mientras los aspectos donde no se identificó mejora fuera en la problemática del servicio del agua, la participación del gobierno y para algunos el empleo escaso y mal pagado.

Gobernanza e Institucionalidad

Este indicador describe la presencia o ausencia de los aspectos que conforman la gobernanza e institucionalidad vinculadas a la conservación de SEH (CIFOR, 1999; Teitelbaum *et al.*, 2015; Ostrom, 2009; Grupo de trabajo SES Perevochtchikova *et al.*, 2016). Entre los parámetros destacan: participación, responsabilidad, posesión y derechos, reglas y normas exitosas, resolución de conflictos, acceso a uso de no maderables, el acceso a los recursos forestales y la toma de decisión. De igual manera que el indicador anterior, se construyó con el análisis de entrevistas y datos de los trabajos previamente referidos que estudian la comunidad en términos asociados al PSAH; los cuales se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. La construcción del indicador sobre Gobernanza e Institucionalidad

Autores	Mondragón, 2006	Melo, 2007	Zenteno, 2009	Flores, 2010	Ruiz, 2014
<i>Elementos presentes en la Comunidad en la Gobernanza y la Institucionalidad vinculados al agua y al PSA</i>					
% participación	Si Buscan participar con las autoridades en su desarrollo como comunidad	No La participación que involucra a los Comuneros es sólo en la Asamblea	S/d No se menciona	S/d Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si Documentada para el cuidado del ojo de agua
Responsabilidad	No Sólo se menciona vinculada a asentamientos irregulares	Si Parte de ser comunero pero no todos lo hacen; el gobierno y la ciudad no la toman	S/d No se menciona	S/d Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si Asumen al participar en las faenas
Posesión y derechos	Si Violentados por la presencia de los asentamientos irregulares	Si Muy claros para la Comunidad	Si Pero ciertos grupos internos predominan	Si Posesión comunitaria protegida por la ley	Si Descripción de derechos de la Comunidad y su ejercicio
Reglas y normas exitosamente aplicadas	S/d No se menciona	S/d No se menciona	No A veces imposición de externos	Si Dados y protegidos por la ley	Si Normas existentes en la comunidad
Resolución de conflictos	S/d No se menciona	Si Se busca la resolución de todo tipo de conflictos, no siempre es tan fácil	No Se resuelven con la intervención de externos	S/d Sólo se menciona para la posible intervención gubernamental	S/d No se menciona
Acceso al uso de recursos no maderables	S/d No se menciona	S/d No se menciona	No No se menciona	S/d No se menciona	S/d No se menciona
El acceso a los recursos forestales no es percibido como difícil	S/d No se menciona	No Por la veda principalmente y por la información que se queda con el Comisariado	No Hay mal manejo y podría haber privatización con una ANP	S/d Es el objetivo de las PPA pero no dice más	No Tienen que luchar por conservarlos
Hay un sentimiento de seguridad sobre los recursos forestales	S/d No se menciona	No Por la veda principalmente y por las limitaciones de los programas	S/d No se menciona	S/d No se menciona	No Tienen que luchar por conservarlos
Hay un sentimiento de seguridad sobre la toma de decisiones	S/d No se menciona	Si Para comuneros en Asamblea	No Las decisiones sobre el territorio son externas	S/d Es el objetivo de las PPA pero no dice más	Si Hay autonomía en la Comunidad

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de gobernanza e institucionalidad tiene la misma limitación de datos ausentes (20 de 45) como era el caso del indicador anterior, el resto 14 de 45 son positivos (31%) y 11 de 45 son negativos (24%), en cuanto a los aspectos de gobernanza e institucionalidad presentes según los trabajos revisados. Consecuentemente se hizo el mismo procedimiento que el indicador anterior, construyéndose con el trabajo de campo realizado en los años 2012, 2013, 2016 y 2017 de trabajo de campo, para tener una mayor información sobre las variables que conforman el indicador, lo cual se describe en el Cuadro 12.

Cuadro 12. La construcción del indicador sobre la Gobernanza e Institucionalidad

Autores		Marzo 2012	Agosto 2012*	Febrero 2013	2016-2017**			
<i>Elementos presentes de la Comunidad ed la Gobernazay la Institucionalidad vinculados al agua y al PSA</i>								
% participación	No	Sólo 18.1% participan PSA	No	Sólo 27% participan	Si	58% dice que participan y hay oportunidades	Si	Se habla de participación de ciertos grupos en la comunidad con o sin gobierno
Responsabilidad	Si	88% considera se genera en la comunidad pero falta con el gobierno, la ciudad y los academicos	No	Falta, se menciona diversos aspectos por la mayoría 90%	Si	58% hablan de la responsabilidad que tienen como comuneros, funcionarios y en programas	Si	Hay responsabilidad por algunos grupos en la comunidad
Poseción y derechos	Si	61% son comuneros o familiares, por lo que los primeros tiene posesión de la tierra y derechos; y los segundos derechos	Si	79% son comuneros (posesión y derechos) y 16 son familiares de comuneros (derechos)	No	33% habla de la seguridad de la posesión de las tierra y 25% de los derechos que tienen	Si	Se tiene posesión de la tierra se vende por la falta de recursos y hay derechos pero depende del comisariado y otras autoridades ejercerlo
Reglas y normas exitosamente aplicadas	S/d	No se mencionan	No	Algunos opinan que el Comisariado y/o el gobierno no las respetan	No	Faltan definirse, sólo 17% las menciona	Si	La mayoría se refieren a reglass no escritas y a la existencia del estatuto comunal, que debe actualizarse
Resolución de conflictos	Si	Sólo el 4% considera que el PSA crea conflictos	No	Porque persisten algunas problemáticas, no son escuchados	Si	Mayoría dice que hay formas internas en la comunidad y con las autoridades	No	Hay conflictos que han permanecido
Acceso al uso de recursos no maderables	S/d	No se mencionan	S/d	No se mencionan	Si	50% mencionan sobre el acceso para ciertos grupos	No	Por la veda y por el aprovechamiento ilegal de ciertos grupos
El acceso a los recursos forestales no es percibido como difícil	Si	68% habla de aprovechamientos diversos sobre el bosque	No	No es igual para todos	Si	El 83% dice que si por medio de los programas de conservación porque hay veda	No	Por la veda y por el aprovechamiento ilegal de ciertos grupos
Hay un sentimiento de seguridad sobre los recursos forestales	S/d	No se mencionan	No	Mayoría considera que sólo a grupos cercanos al Comisariado	Si	83% considera que puede haber si hay trabajo en la conservación y compromiso	No	Por la falta de organización y transparencia dentro de la comunidad
Hay un sentimiento de seguridad sobre la toma de decisiones	Si	Mayoría (90%) pero mencionan que podría mejorarse	No	No se les escucha	No	Como tal no se menciona	Si	Pero dependiendo del Comisariado en turno

*Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova & Rojo (2014); Almaraz (2014); Perevochtchikova et al., (2018). * En estas encuestas fue considerando imposible calcular ciertos porcentajes por la cantidad de preguntas que no fueron respondidas. ** Las entrevistas de 2016 y 2017 se consideraron juntas porque son parte del mismo trabajo de campo.*

La cantidad de elementos presentes de la gobernanza e institucionalidad del bosque y el agua en el indicador y según el trabajo de campo es del 47% de total de parámetros identificados, en cuanto el 41% de parámetros identificados representa la presencia de elementos contrarios y el 11% del total no hay información (Tabla 36).

Tabla 36. Interpretación del indicador de gobernanza e institucionalidad

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de gobernanza e institucionalidad	Indicador	Efecto
100- 75	Presencia de los mayoría de los elementos de la gobernanza y la institucionalidad sobre el bosque y el agua		
74- 60			
59- 0		47.00%	Negativo

Si bien la mayoría de los parámetros cualitativos del indicador se responden con SI dentro del análisis, es decir los elementos de la gobernanza y la institucionalidad se presentan, es en un porcentaje reducido 47%, por lo que el indicador es evaluado como negativo. Es interesante apreciar que si bien aparecen aspectos de participación en 2012, la delimitación puntual de reglas y normas en 2012 y 2013 para el usufructo de los recursos forestales y otros recursos dentro de la comunidad y, en particular para los años 2016 y 2017 hay incertidumbre sobre el acceso a los recursos forestales, su seguridad y la toma de decisiones.

Para el conjunto de indicadores sociales se describen sus características y resultados en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Indicadores Sociales: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación

INDICADOR (Parámetro- s)	Técnica (s) de medición	RESULTADO	Interpretación
<i>Acceso justo al agua para proveedores del SEH</i> (servicio de agua potable en la comunidad de calidad y frecuencia requerida)	- 2015- 16 Recopilación de estadísticas gubernamentales federales y locales y, estudios - 2012- 16 Entrevistas y encuestas en la comunidad aplicadas - 2016 Muestreo de calidad del agua en las viviendas de la comunidad	- 5.42h/ día de frecuencia se identificaron - La calidad del agua en la comunidad es buena, según la normatividad mexicana, aunque con presencia bacteriana en algunos casos	A mejorarse para que sea un efecto positivo
<i>Percepción de mejora en la comunidad</i> (% de respuestas que consideran el PSAH mejora la comunidad en algún aspecto)	- 2012- 17 Entrevistas y encuestas en la comunidad y recopilación de otros trabajos sobre el tema en la zona de estudio	- La percepción en la comunidad es buena para la mayoría, con un porcentaje del 60%	Positivo

<i>Gobernanza e institucionalidad sobre el agua</i> (% de elementos de la gobernanza e institucionalidad presentes en la comunidad)	- 2012- 17 Entrevistas y encuestas en la comunidad y recopilación de de otros trabajos sobre el tema en la zona de estudio - 2012- 17 Delimitación de los elementos de gobernanza del agua e institucionalidad por medio del análisis de las entrevistas	- Este indicador es negativo ya que no se encuentran presentes los suficientes elementos de la gobernanza y la institucionalidad dentro de la comunidad	A mejorarse para que sea un efecto positivo
---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores sociales son positivos en el caso de la percepción de mejora de la comunidad y el indicador de gobernanza e institucionalidad, mientras que el indicador de acceso justo al agua es negativo.

Las limitantes de este grupo de indicadores son sobre la falta de: información sobre los parámetros requeridos (suficientes y confiables) y escala de la comunidad; recursos (humanos, financieros y materiales) para realizar el muestreo y; la veracidad o problemas para realizar las encuestas y entrevistas.

5.1.4 Indicadores Económicos

Los indicadores económicos aplicados a la evaluación integral de efectos de PSAH fueron: Competitividad económica de PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales, el Valor monetario para proveedores de SEH y Valor monetario por sustitución para usuarios.

Competitividad económica de PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales o contribución económica a la comunidad

Este indicador busca determinar la competitividad que el ingreso obtenido a partir de la participación en PSAH significa para la comunidad (tanto el programa federal como Fondos Concurrentes), en comparación con los ingresos anuales (por hectárea) que en promedio cada actividad económica provee. Para esto se recopilaron los datos de ingresos promedio (con mínimos y máximos) por cada actividad económica legal e ilegal presente en el área de estudio para los años de la participación en el programa de PSAH. Para esto se usaron estadísticas gubernamentales (federales y locales), estudios existentes, información en notas periodísticas y el trabajo de campo realizado en 2012, 2013, 2016 y 2017 (las entrevistas y encuestas descritas en el apartado del indicador de percepción en el capítulo 4). Considerando las actividades económicas presentes en la comunidad, los datos se establecieron de la siguiente manera para la construcción del indicador:

- *Agricultura* con base al precio por hectárea (anual) por tipo de cultivo presente (Perevochtchikova & Rojo, 2014). Los tipos de cultivos presentes son: maíz, avena forrajera, alguna hortaliza, nopal, papa, jitomate, frijol, alfalfa, fresa y flores; y, es común

que cada núcleo familiar tenga por lo menos dos tipos de cultivo (Perevochtchikova & Rojo, 2014). El indicador muestra que los ingresos por PSA, específicamente Fondos Concurrentes, (\$/ ha/ anual) representan un 10 parte del ingreso promedio por actividad agrícola; mientras el programa federal (por sus siglas PSA-H) es quince veces mayor al ingreso más bajo obtenido por actividad agrícola (\$22.00/ ha/ anual) (SAGARPA, 2015, 2016; Secretaría de Economía 2016; SEDEREC, 2015; Delegación Tlalpan, 2000, 2015; Delegación Milpa Alta, 2016).

- *Ganadería* que se consideran las cabezas de ganado presentes en la zona, es decir que usen el bosque para pastar, dejando fuera el ganado confinado en el casco urbano de las dos poblaciones (avino y porcino). El ingreso mínimo es por una cabeza de ganado (\$35.00) y un máximo de 30 cabezas de ganado por hectáreas (\$1,050.00), siendo PSA- H mayor al ingreso mínimo por tener ganado y Fondos Concurrentes da un mayor ingreso para quienes tienen un ingreso promedio y el ingreso máximo por la ganadería (SAGARPA, 2015, 2016; Secretaría de Economía 2016; SEDEREC, 2015; Delegación Tlalpan, 2000, 2015).
- *Comercio*, es la actividad económica que más se desarrollada en la comunidad; sin embargo, por la ubicación no compite directamente con los espacios asignados para la conservación. Pero el ingreso anual de esta actividad es superior ingreso anual PSAH y también de Fondos Concurrentes (Delegación Tlalpan, 2014).
- *Recreación*³⁹ donde que utilizan los espacios de conservación (real o potencial) para actividades de senderismo, ciclismo, motocross, gotcha, etc., en lugares alejados con infraestructura de recreación disponible, para esta actividad no hay datos de la zona, pero se ha visto en el trabajo de campo que el ingreso mínimo anual es mayor que el ingreso más alto del PSA, es decir el ingreso de Fondos Concurrentes. Se calcula que esta actividad da ingreso a 700 familias y atiende alrededor de 8,000 visitantes al año (Delegación Tlalpan, 2014; Secretaría de Turismo del DF, 2016; SEDEREC, 2014; El universal, 2016).
- *Turismo*⁴⁰ en la comunidad sólo se realizó en el Albergue Alpino que pertenece a los comuneros y los ingresos se calcularon con base a comentarios en las entrevistas de 2016 (Delegación Tlalpan, 2014; entrevistas 2016). En la Comunidad sólo puede realizarse en la cabaña que pertenece a los Comuneros y cuyo ingreso mínimo anual puede estimarse mayor al ingreso \$/ ha/ anual de Fondos Concurrentes (Delegación Tlalpan, 2014).

Por otra parte, dadas las consideraciones se debe incorporar la competitividad del ingreso de PSAH ante el ingreso de las actividades no reguladas (extracción de tierra y de no maderables) y especialmente de las actividades ilegales, siendo presentadas a continuación la descripción de algunas de estas actividades:

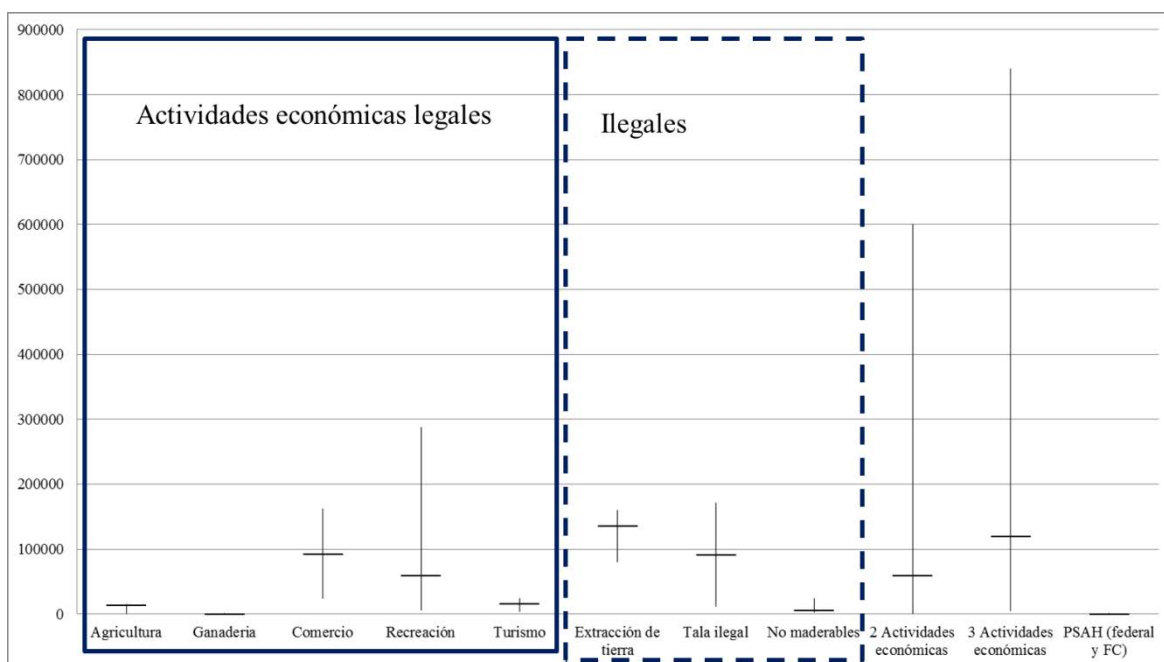
- *Extracción de tierra de monte*, el monto promedio se encuentra cerca de un millón de pesos por hectárea anual, muy alejado del monto más atractivo de PSAH, es decir los aproximadamente \$1,600 pesos de Fondos Concurrentes (SERENA A.C, 2008).

³⁹Visitantes que no pernoctan.

⁴⁰Visitantes que pernoctan.

- *Tala ilegal*, el ingreso mínimo se encuentra entre el ingreso de PSAH y el de Fondos Concurrentes; sin embargo, el ingreso promedio por tala irregular es siete veces mayor que el ingreso de Fondos Concurrentes (Elizondo, 2006; SEMARNAT, 2005).
- *Extracción de recursos no maderables*, sólo se consideró musgo y hongos, ya que el resto (como leña) no están permitidos por la veda y además no hay datos de estos. La extracción es mínima, generalmente es para autoconsumo donde, el monto máximo por ésta actividad (ya sea musgo u hongos) no sobrepasa el ingreso por Fondos Concurrentes y no es muy común que se extraigan dichas cantidades que generan un ingreso significativo (SERENA A.C., 2008).
- *Extracción de piedra* se sabe que es una actividad muy extendida, sin embargo no hay datos al respecto.

Finalmente, para la construcción del indicador también fue necesario considerar que en la Comunidad se realizan combinaciones de dos a tres actividades por persona económicamente activa; por lo cual se consideró a las actividades económicas que proveyeran los ingresos más bajos, como el peor de los escenarios posibles. Los resultados sobre las variables del indicador de Competitividad económica de PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales, se representa en la Gráfica 11.



Gráfica 11. La construcción del indicador sobre la Competitividad económica de PSAH. Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova & Rojo (2014); Delegación Tlalpan, (2014); Elizondo (2006); SEMARNAT (2005); Almaraz (2014); trabajo de campo 2012, 2016-7.

Se observa, que en cuando se tienen dos actividades económicas con bajos ingresos, (por ejemplo agricultura con alfalfa y un cabeza de ganado) el PSAH es competitivo y conveniente; pero con tres actividades económicas (una cabeza de ganado, agricultura con alfalfa y maíz) el ingreso se duplica en comparación con PSAH y también queda por debajo de los \$1,600 / ha/ anual de Fondos Concurrentes. Es decir el valor económico de PSAH para la comunidad es muy bajo (Perevochtchikova & Rojo, 2014). Del indicador se interpreta que las actividades que proveen menor cantidad de ingreso son la ganadería, la extracción de productos no maderables junto con el PSAH, seguidas por la agricultura y el turismo. Mientas que se puede tener mejores condiciones de vida teniendo al menos dos actividades económicas o dedicarse a la recreación, el comercio y la tala ilegal; siendo lo más competitivo la extracción de tierra (probablemente la extracción de piedra tienen beneficios económicos similares) y el tener tres actividades económicas. Además, se hace visible la diferencia de ingresos dentro de la comunidad de quienes pueden ganar \$2,000 pesos mensuales a quienes ganan más de \$15,000 según se documentó en el trabajo de campo descrito en Perevochtchikova & Rojo (2014).

Si se considera ingreso medio en \$384/ ha/ anual por PSAH y por Fondos Concurrentes de \$1,600/ ha/ anual, en este estudio documenta que los efectos económicos esperados por PSAH serán mínimos. Como se mencionó previamente el monto se determina con el establecimiento del ingreso por actividad económica en la misma unidad que la medición del ingreso de PSA (\$/ ha/ anual), documentado en el trabajo de campo (encuestas y entrevistas descritas en el capítulo anterior) y en las fuentes existentes. En comparación con los ingresos promedio anuales por hectárea de las actividades económicas legales e ilegales el ingreso de PSAH anual es del 20% (Tabla 37).

Tabla 37. Interpretación del indicador de competitividad económica del PSAH

%	Rangos referentes de interpretación del indicador del valor monetario para usuarios por pérdida de SEH	Indicador	Efecto
100- 75	El pago del PSAH es igual o similar al valor por la pérdida al preio de sustitución de SEH		
74- 60			
59- 0		20%	Negativo

De las actividades económicas evaluadas, sólo para el ingreso promedio por la ganadería el ingreso promedio anual por hectárea de PSAH es mayor; estando muy cerca el ingreso promedio anual combinado de dos actividades económicas de muy bajo ingreso. Este indicador nos muestra lo poco competitivo que es el ingreso de PSAH en la comunidad, y por lo tanto, poco atractivo y con bajo potencial de generar un efecto económico sustantivo.

Valor económico para usuarios de sustitución o valor de reemplazo

Este indicador busca determinar el costo que tendría que asumirse si se pierde el SEH de la zona, a través del cálculo del costo de traer la misma cantidad de agua producida de otros lados. Puede

generalizarse para todo el territorio de la comunidad, que la principal aportación del servicio ecosistémico hídrico que provee SMyST Ajusco se encuentra en la recarga de agua subterránea, que es utilizada cuenca abajo (UAM/ GDF, 2010). La aportación por microcuenca y el total para la zona ha sido calculado previamente los balances hídricos, con el más reciente realizado por la UAM (UAM/ GDF, 2010) (Cuadro 14):

Cuadro 14. La construcción del indicador sobre el valor por sustitución

Microcuenca	Área (ha)	Precipitación (Millón m ³ /año)	Escorrentía (Mm ³ / año)	Volumen Total (infiltración/ evapotranspiración) (Mm ³ / año)	Infiltración (Mm ³ / año)	Infiltración promedio (m ³ / año)	Índice de Infiltración (m ³ / año/ha)
Mezotepec	6,219	47	39	8	2.7	2,700,000	434
Volcan Ajusco	5,982	55	44	11	3.7	3,700,000	619
Viborillas	484	8	7	1	0.3	300,000	620
Ajusco- Xitle	4,720	6	5	1	0.3	300,000	64
Monte Alegre	464	5	4	1	0.3	300,000	647
Colonia 1910	965	6	5	1	0.3	300,000	311
TOTAL	18,834	127	104	23	7.6	7,600,000	2,695

Fuente: Elaboración propia con base en UAM/ GDF (2010: 12-14, 41-42, 45, 49).

El precio del volumen de agua necesario para el abasto de la Ciudad de México tiene dos componentes distintos, el costo real y el costo con la reducción del subsidio (González *et al.*, 2010). Hoy en día existen una serie de propuestas para estimar un precio más realista, ya que ahora se considera que su valor está subvaluado, donde buscan considerar aspectos sociales, jurídicos, de infraestructura, etc., (González *et al.*, 2010). Sin embargo, en el presente trabajo para determinar el precio al volumen (m³) de agua en la Ciudad de México se consideró únicamente el precio de reemplazo para la zona centro determinado por el INECC (López- Morales, 2012: 3); dado que este se basa en ecológicos y socio-económicos asociados a los servicios ecosistémicos de bosque y del agua y que es calculado en 0.8US\$/ m³. Quiere decir que los 7, 600,000 m³ de infiltración promedio al año significan US\$6, 080,000 anuales (\$97,280, 000 pesos mexicanos con el dólar a \$16.00 pesos) y; cada hectárea produce al año aproximadamente un volumen de 2,695 m³ que equivalen a US\$2,156 en 2016 (\$34,496 pesos mexicanos con el dólar a \$16.00 pesos) para todas las polígonos de PSAH en la comunidad.

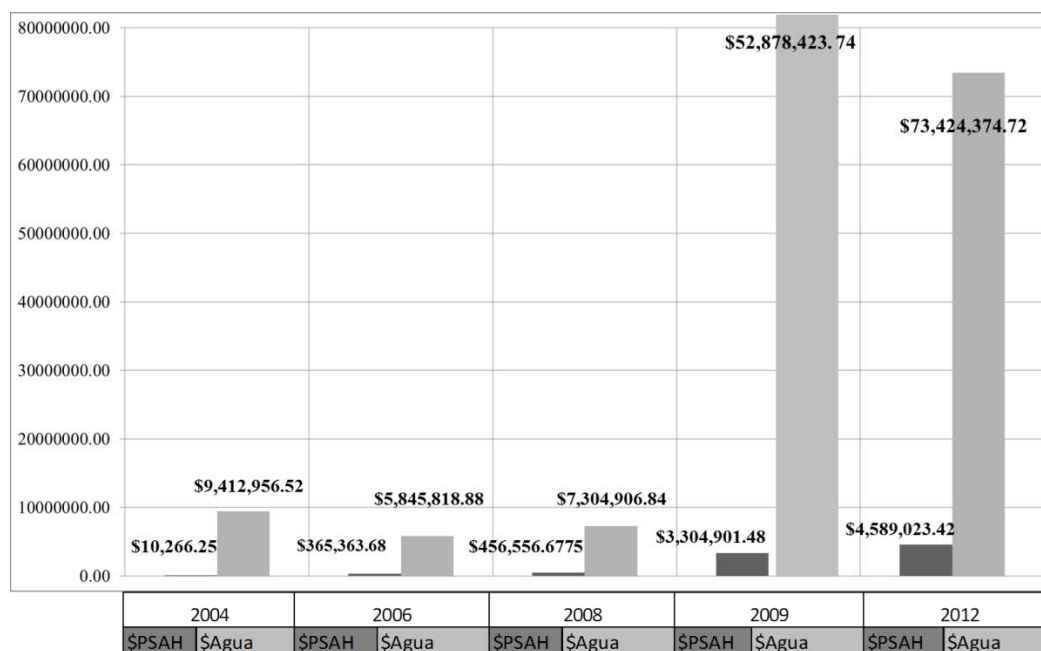
La bondad de éste indicador es que puede aplicarse a escalas menores como micro- cuencas o los sitios del PSAH. En el caso de aplicarse en los sitios del PSAH el cálculo previo sobre la cantidad de agua producida en el sitio se realiza a partir de la superficie según el tipo de vegetación, y con los datos sobre la producción de agua (superficial y subterránea) documentados para estos tipos de vegetación (Cuadro 15 y Figura 39).

Cuadro 15. Valor económico estimado sobre la cantidad de agua producida según la composición de la superficie por tipo de vegetación

PSA en SMyST	PSA 2004	PSA 2006	PSA 2008	PSA 2009	PSA 2012	TOTAL PSA
Superficie por tipo de vegetación	97% pino y 3% pastizal	96% oyamel, 2% pino, 1% pastizal y 1% agricultura	50% oyamel, 49% pino y 1% pastizal	73.6 % pino, 24% oyamel y 2.4% pastizal	53% pino y 47% pastizal	6,650 ha
Agua producida (volumen total anual)	11,766,195.65 m ³ / y / ha ²	8,557,273.6 m ³ / y / ha ²	9,131,133.55 m ³ / y / ha ²	66,098,029.68 m ³ / y / ha ²	91,303,046.84 m ³ / y / ha ²	186,855,679.32 m ³ / y / ha ²
Valor económico	US\$9,412,956.52	US\$6,845,818.88	US\$7,304,906.84	US\$52,878,423.74	US\$730,424,374.72	US\$149,484,543.45

Fuente: Elaboración propia con base en Jujnovsky et al., (2012); Caro (2012); Daily et al., (1997); López- Morales (2012); CONAFOR (2015); Martínez (2015).

Las cifras del cuadro anterior fueron estimados de estudios previos para un socio-ecosistema similar (ubicado en Río Magdalena) con bosque de pino, oyamel y encino (Jujnovsky et al., 2012; Caro, 2012); para pastizal en Norteamérica (Daily et al., 1997), con ausencia de datos para superficies agrícolas. Los bosque de pino producen 8,992.57 m³/ ha/año, oyamel 742, 001.36 m³/ ha/ año, encino 688, 259.1 m³/ ha/ año y pastizal 883,008.19 m³/ ha/ año (Jujnovsky et al., 2012; Caro, 2012; Daily et al., 1997). Posteriormente se compararon los montos anuales atribuidos dados a la comunidad (en dólares, calculado en \$16.00 pesos por dólar) con el valor por sustitución ubicando los sitios de PSAH dentro de la comunidad en una mapa (Gráfica 12 y Figura 40).



Gráfica 12. La construcción del indicador sobre el Valor monetario para usuarios por sustitución del agua disponible en el ecosistema. Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova (2011); CONAFOR (2012, 2015); Jujnovsky et al., (2012); Caro (2012); Daily et al., (1997); López- Morales (2012); CONAFOR, (2015); Martínez (2015). Donde \$PSAH es el dinero obtenido por contrato de cinco años para cada polígono de PSA y \$Agua es el valor de sustitución calculado en el mismo periodo y para el correspondiente polígono de PSAH.

Se visualiza en la gráfica anterior que para el 2004 el ingreso total anual por PSAH era del 0.01% del precio estimado del agua producida para ese polígono de PSAH protegido; para el 2006 el 6.5% del precio de agua; para el 2008 de 6.4%; para el 2009 de 6.24% y; de 6.24% para el 2012. Para construir el indicador se consideró que los cinco contratos evaluados de PSA reunieran el 100% o un porcentaje cercano del precio estimado del agua o valor de sustitución, es decir que para cada contrato representa el 20% del total de indicador, entonces alcanzado el porcentaje alcanzado fue de 5.062% como resultado final.

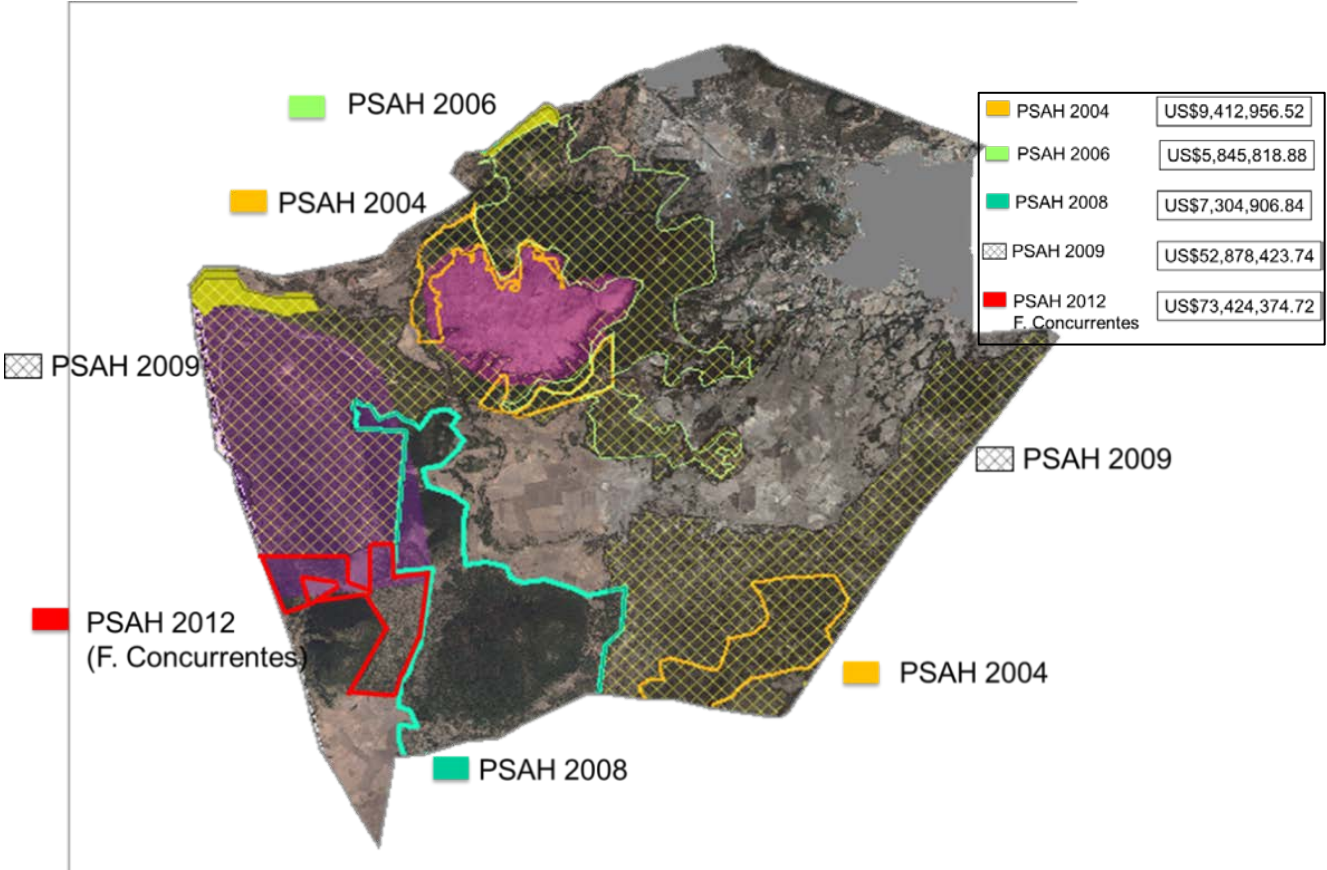


Figura 40. Valor económico estimado de la cantidad de agua producida según el tipo de vegetación y sitios receptores de PSAH. Fuente: modificado de Saavedra (2013).

Como se puede notar una de las áreas más pequeñas al suroeste de la comunidad (Fondos Concurrentes 2012) es la que produce una mayor cantidad de agua, y por tanto tiene un mayor valor económico (lo que se atribuye a la composición del tipo de vegetación, su estructura poblacional de la vegetación y salud del bosque). Si bien éste indicador económico no revela las condiciones del bosque que producen una mayor cantidad de agua, sí puede utilizarse más adelante con los datos de los indicadores ecológicos propuestos. El valor económico asignado con el indicador para los usuarios por sustitución de SEH se compara con el monto recibido por el PSAH (en modalidad federal o en Fondos Concurrentes), buscando que el pago por SEH tendría que ser igual o mayor al

valor económico de este servicio. Sin embargo, la cantidad de agua estimada no es sólo la disponible para consumo humano, sino es el total de agua producida para el ecosistema completo.

Para la mayoría de los años analizados, el PSAH representa tan sólo un $6.25 \pm 5\%$ (cuatro contratos de cinco) del precio estimado del agua producida por los correspondientes polígonos. Sin embargo cuando se contabiliza para todo el conjunto de contratos se reduce a un 5.0% , por lo cual el indicador es negativo, ya que se está pagando un 5% del precio estimado de sustitución del SEH (Tabla 38).

Tabla 38. Interpretación del indicador de valor económico por sustitución

%	Rangos referentes de interpretación del indicador de valor económico por sustitución	Indicador	Efecto
100- 75	Porcentaje de respuestas que perciben la mejora en la comunidad por la participación en el PSAH		
74- 60			
59- 0		5%	Negativo

Valor económico para proveedores del SE o contribución económica a los hogares

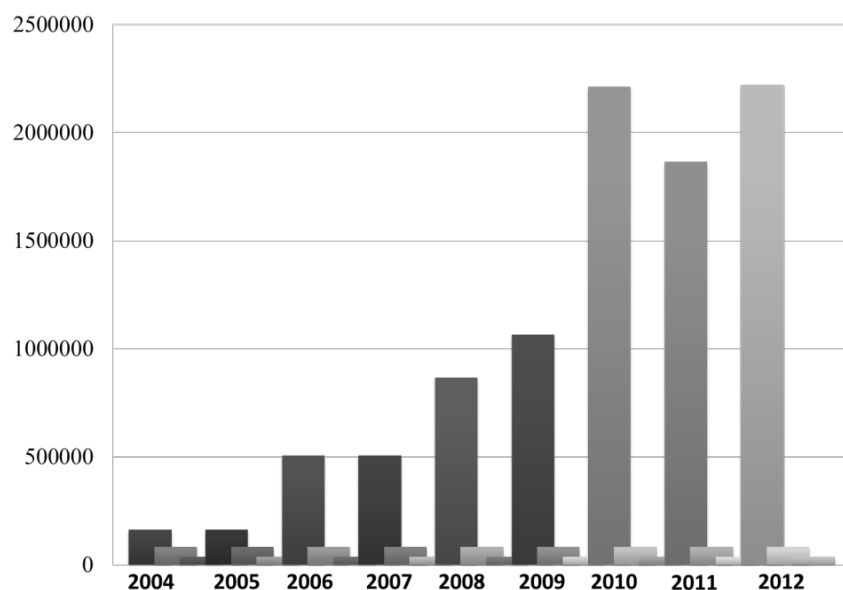
Éste indicador tiene el objetivo de mostrar el ingreso obtenido por los beneficiarios directos de PSAH (como trabajadores en jornadas forestales que son comuneros y familiares de comuneros) y beneficiarios potenciales (comuneros con título de propiedad de la tierra que pueden participar en las jornadas forestales). Se documentaron para construir el indicador dos aspectos fundamentales: i) los ingresos totales de comuneros y de trabajadores del PSAH, así como sus ingresos obtenidos por participar en PSAH (Figura 49). El Ingreso promedio anual de la comunidad (centrado en los comuneros resultando en \$83,280.00 MN (trabajo de campo 2012, 2013 y 2016-7). Mientras el ingreso promedio anual para quienes trabajan en las jornadas dentro del PSAH, documentado en encuestas fue de \$40,274.88 MN (Perevochtchikova & Rojo, 2014). Los ingresos totales anuales y de PSAH se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39. Ingreso total anual para toda la comunidad por participar en PSAH.

Año	Área de PSA 2004	PSA 2006	PSA 2008	PSA 2009	PSA 2010	PSA 2012	Ingresos totales
2004	\$164,260.00 MN	No aplica (n/a)	n/a	n/a	n/a	n/a	\$164,260.00 MN
2005	\$164,260.00 MN	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	\$164,260.00 MN
2006	\$164,260.00 MN	\$342,268.18 MN	n/a	n/a	n/a	n/a	\$506,528.18 MN
2007	\$164,260.00 MN	\$342,268.18 MN	n/a	n/a	n/a	n/a	\$506,528.18 MN
2008	\$164,260.00 MN	\$342,268.18 MN	\$361,796.02 MN	n/a	n/a	n/a	\$868,324.2 MN
2009	No aplica (n/a)	\$342,268.18 MN	\$361,796.02 MN	\$441,935.8 MN	n/a	n/a	\$1,065,860.22 MN
2010	n/a	\$342,268.18 MN	\$361,796.02 MN	\$441,935.8 MN	\$1,146,000.00 MN	n/a	\$2,211,860.22 MN
2011	n/a	n/a	\$361,796.02 MN	\$441,935.8 MN	\$1,146,000.00 MN	n/a	\$1,869,592.04 MN
2012	n/a	n/a	\$361,796.02 MN	\$441,935.8 MN	\$1,146,000.00 MN	\$352,000.00 MN	\$2,221,592.04 MN
2013	n/a	n/a	n/a	\$441,935.8 MN	\$1,146,000.00 MN	\$352,000.00 MN	
2014	n/a	n/a	n/a	n/a	\$1,146,000.00 MN	\$352,000.00 MN	
2015	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	\$352,000.00 MN	

Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova (2011); CONAFOR (2012, 2015).

Como ya se mencionó previamente, para completar la información del indicador es necesario compararlo con el ingreso anual de los dos grupos, lo cual se presenta en la Gráfica 13, donde la primera columna muestra es el ingreso total por PSAH, la segunda el ingreso total de los comuneros y la tercera el ingreso total para los trabajadores del tipo de PSAH.



Gráfica 13. Comparación entre el ingreso total anual de la comunidad por PSAH y los ingresos totales de los beneficiarios reales y potenciales del programa. Fuente: Elaboración propia con base en Perevochtchikova & Rojo (2014).

El ingreso promedio anual por PSAH para trabajadores dentro del programa es de \$2,200.00 que representa un 5.46% del total de sus ingresos. El ingreso promedio anual por PSAH que podrían recibir los comuneros resulta es el mismo que reciben los trabajadores de PSAH (\$2,200.00), pero que representaría sólo 2.64 % del total de sus ingresos. Teniendo los ingresos totales anuales de quienes trabajan temporalmente en el PSAH (beneficiarios directos del programa) y los comuneros (beneficiarios potenciales) se calcula el porcentaje que corresponde al ingreso por PSAH ante el total, dando un promedio de los dos grupos 4.02% (Tabla 40).

Tabla 40. Interpretación del indicador de valor económico para los proveedores de SEH

%	Rangos referentes de interpretación del indicador del valor económico para proveedores de SEH	Indicador	Efecto
100- 75	Porcentaje de ingreso promedio del PSA a la comunidad ante los ingresos promedio anuales de actividades económicas legales e ilegales presentes en la Comunidad provee		
74- 60			
59- 0		4%	Negativo

La contribución al ingreso total por participar en PSAH es realmente baja, aun con recursos disponibles en la comunidad. Es importante mencionar que de los dos grupos de beneficiarios (directos y potenciales) el primer grupo es un grupo más joven en comparación con el grupo de comuneros, con mayor número de mujeres que participan, menor número de hijos y mejor nivel educativo y menores ingresos. El ingreso por PSAH no sólo es bajo (con pago del jornal de \$120.00 pesos) es además temporal que depende de la participación en los programas, y también de la transparencia y prioridades del Comisariado.

El conjunto de indicadores económicos se resume en el Cuadro 16 donde se presentan las generalidades sobre sus técnicas de medición y sus resultados.

Cuadro 16. Indicadores Económicos: descripción, técnica (s) de medición, resultado e interpretación

INDICADOR (Parámetro- s)	Técnica (s) de medición	RESULTADO	Interpretación
<i>Competitividad económica de PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales</i> (\$/ ha/ anual actividad vs PSAH)	- Documentación sobre el ingreso obtenido (anual por hectárea) por cada actividad económica (legal e ilegal); comparación con los ingreso por PSAH	- Menos del 20% de las actividades económicas de la comunidad generan menores ingresos promedio que el PSAH	Negativo
<i>Valor económico para proveedores de SEH</i> (% ingreso anual vs. PSAH)	- 2012- 17 Entrevistas y encuestas en la comunidad	- Ingreso por PSAH consiste en el 4.02% del ingreso anual, además es un ingreso temporal	Negativo

<i>Valor económico por sustitución</i> (\$/ m ³ / anual agua producida)	- Calculo de la cantidad de agua producida anualmente en la zona como SEH (por el tipo de vegetación) y el precio de servicio de abasto de agua potable	- Para todos los sitios de PSA el total es US\$149, 484, 543.45 *US\$1 = MNX18.00/ m ³	Negativo
---	---	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

Todos los indicadores económicos que se presentan se consideran como negativos, mostrando las mayores debilidades del programa en su aplicación en la comunidad.

Las limitaciones de este grupo de indicadores son la ausencia de: información, veracidad o problemas para realizar las encuestas y entrevistas, de datos y estudios, sobre o subestimación de los cálculos de la cantidad del agua y/o del precio del agua.

5.2 Sistema de indicadores desde la perspectiva integral

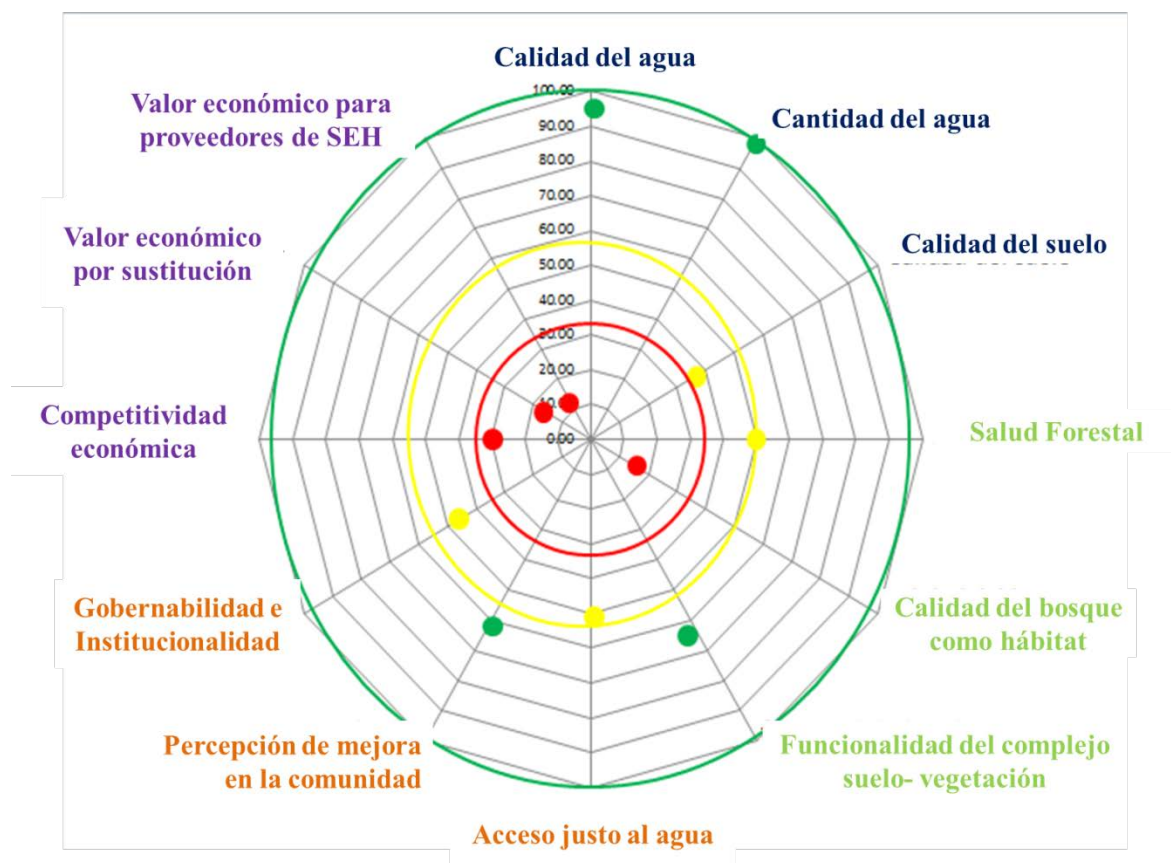
La evaluación integral constituida por los indicadores presentados tienen como objetivo evaluar los efectos de PSAH a escala local desde la perspectiva académica que sirva como una propuesta metodológica aplicable dentro de las instituciones y como modelo para el desarrollo de monitoreo de otros instrumentos de PPA y SE, contribuyendo a sus mejoras. De tal forma que, dichos indicadores proponen: i) tener un referente para su interpretación, sobre si el efecto es positivo, negativo o neutro y; ii) poseen un esquema comparativo con base en indicadores de distinta naturaleza, dentro de un margen de 0 a 100%.

Para integrar los resultados de los indicadores en su conjunto se puede buscar apoyo en el Diagrama Radial; la creación de superíndice y; la construcción de una línea base, con datos e información disponibles previos a la participación de SMYST Ajusco en el programa de PSAH (antes de 2004). El súper índice es la conjunción en una suma de todos los valores de todos los indicadores, que nos da como resultado final el porcentaje que tienen los efectos de PSAH han sido positivos o negativos; evaluados bajo el mismo sistema de porcentajes que los indicadores. Es decir, porcentajes mayores al 75% se consideran como efectos positivos, porcentajes entre 74-60 son efectos que deben mejorarse y menores al 59%; siendo además que el resultado de cada indicador contribuye con 8.3% del superíndice. El súperíndice en el caso de estudio de SMYST suma un 46.09%, es decir que en el total de efectos del PSAH se podría considerar como de poco avance para la comunidad.

El diagrama radial

El diagrama radial (presentado en el capítulo 4) es una herramienta estadística de comparación de datos en dos sentidos, primero compara datos entre sí y, segundo, comparada los datos con un

estado ideal o esperado. En este caso fueron procesados los resultados de los indicadores, con el rango de interpretación entre 0- 100%, cuyas categorías corresponden para todos los indicadores a: 100- 75% como un efecto positivo (en color verde), 74- 60% como un efecto que no es claramente positivo, es decir, debe mejorarse y 59- 0% como un efecto negativo. El diagrama radial correspondiente a los indicadores del presente trabajo se presenta en la Gráfica 14.



Gráfica 14. Diagrama radial comparativo de los efectos del PSA y los indicadores evaluados. Fuente: Elaboración propia.

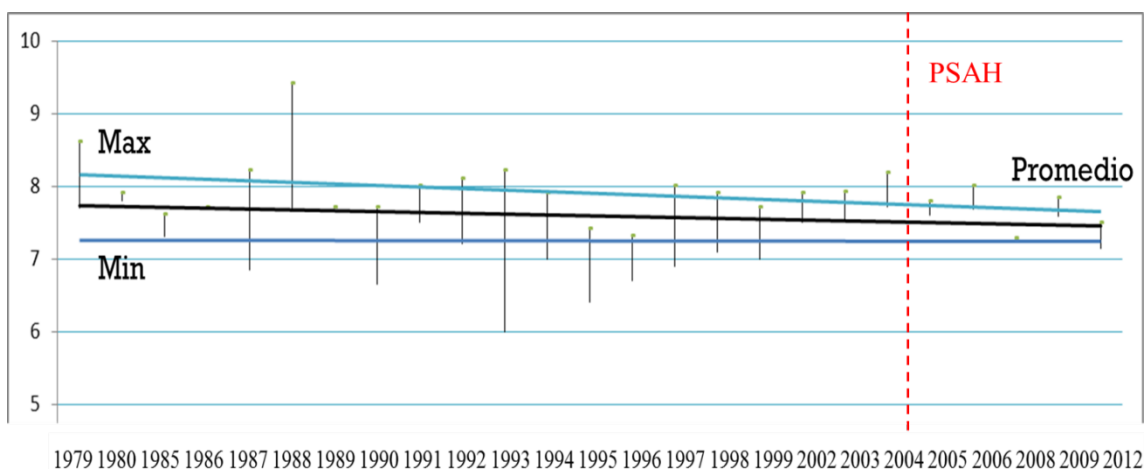
Lo que revela el diagrama radial es que los efectos positivos de PSAH en la comunidad son atribuidos a: la calidad y cantidad de agua, la funcionalidad del complejo suelo- vegetación y la percepción de mejora dentro de la comunidad por la participación dentro del programa. Mientras que los indicadores con un efecto que debería mejorarse son sobre: la salud forestal, el acceso justo al agua y la gobernanza e institucionalidad; el indicador cuantificado con un efecto más cercano a negativo que a positivo fue la calidad del suelo. Finalmente, los indicadores que muestran efectos negativos de PSAH fueron los indicadores económicos (competitividad económica, valor monetario para proveedores y valor económico por sustitución) y la calidad del bosque como hábitat.

La utilidad para la PPA evaluada es que pueden visualizarse los aspectos del programa que deben mejorarse y los que definitivamente no están avanzando. Sobre los escenarios esperados, lo ideal que es todos los indicadores evaluados se presentarán como positivos o que pudieran mejorarse para que fueran positivos.

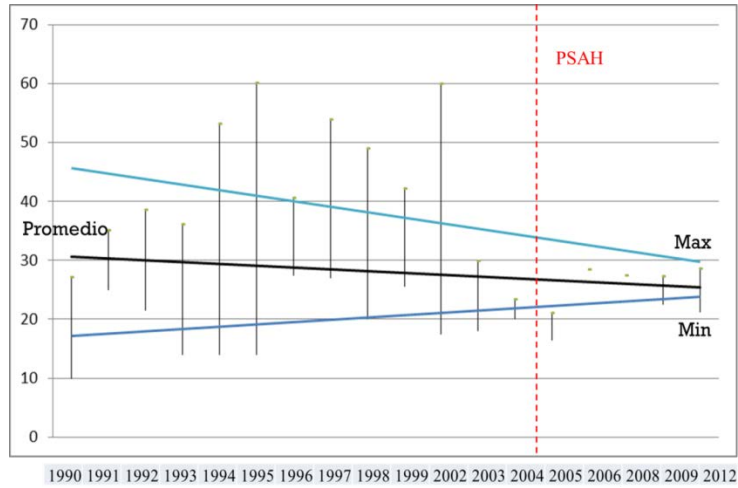
5.3 Línea base

La línea base se considera a partir de los datos disponibles para las variables de los indicadores antes de la participación en el PSAH en la zona de estudio, lo cual permite generar un panorama de cambios sucedidos a partir de la implementación del programa. A continuación se presentan los resultados, donde se pueden observar que sólo se pudo conseguir su construcción para algunos de los indicadores, dada la falta de información necesaria, sobre todo a escala local.

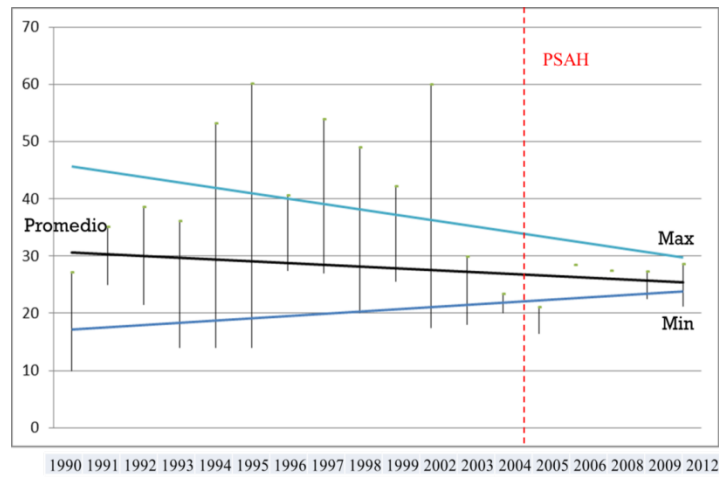
Indicador de la Calidad del Agua. Se documentaron los datos disponibles para las variables medidas en los muestreo 2012-13 y 2016- 7 (temperatura, pH, STD, conductividad, cationes, aniones, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto, saturación de O₃, turbidez y bacterias) con los datos disponibles en los archivos del SACMEX de los sitios como Viborillas (1997- 2012), Potrero (1997- 2012), El Sauco (1997- 2007) y Monte Alegre (1979- 1989, 2008 y 2012). Con lo cual primero, se construyó el indicador de calidad del agua anterior al programa de PSA (Gráfica 15) indicando los promedios, mínimos y máximo de todos los sitios en conjunto.



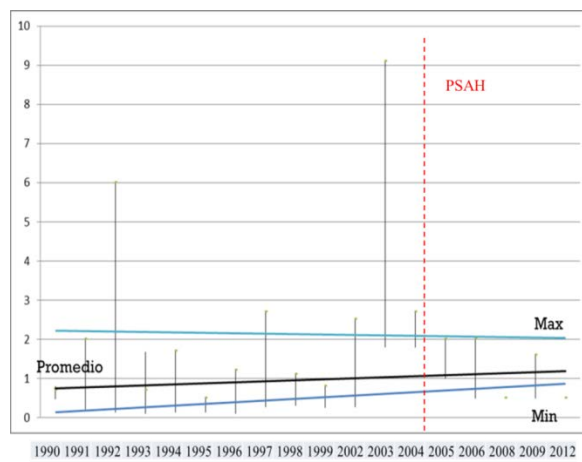
Gráfica 15. Datos de las variables para la construcción del indicador de calidad de agua dentro del periodo 1979- 2012 a) pH



b) Alcalinidad



c) Dureza



d) Turbidez. Fuente: elaboración propia con base en SACM- GDF (2003, 2009, 2012).

Donde se puede observar para los cuatro parámetros que para el pH, el promedio histórico se mantiene, mientras los máximos y mínimos, disminuyen y aumentan respectivamente pero de forma mínima desde 1990 a la actualidad. Para la alcalinidad el promedio histórico y los máximos registrados disminuyen y, los mínimos registrado han aumentado paulatinamente. Para la dureza tanto los promedios históricos, como los mínimos y máximos registrados disminuyen en ese periodo de tiempo. Por último, la turbidez tiene promedio históricos que de manera casi imperceptible aumentan, los mínimos registrados aumentan u los máximos registrados se mantienen iguales.

La información indica que para los sitios muestreados no hay datos de temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno y bacterias. Se observa que por los cuatro parámetros que se documentan históricamente, la calidad del agua se mantiene, teniendo únicamente años con pH máximo por encima de la norma (1988), mínimos de pH (1993) y la alcalinidad por debajo de la norma (1990, 1993, 1994 y 1995); lo cual representa seis mediciones del 234 totales, por lo cual el indicador se calcula con las mediciones dentro de la norma 228/ 234, es decir el 97.43%.

Cantidad del agua. Se utilizaron los mismos de la SACMEX (2003, 2009, 2012) que en indicador anterior y se presentan los datos sobre caudal histórico en las figuras 37 y 38 como referente para la interpretación del indicador. Se presentan caudales promedio de 0.12244 para el periodo de 1979-1989, de 0.01706 para el periodo 1997- 1999 y de 0.01497 para el periodo de 2000- 2004. Por lo cual se observa que no hay variación significativa en la calidad del agua y el indicador es del 100% antes del PSAH.

Indicador de la Calidad del suelo (para proveer el Servicio Ecosistémico Hídrico)

El indicador de calidad del suelo tiene una serie de variables que pueden medirse con base en varios trabajos realizados en la zona; sin embargo, para generar el indicador previo a la participación de la comunidad en el PSAH no hay estudios que documenten las viables propuestas. Para tener un referente del indicador se trabajó con cartografía de la degradación del suelo (% de la superficie) como lo muestra la Figura 41.

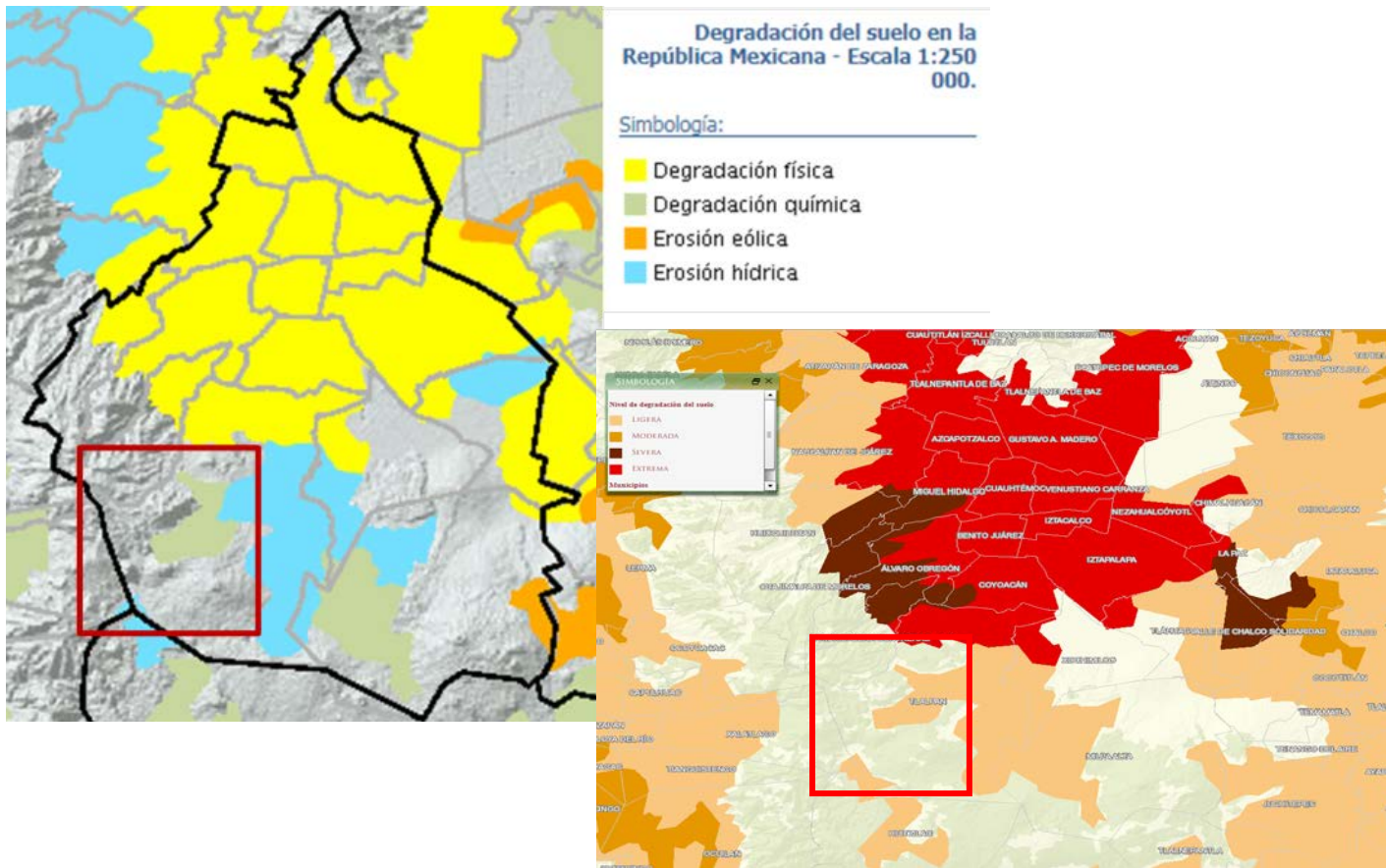


Figura 41. Calidad del suelo en la zona de estudio previo al PSAH a) Degradación del suelo en 2004 y; b) Erosión del suelo en 2013. Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (2004) y SEMARNAT (2013).

La superficie con erosión eólica dentro del territorio de la comunidad para el año 2004 consistía en 22% mientras con erosión eólica es de 9%; lo cual proporcionan una superficie total de 31% de suelo erosionado. Así, el indicador de calidad de suelo previo al PSA es de 69%, que es la superficie que corresponde a suelo no erosionado. Comparado con la degradación del suelo para el año 2013 que es de 28%.

Indicador de salud forestal. Como se mostró en los párrafos anteriores este indicador fue concebido para ser medido con las variables de composición, diversidad, fragmentación y deforestación. Para el referente histórico de este indicador, se presenta la misma limitante que para la construcción del mismo dentro del periodo de PSA (2004- 2017), no existen datos más que para deforestación y los listados de composición de especies no tienen ninguna estimación numérica. El único dato existente es que el porcentaje del 80% de la superficie no deforestada en toda la Comunidad en 1989 según SIG, como se describe en el trabajo de Saavedra & Perevotchikova (2017).

Calidad del bosque como hábitat. Inicialmente se buscó calcular con los datos de número de especies totales y especies endémicas, pero no existe dicha información para el periodo de participación de la comunidad en el programa, ni tampoco antes. Las alternativas se refieren al uso de tres especies clave: el gato montés, el teporingo (o zacatuche) y el gorrión serrano fueron: población, densidad y distribución, así como excretas presentes en el caso de los mamíferos. Los datos existentes sobre las especies clave como línea base son las siguientes:

1. Teporingo o zacatuche, en comparación con sus poblaciones previas al PSAH (hasta 2007 se estaba reduciendo), la población está en aumento, aunque la distribución es cada más restringida y su hábitat se encuentra más fragmentado que hace más de quince años (Domínguez, 2007; Rangel, 2008; Martínez, 2011; Gómezcaña, 2013; Rizo- Aguilar *et al.*, 2015; IUCN, 2015).
2. El lince (o gato) montés tiene una población estable, es decir que no ha aumentado o disminuido significativamente, a pesar de su dependencia de zonas boscosas (Aranda *et al.*, 2002; Monroy & Velázquez, 2002; Bárcenas & Medellín, 2007; Bárcenas, 2010; IUCN, 2015), las cuales sí han cambiado en término de su densidad, aún con la presencia del programa de PSAH.
3. El gorrión serrano, que se ha documentado su reducción de la población y la distribución, probablemente porque requiere de zonas conectadas de bosque y pastizal para su reproducción, alimentación, protección y sus traslados típicos de poca distancia (Oliveras, 2011; Sánchez – González *et al.*, 2015; Vázquez, 2015; IUCN, 2015).

Sólo para el caso del zacatuche existen mapas de distribución previos al PSAH como referencia histórica de su distribución en la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, y la cual se muestra en la Figura 42.

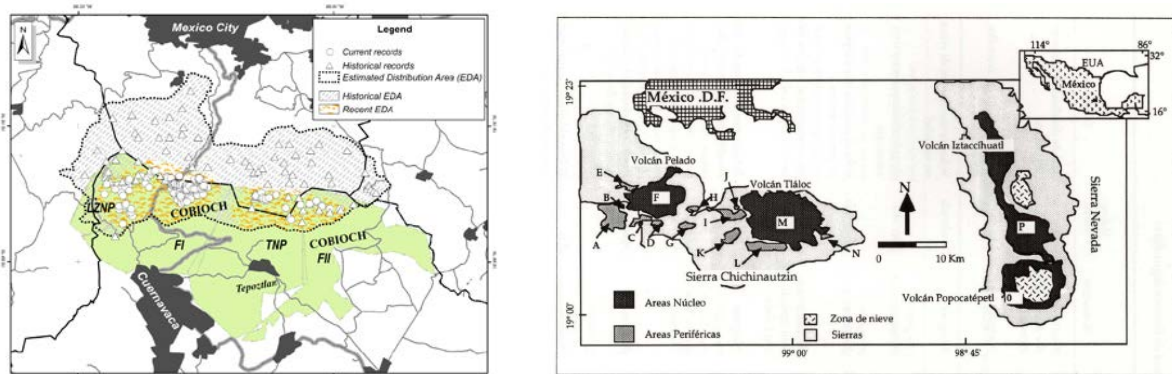
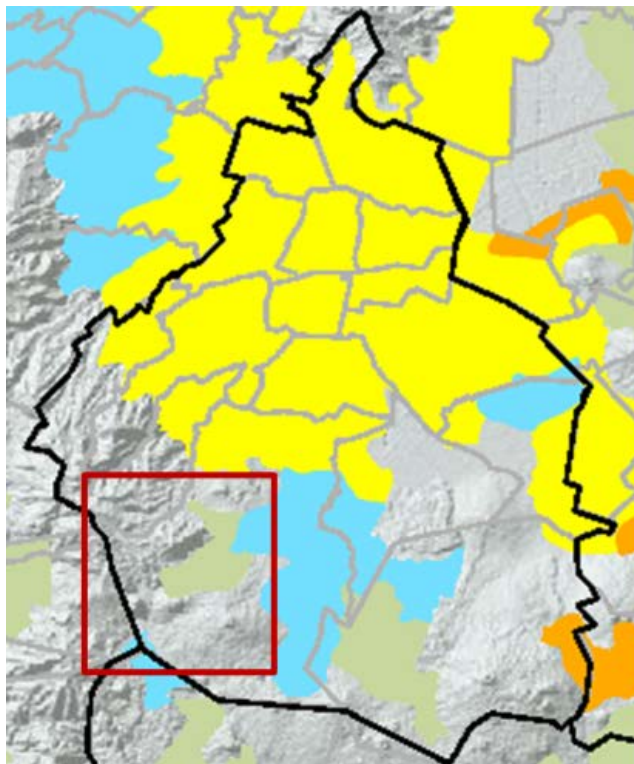


Figura 42. Distribución del teporingo (o zacatuche) en el área de estudio previo al PSAH. a) Documentada en 2016. b) Documentada para 1996. Fuente: Tomado de Rizo- Aguilar *et al.*, 2016: 33 y Velázquez *et al.*, 1996: 81,

Como puede observarse en la figura 39 la distribución del teporingo (o también conejo de volcán) solía ser una distribución más amplia en los terrenos de la comunidad y fue quedando más acotada al volcán del pelado como zona núcleo. Con los datos disponibles, el indicador considera que el gorrión se encontraba en mejores condiciones antes de PSAH (33.33% del total), al igual que el gato montés (otro 33.33% del total) y el teporingo o conejo de volcán se encuentra mejor en términos de población pero peor en términos de distribución (16.66% del total); sumando un 83.32% del indicador previo a PSAH.

Funcionalidad del complejo suelo- vegetación

Este indicador se construye con el porcentaje la superficie de la comunidad donde coinciden suelos con degradación y/o erosión con vegetación secundaria o degradación forestal en comparación con la superficie total. En este caso con mediciones anteriores a la implementación del programa, ver Figura 43:



Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.

Simbología:

- Degradación física
- Degradación química
- Erosión eólica
- Erosión hídrica

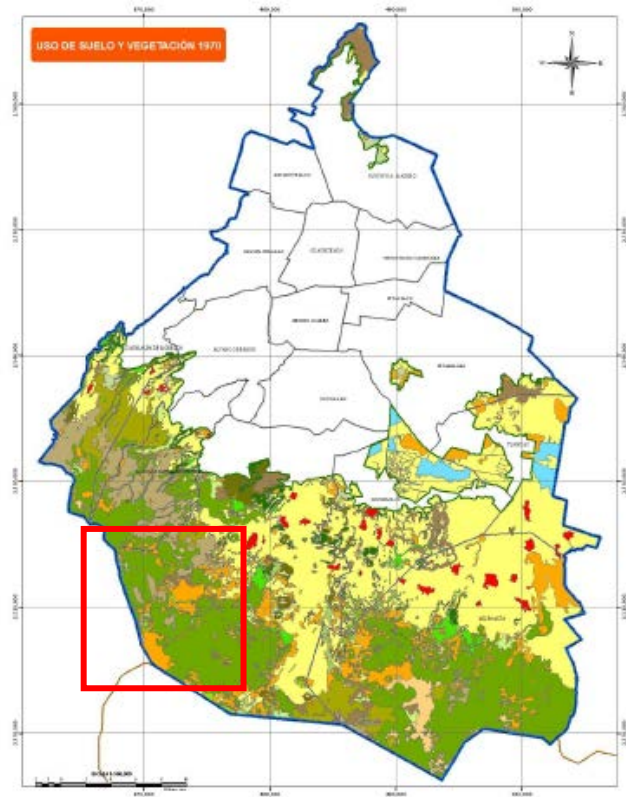


Figura 43. Degradación del suelo para la zona de estudio en 2004 a) Vegetación en 1970. Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (2004) y. Tomado de: CONAFOR (2008).

La coincidencia de sitios degradados en términos de vegetación y suelo en la cartografía disponible anterior al PSA-H es de 0% entonces el indicador puede calcular como 100%.

Acceso justo al agua

Para este indicador en particular medido por medio de la calidad y cantidad en el servicio de abasto dentro de la comunidad (casco urbano), representando el 50% cada aspecto con se explicó anteriormente no hay ningún dato o referencia para ninguno de los aspectos. Por los temas que se abarcaron en el trabajo de campo, es común que los entrevistados comenten la escasez de agua en la comunidad y los problemas con su calidad en años recientes, sin embargo no hay lo suficientes datos para construir el indicador antes del PSA.

Percepción de mejora para la comunidad

La única referencia que hay en este caso es que el 15% de los entrevistados de la comunidad consideran que eran mejores antes del PSAH y un porcentaje aún mayor ubica los mejores tiempos de la comunidad en términos sociales, económicos y ecológicos, cuando la comunidad trabajaba con la papelera Loreto y Peña Pobre (antes de la veda forestal de 1947), comprando la madera, generando empleo al interior de la comunidad, con un plan de manejo forestal que mencionan, la papelera llevaba a cabo cada año (* Entrevistas 2016-2017).

Gobernanza e Institucionalidad

Este indicador antes del PSAH puede considerarse como 0%, ya que los aspectos de gobernanza e institucionales del bosque y el agua no estaban presentes antes de los PSA, especialmente después del cierre del contrato de la comunidad con la papelera Loreto y Peña Pobre, como se mencionó por la veda de 1947 (* Entrevistas 2016- 2017). Aunque cabe mencionar que por el análisis de las entrevistas y encuestas del trabajo de campo, especialmente el de 2016- 2017, la seguridad sobre el acceso a los recursos (forestales y no forestales), así como la participación en la toma de decisión no se perciben como garantías dentro de las dinámicas comunitarias por los entrevistados y encuestados (Trabajo de campo, 2012, 2013, 2016- 2017). De igual manera, la presencia de actores externos asociados al territorio y recursos de la comunidad, crea la idea de que no se tuviera organización ni capacidad sobre la gestión de la riqueza.

Competitividad económica del PSAH ante las actividades económicas legales e ilegales o contribución económica a la comunidad

La línea base del indicador se calculó del 0%, porque la presencia de programas de conservación que produjeron ingresos a la comunidad o a las economías familiares fue mínima, casi nula. En la comunidad, así como en otros pueblos originarios de la Ciudad de México, no hubo políticas de conservación a escala local desde el año 2000 y con la publicación del Ordenamiento Ecológico en el mismo año (Sheinbaum, 2011; Ímaz *et al.*, 2011). Para el caso de las políticas de conservación provenientes de las instancias federales, si bien existen desde los años setentas y se consolidan en los años noventa con la creación de la SEMARNAP y la promulgación de la LGEEPA, no existe aún una política similar al PSAH o con objetivos similares.

Valor económico para proveedores de SEH o contribución económica a los hogares

Es el mismo caso que el indicador, 0%, ya que no existía ningún programa que aporte a los ingresos familiares por la conservación, y los servicios de lo que hoy denominamos “ecoturismo” poco están relacionados con los niveles de gobierno, subsidiados, o tan ampliamente extendidos como ahora.

Valor económico por sustitución o valor de reemplazo

De igual manera, la línea base de este indicador es 0%, ya que no hubo una política que cubra el servicio del ecosistema o su valor de reemplazo antes del PSAH.

La línea base muestra que los indicadores hídricos (calidad y cantidad de agua) se mantienen en buen estado, mientras que el indicador de calidad de suelo también se mantiene. Los indicadores forestales muestran para el caso del indicador de salud forestal que no hay suficiente información, pero como ya se mencionó, Saavedra & Perevothchikova (2017) no han encontrado mejoría posterior a la implementación del PSA en términos de disminución de la deforestación; el indicador de calidad del bosque como hábitat muestra la disminución de la distribución del teporingo, aunque este ha aumentado en población, la reducción poblacional y en distribución del gorrión serrano, así como la estabilidad poblacional del lince y; el indicador de funcionalidad del complejo suelo-vegetación muestra que, a pesar de la deforestación documentada y del aumento de la extensión de la vegetación secundaria, no hay ni ha habido sitios de vegetación con estas características que coincidan con sitios con suelo degradado química y/o físicamente. Los indicadores sociales, presentan muchos problemas para la generación de la línea base, sin embargo para el caso de gobernanza e institucionalidad, así como acceso justo al agua, por lo de manera muy somera muestra el trabajo de campo, estaban mejor antes del PSAH; pero no es así en cuanto a la percepción de mejora. Los indicadores económicos si bien obtuvieron resultados negativos durante el periodo de PSA evaluado, muestran una mejoría en el caso de la contribución económica a hogares y a la comunidad, ya que antes del programa no existía ningún tipo de ingreso por ningún

SE, siendo que no eran valorados en ninguna política pública; razón por la cual no existía ningún posible valor de reemplazo. Cabe mencionar que la generación de una línea base como parte de la evaluación integral fue de gran utilidad para el estudio de la PPA en términos de efectos.

En resumen, ¿qué ventajas o diferencias presenta la evaluación integral propuesta con otras propuestas de indicadores similares? Las únicas propuestas con indicadores ambientales son: Alix-García (2005), PUMA- UNAM (2012) y Neitzel (2013). Los dos primeros son a escala nacional, utilizando en su mayoría datos solicitados y recopilados por la CONAFOR, según las necesidades de evaluación del programa. Es decir, están orientados a las necesidades de las instituciones de evaluar objetivos y metas, muchos de estos únicamente administrativos. El trabajo de Neitzel fue desarrollado en una metodología similar que involucró a expertos en entrevistas con especialistas y a escala local; pero se centra en REDD, programa de PSA enfocado en la captura de carbono y con características distintas al PSAH, en particular porque involucra actores y mercados internacionales más que nacionales, por lo que su dinámica es distinta; además fue sistematizado y evaluado por medio con el método Delphi con el enfoque de vulnerabilidad, riesgo y sustentabilidad.

Observaciones finales

La metodología desarrollada y aplicada para la evaluación integral del programa de PSAH a escala local, a través de los indicadores ecológicos, sociales y económicos fue de utilidad para identificar y cuantificar los efectos asociados a dicho programa. Entre las bondades encontradas durante la aplicación fueron las observaciones sobre la sensibilidad de los indicadores ante las variaciones en los parámetros medidos (Schuschny & Soto, 2009). Entre las mayores limitaciones de los indicadores están asociadas a los problemas de acceso a la información oficial (instituciones gubernamentales), así como de otra índole (informes, libros, estudios). Pensando en que esta propuesta considera las dificultades técnicas, físicas, presupuestas e incluso de seguridad de recopilar la información en campo en el contexto nacional actual; se resalta que: “La fortaleza (o debilidad) de un indicador compuesto (o índice) recae en la calidad de las variables que lo definen. Por eso la selección de cada una debe realizarse sobre la base de su relevancia, su calidad, la frecuencia con que se muestrea y su disponibilidad al dominio público” (Schuschny & Soto, 2009: 27).

Como resultado, se observa que los efectos ambientales son positivos en términos de calidad y cantidad del agua, así como en otros aspectos relacionados a la salud forestal y a la biodiversidad asociada. Algunos de indicadores no pueden definir directamente los efectos del programa de PSAH y, algunos otros quedan aún pendientes para completar el panorama de la evaluación integral. Los efectos sociales, muestran que la gobernanza e institucionalidad del agua es apenas mayor al 50% y aparentemente no se relaciona con la ejecución del programa de PSAH y; aunque la percepción de mejora en la comunidad es positiva, no obstante, carecen al interior del servicio de agua potable. Los efectos económicos son negativos y son vinculables al funcionamiento de PSAH de manera directa, donde conservar implica un trabajo realizado por un ingreso pequeño, temporal y para pocos.

En comparación con las dinámicas documentadas a escala nacional en otras publicaciones, se observan coincidencias relevantes con efectos negativos relacionados (PUMA/ UNAM, 2012; Alix-García *et al.*, 2005). Particularmente, si bien las dinámicas socio- ambientales negativas en torno al PSAH se observan a escala nacional, es la escala local, donde pueden analizarse a detalle sus implicaciones, las cuales pueden presentarse en mayor o menor grado y con diferente configuración dependiendo del contexto específico de cada comunidad.

El programa de PSAH ha sido criticado desde su origen por la representación de la naturaleza como mercancía, entre otras cuestiones, ya que se han documentado dinámicas o efectos negativos de su aplicación, más allá de la ineptitud gubernamental e incertidumbre de los fondos (Batabyal *et al.*, 2003; Hökby & Soderqvist, 2003; Wunder, 2005; Chee, 2004; Bruijnzeel, 2004; Huberman 2008; Pagiola *et al.*, 2005 Arellano, 2011; Pérez, 2016; Fall, 2017; Saar Van Hanwermein, 1999; Merino, 2005; Porto Gonçalves, 2006; Leff, 2006; Toledo, 2003; Martínez Alier & Roca, 2013; Harvey, 2010). Desde las visiones globales, el programa de PSAH no es considerado como un instrumento de PPA adecuado para la conservación de todos los SE en forma homogénea, dado el contexto de la complejidad y diversidad de los socio-ecosistemas del mundo (Smith *et al.*, 2006; Shilling & Osha, 2002; Porrás *et al.* 2008; Madrid, 2011; Chomitz & Kumari, 1998; Huberman 2008; Pagiola *et al.*, 2005; Wunder, 2005). Por lo que este tipo de trabajos ayudan a entender los efectos del PSAH que sólo pueden ser visibles a escala local.

Los indicadores propuestos presentaron los siguientes resultados:

- *Hídricos*: calidad y cantidad de agua (100% ambos, efectos positivos) y calidad del suelo (38.1%, efectos negativos).
- *Forestales*: salud forestal (59.36%, efecto que debe mejorarse para que sea positivo), calidad del bosque como hábitat (16.66%, efecto negativo) y funcionalidad del complejo suelo- vegetación (60%, efecto positivo).
- *Sociales*: acceso justo al agua (55.04%, efecto que debe mejorarse para que sea positivo), percepción de mejora de la comunidad (60%, efecto positivo); gobernanza e institucionalidad (47%, efecto que debe mejorarse para que sea positivo).
- *Económicos*: competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales (20%, efecto negativo), valor monetario para usuarios por pérdida o valor de sustitución (5.06%, efecto negativo) y valor monetario para proveedores de SE (2.65%, efecto negativo).

Dada la presencia de un mayor número de dinámicas socio- ambientales negativas, el programa de PSAH no debería promoverse, ni considerarse como un logro en términos de sustentabilidad, ni como panacea. Es más, debiera visibilizarse la responsabilidad política e institucional de cómo dichas dinámicas han empeorado las condiciones de las comunidades y han favorecido solo a ciertos actores sociales. Por último, se ha hecho claro en la actualidad que deben ser las comunidades mismas las que propongan y trabajen sus propuestas de actividades de conservación a realizarse en los bosques con base a sus necesidades, intereses y conocimiento, sin que ningún otro actor, incluyendo el gobierno, comprometa su territorio y sus recursos naturales.

CONCLUSIONES

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar de manera integrada los efectos producidos por el programa federal mexicano de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en modalidad de Hidrológicos, con base en el marco analítico de Socio-ecosistemas, a través del desarrollo metodológico de una serie de indicadores ecológicos, sociales y económicos; y aplicándolo para el caso de estudio de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco en el periodo 2004-2017. El dicho objetivo se cumplió de forma exitosa, tanto en el desarrollo metodológico de la propuesta de evaluación integral, como en su aplicación para el caso de Suelo de Conservación de la Ciudad de México.

Dentro de la tesis se construyó el marco teórico-conceptual de Servicios Ecosistémicos (SE), programas de PSA y de Socio- Ecosistemas por medio de la documentación, análisis y discusión de definiciones, historia, estudios y evaluaciones. De igual manera se determinaron los aspectos relevantes para ser evaluados dentro del análisis integral de los efectos vinculados a la implementación del programa de PSA a través de una revisión exhaustiva de las evaluaciones académicas y gubernamentales existentes sobre el tema de SE y PSA, con énfasis en México. Esto se complementó con la determinación del escenario óptimo y el establecimiento de los rangos de interpretación de las variables. Como parte de la caracterización y diagnóstico del área de estudio desde la perspectiva geográfica ambiental se procedió con la elaboración de unidades geográficas socio-ambientales y se analizó su experiencia en la aplicación del programa de PSA.

A partir de etapas previas se definieron los indicadores pertinentes, y se desarrolló un modelo para la evaluación integral de los efectos del programa de PSA; el cual fue probado para el caso de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Por lo que se puede constatar que la metodología desarrollada fue de utilidad para identificar y cuantificar (en la medida de lo posible) los efectos asociados al dicho programa en la comunidad estudiada.

Particularmente, los indicadores propuestos presentaron los siguientes resultados: los indicadores *Hídricos* con efectos positivos, excepto la calidad del suelo (efecto negativo); los indicadores *Forestales* con un efecto que debe mejorarse para que sea positivo (salud forestal), un efecto negativo (calidad del bosque como hábitat) y un efecto positivo (funcionalidad del complejo suelo-vegetación); los indicadores *Sociales* con dos indicadores que tienen efectos que deben mejorarse para que sea positivo (acceso justo al agua y gobernanza e institucionalidad) pero con un efecto positivo (percepción de mejora de la comunidad); los indicadores *Económicos*, los tres con efectos negativos (competitividad económica del PSA ante las actividades económicas legales e ilegales, valor económico por sustitución y valor económico para proveedores de SEH).

Los datos obtenidos de los indicadores fueron representados mediante el uso de diagrama radial, el superíndice y la línea base, resultan ser de gran impacto visual para la interpretación del conjunto de indicadores, sobre todo si es dedicado a la comunicación a los actores involucrados en el funcionamiento del programa de PSA. Así, el diagrama radial muestra en un plano el panorama completo de todos los indicadores medidos con sus respectivos valores, dentro de la misma escala de valoración normalizada (que el rango de interpretación de todos los indicadores). Mientras el superíndice ofrece en un solo número el total (la suma) de la evaluación de los efectos. La línea

base, por su parte, resulta indispensable para el entendimiento de los efectos socio-ambientales producidos por la aplicación del programa de PSA; no obstante, se dificulta su integración por la falta de información histórica a escala local para cada indicador.

Por lo tanto, la propuesta presentada responde a una combinación de abordajes ambientales y socio-económicos, y puede aplicarse de forma clara y viable en la evaluación de diversos instrumentos de Política Pública Ambiental (PPA) y otras escalas geográficas, aunque limitada a disponibilidad y calidad de la información disponible. La aplicación de la metodología permitió identificar diversos efectos a la escala local que las PPA enfrentan dado una heterogeneidad de contextos y socio-ecosistemas, o dentro de los marcos programáticos. Se piensa que uno de los aportes del trabajo reside justamente en la evaluación de PSA desde la perspectiva integradora, dado que las evaluaciones anteriores se han hecho sobre el cumplimiento de las metas, así como de cuestiones operativas. A partir de la propuesta de indicadores aplicada, se pueden incorporarse mejoras al programa de PSA, logrando determinar si haya o no un impacto en la sociedad y el ambiente, que potencialmente optimizaría la inversión pública de recursos para este tipo de esquemas, además con un planteamiento científico en su origen.

Se considera que el aporte de este trabajo sobre la evaluación integral de los efectos del programa de PSA va en tres sentidos: lo académico, de política pública y de utilidad para la comunidad, enfocada al monitoreo comunitario. En términos académicos la aportación se enfoca en la combinación de conceptos de SE, SES e indicadores que se traducen en una propuesta metodológica con variables del SES medibles en forma de indicadores. Para las políticas públicas ambientales está la ampliación de los criterios de evaluación de efectos de un instrumento con una visión de monitoreo para la optimización del uso de sus recursos. Y la aportación para la comunidad se refiere al establecimiento de un esquema de monitoreo de biodiversidad y del agua a partir, entre otras cuestiones socio-económicas. El cual fue retomado por la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, dando inicio al trabajo comunitario de brigadas de vigilancia ambiental desde marzo de 2018, con base en los doce indicadores propuestos, y con las miras a la generación de la información necesaria para la participación, control y seguimiento en programas de conservación forestal a todos los niveles de financiamiento (local, federal e internacional).

Recomendaciones de PPA

El programa debe coleccionar mayor información sobre el contexto socio- económico y el estado de los ecosistemas y recursos naturales donde se aplica el programa

Debe garantizarse que quienes proporcionan el SE, es decir los proveedores, tenga acceso a dicho SE.

Los esfuerzos de monitoreo deben encaminarse a el SE que se cubre dentro del pago, como calidad y cantidad del agua para la modalidad de hidrológicos o como centrado en la biodiversidad para PSA- CABSA

No es suficiente dar seguimiento a la cobertura forestal, existen datos que son relevantes en términos de conservación como la salud forestal o la presencia de especies clave; de igual forma se complementar con estudios de composición, estructura poblacional, fragmentación, etc.

No son suficientes las encuestas de opinión aplicados por la CONAFOR, debe comenzar a considerarse documentar procesos de gobernanza e institucionalidad dentro de la comunidad, ya que estos procesos garantizan el mejor manejo de los recursos en el largo plazo con o sin la presencia de programas

Las actividades establecidas por reglas no operación deben ser adecuadas para las necesidades y condiciones específicas de cada polígono de PSA y de cada comunidad.

En cuanto a los efectos económicos no es suficiente aplicar el programa en sitios de alta marginalidad

Comunidades como SMyST Ajusco, tienen no sólo necesidad, también potencial e interés para implementar programa de empleo verde digno y permanente, con capacitación y reconocimiento; y cuya implementación garantice la conservación en el mediano y largo plazo.

Bibliografía

- Achkar, M. 2005. Indicadores de sustentabilidad. En: Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G. y F. Pesce. *Ordenamiento Ambiental del Territorio*. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Uruguay, pp. 55-70.
- Agarwal B. 2009. Gender and forest conservation: The impact of women's participation in community forest governance. *Ecological Economics* 68: 2785–2799.
- Aguilar, A. G. 2009. Urbanización periférica e impacto ambiental. El suelo de conservación en la Ciudad de México. In: Aguilar A. G. e I. Escamilla (coord.). 2009. *Periferia ambiental. Deterioro ambiental y restructuración metropolitana*. Instituto de Geografía, UNAM y Porrúa. DF, México.
- Aguilar, A. G. y C. Santos. 2011. Asentamientos informales y preservación del medio ambiente en la Ciudad de México. Un dilema para la política de uso del suelo In: Pérez C., E., M. Perevochtchikova y S. Ávila F. (coord.). 2011. *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* Serie de Estudios Urbanos. Instituto Politécnico Nacional, Miguel Ángel Porrúa. DF, México. pp. 93-124.
- Aguilar, L. F. 2008. *Marco para el Análisis de las Políticas Públicas*. 22p. Documento en pdf, consultado el 29 de mayo de 2014.
- Alberto- Villavicencio, A. 2015. El pago por servicios ambientales instrumento para la gobernanza ambiental. En: Rosales O., R. & L. Brenner (Coords.). Geografía de la gobernanza: dinámicas multi- escalas de los procesos económico-ambientales. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 301- 323p.
- Alix- Garcia, J., A. de Janvry, E. Sadoulet, J. M. Torres, J. Braña Varela and M. Zorrilla Ramos. 2005. *An Assessment of Mexico's Payment for Environmental Services Program*. EUA/ México.85p.
- Almaraz, M. N. 2014. *Servicios ambientales forestales y prácticas de aprovechamiento de Recursos de Uso Común en el Suelo de Conservación del Distrito Federal: Caso de estudio los B.C. San Miguel y Santo Tomás Ajusco*. Licenciatura en Geografía, FFL-UNAM.
- Almeida, L., M. Nava, A. Ramos, M. J. Ordoñez y J. Jujnosvsky. 2007. Servicios ecosistémicos en la Cuenca del Río Magdalena, DF México. *Gaceta Ecológica*, julio-diciembre, número especial 84-85: 53-64.
- Almeida- Leñero, L., D. Revollo- Fernández, Á. Caro, F. Figueroa, D. M. Espinosa, G. Cruz, y M. Mazari- Hiriart. 2014. Evaluación del programa de Pago por Servicios Ambientales en México (PSA), desarrollado en el 2010. En: Perevochtchikova, M. (Coord). *Pago por servicios ambientales en México: Un acercamiento para su estudio*. El Colegio de México AC. 155-178p.
- Álvarez del Castillo, C. 1987. *La Vegetación en la Sierra del Ajusco*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- Anderies, J., Janssen, M., & Ostrom, E. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and society*, 9(1).
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret. 2004. *Environmental Assessment for Sustainable Development. Processes, actors and practice*. Press Internationals Polytechnique. Montreal, Canadá. 511p.
- André, P. 2012. Notas del Curso de Desarrollo Sustentable. Université de Montréal.
- Andreasen J. K., R. V. O'Neill, R. Noss and N. C. Slosser. 2001. *Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity*. *Ecological Indicators* 1: 21–35.
- Angermeier, P.L., Karr, J.R., 1994. Biological integrity versus biological diversity as policy directives: protecting biotic resources. *BioScience* 44: 690–697.
- Aranda Sánchez, Jaime Marcelo. 1980. *Los mamíferos de la sierra del Ajusco*. Departamento del Distrito Federal, Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario. México. 146 p.

- Arellano L., J. G. 2011. *Corredores biológicos y reconfiguración territorial en América Latina: los casos Chihinautzin, México y San Juan- La Selva, Costa Rica*. Tesis de Licenciatura en Estudios Latinoamericanos, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 153p.
- Arévalo, E., G. Casas, S. K. Davis, G. Lara, J. W. Sites, Jr. 1993. Parapatric Hybridization between Chromosome Races of the *Sceloporus grammicus* Complex (Phrynosomatidae): Structure of the Ajusco. *Copeia*, Vol. 1993, No. 2 (May 3, 1993), pp. 352-372.
- Armsworth, P. R., Chan K. M. A., Daily, G. C., Ehrlich P. R., Kremen C., Ricketts T. H., y Sanjayan M. A. 2007. Ecosystems-services science and the way forward for conservation. *Conservation Biology* 21: 1383-1384.
- Astier, M., Pérez, E., Maser, O., Mota, F., Alatorre, C., 2000. El Diseño de Sistemas Sustentables de Maíz en la Región Purépecha. En: Maser, O., López- Ridaura, S. (Eds.), *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. MundiPrensa-GIRA-UNAM, México, pp. 271–323.
- Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* 84-85:8-15.
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., De Clerck, F., Gardner, T., Hall, J., Lara, A., Lateral, P., Peña-Claros, M., Silva-Matos, D.M., Vogl, A.L., Romero-Duque, L.P., Arreola, L.F., Caro-Borrero, A., Gallego, F., Jain, M., Little, C., de Oliveira Xavier R., Paruelo, Jo.M., Peinado, J. E., Poorter, L., Ascarrunz, N., Correa, F., Cunha- Santino, M.B., Hernández-Sánchez, A.P. and Vallejos, M. 2012. Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services* 2: 56-70.
- Balvanera P., A. Castillo, E. Lazos Chavero, K. Caballero, S. Quijas1, A. Flores, C. Galicia, L. Martínez, A. Saldaña, M. Sánchez, M. Maass, P. Ávila, Y. Martínez, L. M. Galindo2 y J. Sarukhán. 2012a. *Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina*.
- Banco Mundial. 1994. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Trabajo Técnico N. 139). Volumen I. *Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales*. Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial.
- Bárceñas R., H. y Medellín, R. 2007. Registros notables de mamíferos en el sur del Distrito Federal, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 11: 73-79.
- Bárceñas R., H. 2010. *Abundancia y dieta del linco (*Lynx rufus*) en seis localidades de México*. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Instituto de Ecología, UNAM. 77p.
- Batayal, A. A., J. R. Kahn & R. D. O'Neill. 2003. On the scarcity value of ecosystem services. *Journal of Environmental Economics and Management* 46: 334–352.
- Bauche, P. 2007. *Interactions of payment for hydrological services and forest transitions: a case study of the Rio Cuale Watershed*. Master in Science (Geography), McGill University. 89p.
- Benavides M., H. M. 1989. Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo. En: *Memorias del Congreso Forestal Mexicano*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, SARH. México. 966- 987p.
- Benavides, M. H. y R. R. Villalón. 1992. Algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación Venustiano Carranza. En: *Primera Reunión Científica y Forestal y Agropecuaria del Campo Experimental Coyoacán*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Región Centro. SARH. México. 3-24p.
- Benavides, M. H., R. B. E. Ortega, B. M. Ortega, L. M. de la Garza y C. A. Díaz. 1994. *Notas del curso de Dasonomía Urbana*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, SARH. México. 90p.
- Bennett, E. M., G. D. Peterson and E. A. Levitt. 2005. Looking to the Future of Ecosystem Services. *Ecosystems* 8: 125–132.

- Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras de Ita, M. Escobar, L. Rodríguez, J. Vieira y J. Vargas. 2008. Red de conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO; <http://avesmx.conabio.gob.mx/> Consultado el 29 de marzo de 2017.
- Bertrand, G. 1968. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Oest* 39 3:249–272.
- Biao Z., Li, W., & Xie, G. 2010. Ecosystem services research in China: progress and perspective. *Ecological Economics*, 69(7): 1389-1395.
- Bielby, W. T., & Hauser, R. M. 1977. Structural equation models. *Annual review of sociology*: 137-161.
- Binder, C. R., J. Hinkel, P. W. G. Bots, and C. Pahl-Wostl. 2013. Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society* 18 (4): 26.
- Blackman, A. & R. T. Woodward. 2010. User financing in a national payments for environmental services program: Costa Rican hydropower. *Ecological Economics* 69: 1626–1638.
- Bonin, M., & Antona, M., 2012. Généalogie scientifique et mise en politique des services écosystémiques et services environnementaux. *VertigO* 12 (3).
- Boyd, J., & S. Banzhaf, 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63 (2–3): 616–626.
- Brandon P.S. and Lombardi P., 2011. *Evaluating Sustainable Development in the built environment*. Wiley-Blackwell, UK.
- Bruijnzeel L. A., 2004. Los Bosques Tropicales y los Servicios Ambientales. Acaso los árboles impiden ver el Terreno? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 1- 45p.
- Brunett, E., J. E. Baró, E. Cadena y M. V. Esteller. 2011. Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México. *CIENCIA ergo sum*, Vol. 17 (3): 286-294.
- Brüschweiler, S., U. Höggel & A. Kläy. 2004. *Los Bosques y el Agua: Interrelaciones y su Manejo*. Centre for Development and Environment. Geographica Bernesia, Centro de Desarrollo y Medio Ambiente. 50p.
- Butler, J., Wong, G.Y., Metcalfe, D.J., Honzák, M., Pertc, P.L., Rao N., van Grieken, M.E., Lawson, T., Bruce, C., Kroon, F.J. and Brodie, J. E. 2011. An analysis of trade-offs between multiple ecosystem services and stakeholders linked to land use and water quality management in the Great Barrier Reef, Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*: 1-16.
- Cairns, J., McCormick, P.V., Niederlehner, B.R., 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 236: 1–44.
- Calzada P. L. 2015. *Evaluación del cambio de cobertura forestal en dos comunidades bajo pago por servicios ambientales hidrológicos en la cuenca de México*. Tesis de licenciatura en biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 59p.
- Campo A., J. 2014. El servicio de captura de carbono: una visión desde la ciencia de ecosistemas. En: Perevochtchikova, M. (Coord). *Pago por servicios ambientales en México: Un acercamiento para su estudio*. El Colegio de México AC. 97- 111.
- Canadian Council of Forest Ministers (CCFM), 2003. *Defining Sustainable Forest Management in Canada: Criteria and Indicators 2003*. Canadian Council of Forest Ministers (URL: www.ccfm.org/review_e.html).
- Carrera-Hernández J. J. & Gaskin S. J. 2008. Spatio-temporal analysis of potential aquifer recharge: application to the Basin of Mexico. *Journal of Hydrology* 353:228–246
- Carrillo Rivera, J. J., A. Cardona, R. Huízar Álvarez and E. Graniel. 2008. Response of the interaction between groundwater and other components of the environment in Mexico. *Environmental Geology* (2): 303-319.
- Caro B., A. P. 2012. *Evaluación del pago por servicios ambientales hidrológicos: una perspectiva socio-ambiental en la cuenca del Río Magdalena, México, D.F.* Tesis de Maestría en Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 96p.

- Castro-Franco, R., & Bustos, M. G. 1992. Herpetofauna de la Zona de Reserva Ajusco Chichinautzin, Morelos, México. *Universidad: Ciencia y Tecnología*, 2(2): 67-70.
- Castro S., U. B. 2003. *Supervivencia de Pinus hartwegii Lindl., en áreas incendiadas en el Ajusco, D.F.* Tesis de Licenciatura de Ingeniero Forestal, División de Ciencias Forestales de la Universidad Chapingo. México. 66p.
- CEPAL- Cecchini, S. 2005. Indicadores sociales en América Latina y el Caribe. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Serie de estudios estadísticos y prospectivos no. 34 Chile. 82p.
- CIFOR (Center for International Forestry Research). 1999. *Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management*. CIFOR, Jakarta.55p.
- CCFM. 2006. *Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management Indicators in Canada. National Status 2005*. Canadian Council of Forest Ministers, Ottawa.
- Chapin III, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. 2011. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer Science & Business Media.
- Chapingo (Universidad Autónoma de Chapingo) 2006. *Evaluación Externa del Programa de Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Ejercicio fiscal 2005*. - CONAFOR. Magaña O. S. (Coord.).
- Chapingo, 2010. *Evaluación de la Operación de los Programas de Desarrollo Forestal. Ejercicio Fiscal 2009*. CONAFOR. Martínez S. (Coord.).
- Chapingo, 2010. *Evaluación de la Operación de los Programas de Desarrollo Forestal. Ejercicio Fiscal 2009*. CONAFOR. Martínez S. (Coord.).
- Chávez, C. 2011. *Identidad y luchas por las tierras en San Miguel y Santo Tomás Ajusco*. Tesis de licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Chee, Y. E. 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* Vol. 120: 549–565.
- Chisholm, R., 2010. 'Trade-Offs Between Ecosystem Services: Water and Carbon in a Biodiversity Hotspot. *Ecological Economics*, Vol. 69 (10): 1973-1987.
- Chomitz, K. & Kumari, K., 1998. The Domestic Benefits of Tropical Forests: A Critical Review. *The World Bank Research Observer*, vol. 13 (1): 13–35.
- Cibrián T., D.; Ebel, B. H.; Yates, H. O.; Méndez M., J. T. 1986. *Insectos de conos y semillas de las coníferas de México*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos/U.S. Department of Agriculture, Forest Service. South Eastern Forest Experiment Station. 110 p.
- Cobb, C. W and C. Rixford. 1998. *Lessons learned from the history of social indicators*. Redefining Progress, USA. 40p.
- Cohen, A., & Sullivan, C. A. 2010. Water and poverty in rural China: developing an instrument to assess the multiple dimensions of water and poverty. *Ecological Economics*, 69(5): 999-1009.
- COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2004. *Evaluación del programa de pago de servicios ambientales hidrológicos (PSAH). Reporte Final, Ejercicio Fiscal 2003*. México.123p.
- COLPOS, 2005. *Evaluación del Programa de Pago por Servicios Ambientales por captura de carbono y los derivados de biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales PSA-CABSA, Ejercicio Fiscal 2004*. Colegio de Posgraduados-CONAFOR.
- COLPOS, 2008. *Evaluación Externa de los apoyos del Programa de Pago por Servicios Ambientales. Ejercicio fiscal 2007*. CONAFOR. González, M. J. (Coord.).
- CMED (CMMAD Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo) 1987. *Nuestro futuro común, Informe Brundtland*, ONU.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social), 2010. *Evaluación Específica de Desempeño 2009-2010 Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos*. Responsable: Guevara A.

- CONEVAL, 2011. *Evaluación Específica de Desempeño 2010-2011 Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos*. CONEVAL-CONAFOR. Responsable: Carrasco T.
- CONEVAL, 2012. *Informe sobre la pobreza y evaluación en el Distrito Federal 2012*. México, D.F. CONEVAL., 2012. 58P.
http://www.coneval.gob.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informe%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202010-2012/Informe%20de%20pobreza%20y%20evaluaci%C3%B3n%202012_Distrito%20Federal.pdf Consultado el 9 de octubre de 2014.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) 2008. *Uso de suelo y vegetación* (shp).
- CONAFOR, 2011. El programa de pago por servicios ambientales.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/2308Programa%20de%20Pago%20por%20Servicios%20Ambientales.pdf> Consultado 11 de enero de 2018.
- CONAFOR, 2012. *Premio Nacional al Mérito Forestal 2007-2011 Reseña*. Recuperado de http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/MEMORIA_MERITO.PDF
- CONAFOR, 2012a. Los mecanismos locales de pago por servicios ambientales.
<http://www.katoombagroup.org/training/Training%20Modules/CONAFOR/Presentacion%20mecanismos%20locales.pdf> Consultado 12 de enero de 2018.
- CONAFOR, 2012b. Programa anual de trabajo. 172p.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/247240/Programa_Anual_de_Trabajo.pdf Consultado el 12 de enero de 2018.
- CGPP (Coordinación General de Producción y Productividad) 2012. *Logros y perspectivas del desarrollo forestal en México 2007-2012*. CONAFOR-SEMARNAT, México.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/22/4133Logros%20y%20perspectivas%20del%20desarrollo%20forestal%20en%20M%C3%A9xico.pdf> Consultado el 11 de enero de 2018
- CONAFOR, 2015. *Base de datos de los sitios receptores de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México, 2003- 2015*. CONAFOR, México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) 2004. Degradación del suelo (shp).
https://www.google.com.mx/search?q=CONABIO&rlz=1C1TSNS_enMX502MX502&oq=CONABIO+&aqs=chrome..69i57j0j69i60l4.4665j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Consultado el 20 de Octubre de 2017.
- CONABIO 2011. Cobertura del suelo (shp).
https://www.google.com.mx/search?q=CONABIO&rlz=1C1TSNS_enMX502MX502&oq=CONABIO+&aqs=chrome..69i57j0j69i60l4.4665j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Consultado el 5 de Octubre de 2017.
- Condes, V. 2002. *Fuerza y el movimiento de un pueblo en la montaña: identidad y ritual en San Miguel Ajusco*. Tesis de licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Constanza, R. 1991. *Ecological Economics: the science and management of sustainability*. Columbia University Press. New York, EUA.
- Constanza, R., d Arge, R., De Groot ,R., Farber S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and Vanden Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Constanza, R., B. Fisher, K. Mulder, S. Lui& T. Christopher. 2007. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological Economics* 61 (2007): 478–491.
- Cordero, D. 2008. Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación de cuencas hidrográficas en el Ecuador. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17(1): 54-66.

- Cortina S., S. y A. Saldaña E. 2014. Retos de la evaluación del programa de PSA institucional de la Comisión Nacional Forestal. En: Perevochtchikova, M. (Coord). *Pago por servicios ambientales en México: Un acercamiento para su estudio*. El Colegio de México A. C. 133-153p.
- Cruz-Flores, G., & Etchevers-Barra, J. D. 2011. Contenidos de carbono orgánico de suelos someros en pinares y abetales de áreas protegidas de México. *Agrociencia*, 45(8): 849-862.
- Cruz, F., & Rivera, S. 2003. Valoración económica del recurso hídrico para determinar el pago por servicios ambientales en la cuenca del río Calan, Siguatepeque, Honduras. En *Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú*.
- Daily, C.G. 1997. *Nature's Services: Social Dependence on Ecosystem Services*. Island Press, Washington, USA.
- Dale V. H., S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators* 1: 3–10.
- Daniels, A. E., K. Bagstad, V. Esposito, A. Moulart & C. M. Rodríguez. 2010. Understanding the impacts of Costa Rica's PES: Are we asking the right questions? *Ecological Economics* 69: 2116–2126.
- Dauphiné A., 1979. Le concept d'environnement. *Analyse Spatiale* : 25-34.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A. and R.M.J. Boumans, 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393–408.
- De Groot, R. B., & Hermans, L. M. 2009. Broadening the picture: negotiating payment schemes for water-related environmental services in the Netherlands. *Ecological Economics*, 68 (11): 2760-2767.
- Del Castillo, C. 2008. *Escenarios económicos para el manejo de la oferta del servicio ecosistémico de provisión y regulación del recurso hídrico para consumo humano en la subcuenca alta superior del río Pasto, Colombia*. Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental CATIE. 126p.
- Delgado G., H. y A. L. Martín del Pozzo. 1993. Pliocene to Holocene volcanic geology at the junction of Las Cruces, Chichinautzin and Ajusco ranges, southwest of Mexico City. *Geofísica International* 32 (3): 511-522.
- Demeritt, D. 2002. What is the 'social construction of nature'? A typology and sympathetic critique. *Progress in Human Geography* 26 (6): 767- 790.
- Derissen, S. & U. Latacz- Lohmann. 2013. What are the PES? A review of definitions and an extension. *Ecosystems services*: 1- 4.
- Deutsch, W. G., Ruiz-Córdova, S. S., & Duncan, B. L. (eds.). 2010. *Community-Based Water Monitoring: A Practical Model for Global Watershed Stewardship*. Auburn, USA: Global Water Watch Program, Auburn University.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2003. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo que establece las reglas de operación para el otorgamiento de Pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Viernes 3 de octubre de 2003. p. 6–23.
- DOF 2016.. REGLAS de Operación del Programa Nacional Forestal 2017. Miércoles 28 de Diciembre de 2016
- Díaz, C. 1998. El ciclo de las políticas públicas locales. Notas para su abordaje y reconstrucción. *Políticas Públicas y desarrollo local, Rosario, FLACSO-Fundación Instituto de Desarrollo Regional*. 32p.
- Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E., & Smith, H. L. 1999. Subjective well-being: Three decades of progress. *Psychological bulletin*, 125(2): 276-204-
- Díez, J. L. 1977. *Los Comuneros de Castilla*. Editorial Mañana. Madrid, España.
- Dirección General de Construcciones y Operaciones Hidráulicas (DGCOH) 2000. *Estudio de la actualización de la base de datos de manantiales ubicados en las zonas poniente y sur poniente*

- a cargo de la DGCOH en el Distrito Federal. Ingenieros Civiles Hidráulicos SA de CV. Contrato 0-07-CO-04- 1-0123
- Dolinar N., M. Rudolf, N. Šraj & A. Gaberščik. 2010. Environmental changes affect ecosystem services of the intermittent Lake Cerknica. *Ecological Complexity* 7 (2010) 403–409.
- Dominatti, E., M. Patterson & A. Mackay. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* 69: 1858–1868.
- Domínguez P., A. 2007. *Efecto del cambio climático en la distribución del conejo endémico de México Romerolagus diazi (Lagomorpha: Leporidae)*. Tesis de la Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 76p.
- Dupras, J. & M. Alam. 2014. Urban Sprawl and Ecosystem Services: A Half Century Perspective in the Montreal Area (Quebec, Canada). *Journal of Environmental Policy & Planning*: 180-200.
- Dupras, J., Alam, M., & Revéret, J. P. 2014. Economic value of Greater Montreal's non-market ecosystem services in a land use management and planning perspective. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*: 1-14.
- Durand- Dastès, F. 1988. Environnement. Dans : Merlin P., Choay F. (dir.), *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. 1.ère édition. Paris, PUF, 723 págs.
- Echechuri, H., R. Ferraro y G. Bengoa. 2002. *Evaluación de Impacto Ambiental. Entre el saber y la práctica*. Centro de Investigaciones ambientales, Colección Ecología. Espacio Editorial. Buenos Aires, Argentina.
- Edmunds W. M., Carrillo-Rivera J.J., Cardona A. 2002. Geochemical evolution of groundwater beneath Mexico City. *Journal of Hydrology*, 258:1–24
- Ehrlich, P., A. Ehrlich & J. Holdren. 1977. *Ecoscience: Population, Resources, Environment*. WH Freeman. San Francisco, USA.
- Ehrlich, P. R. & Ehrlich, A. H. 1981. *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. Random House.
- Ehrlich, P. R., & H. A. Mooney. 1981. Extinction, substitution, and the ecosystem services. *BioScience* 33: 248–254.
- Eichner T. & J. Tschirhart. 2007. Efficient ecosystem services and naturalness in an ecological/economic model. *Environment Resource Economics* 37: 733–755.
- Elizondo, A. 2006. *El mercado de la madera en México*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. www.inecc.gob.mx/dgipea/descargas/maderas_02_elizondo_study.pdf
Consultado el 12 de marzo de 2016.
- Encalada, G. R. 2006. *Pago por Servicios Ambientales (PSA) del Recurso Hídrico como una Alternativa de Conservación*. Tesis de Maestría. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales–FLACSO, Quito–Ecuador. 59p.
- Engel, S., T. Wünscher & S. Wunder. s/f. Increasing the efficiency of forest conservation: the case of payments for environmental services in Costa Rica. En: Espitia, D. y A. Cardoso. 2009 o 2010? *Análisis de oferta y demanda de bienes y servicios ambientales de la Sierra Nevada de Santa Martha (Cuenca de ríos Guatapurí, Tapias y Manzanares)*. 13p.
- Escalera Reyes, J. & Ruiz Ballesteros, E. 2011. Resiliencia Socio-ecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social* 20: 109-135.
- Escolero, O, Martínez, S., Kralisch, S. y Perevcohtchikova, M. 2009. *Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático. Informe Final*. México. Instituto de Geología, UNAM; Colegio de México.
- EEA (European Environment Agency). 2003. *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*. EEA internal working paper. 20p.
- EEA. 2005. *EEA core set of indicators, Guide*. EEA Technical Report No. 1/2005.
- Ezzine de Blas, D., J. F. LeCoq & A. Guevara S. 2017. *Los pagos por servicios ambientales en América Latina. Gobernanza, impactos y perspectivas*. Universidad Iberoamericana.
- Fall, J. J. 2017. Module 2: Valuation of Ecosystem Services. Course on line *Ecosystem Services: a Method for Sustainable Development*. Université de Genève.

- Fazio, H. 2011. Clase 1 El Impacto Ambiental como problema interdisciplinario. En: VII *Curso Internacional de Posgrado "Evaluación de Impacto Ambiental del Programa Ambiente, Economía y Sociedad FLACSO Latinoamérica*. Programa de Ambiente, Economía y Sociedad, modalidad a distancia. Argentina. 20p.
- Feinstein, O. 2007. Evaluación Pragmática de Políticas Públicas. *Evaluación de Políticas Públicas. Boletín Económico ICE* Mayo-Junio (836): 19-31.
- Ferraro, P., & S. Pattanayak. 2006. Money for nothing? A call for empirical evaluation of biodiversity conservation investments. *PLoS Biology* 4: 105.
- Flores O., D. L. 2010. *Una perspectiva constitucional del desarrollo sustentable y la deforestación: el caso del Ajusco*. Tesis de licenciatura, Facultad de Derecho, UNAM. 315p.
- Fisher, B., Turner, R.K., 2008. Ecosystem services: classification for valuation. *Biological Conservation* 141, 1167–1169.
- Fischer, B., K. Turner & P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643–653.
- Fisher, B., Kulindwa, K., Mwanjoka, I., Turner, R. K., & Burgess, N. D. 2010. Common pool resource management and PES: lessons and constraints for water PES in Tanzania. *Ecological Economics*, 69 (6): 1253-1261.
- Fregoso, A. 2006. La oferta y el pago de los servicios ambientales hídricos: una comparación de diversos estudios. *Gaceta Ecológica* No. 078: 29-46.
- Galochett, M. 2009. El medio ambiente en el pensamiento geográfico francés: fundamentos epistemológicos y posiciones científicas. *Cuadernos Geográficos*, 44: 7-28.
- Gao, J. 2010. *Comparative study of SEA experiences between EU and China: the use of indicators. Proceedings of EASY- ECO*. Conference on Sustainable Development Evaluation in Europe, Brussels, Belgium. 13p.
- García-Aguirre, M. C., Ortiz, M. A., Zamorano, J. J., & Reyes, Y. 2007. Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management*, 239(1): 1-12.
- García, E. 1966. *Los climas del Valle de México según el sistema de clasificación de Koeppen modificado por la autora*. In: Simposio sobre el Valle y la ciudad de México. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana. México, D.F. Tomo IV. pp. 27-48.
- García-Romero, A. 1998. *Análisis integrado de paisajes en el occidente de la cuenca de México. La vertiente oriental de la Sierra de Las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- García Romero, A., & Muñoz Jiménez, J. 2002. *El paisaje en el ámbito de la geografía III*. 2 (No. 917.2 T4/III. 2).
- García Romero, A., Robles, M., Ivette, K., & Galicia Sarmiento, L. 2005. Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México. *Investigaciones geográficas*, (56): 77-100.
- Gibson, R. B; S. Hassan, S. Holtz, J. Tansey and G. Whitelaw, 2005. *UK Sustainability Assessment. Criteria, process and applications*. Earthscan Publishing. 254p.
- GDF. 2000. *Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF. Versión abreviada para difusión*. CORENA y SMA-GDF. DF, México. 68p.
- GDF, 2000a. *Programa Integrado Territorial Para El Desarrollo Social 2001-2003. Unidad Territorial: 12-117-1 Santo Tomas Ajusco*. Delegación Tlalpan y Coordinación de Planeación del Desarrollo Territorial, Jefatura De Gobierno del Distrito Federal. 2p. SIDESODF [http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan\[1\].pdf](http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan[1].pdf) Consultado el 9 de octubre de 2014 http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/ut/TLP_12-117-1_C.pdf
- GDF, 2000b. *Programa Integrado Territorial Para El Desarrollo Social 2001-2003. Unidad Territorial: 12-112-1 San Miguel Ajusco*. Delegación Tlalpan y Coordinación de

- Planeación del Desarrollo Territorial, Jefatura De Gobierno del Distrito Federal. 2p. SIDESODF [http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan\[1\].pdf](http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/progdelegacionales/tlalpan[1].pdf) Consultado el 9 de octubre de 2014 http://www.sideso.df.gob.mx/documentos/ut/TLP_12-112-1_C.pdf
- GDF. 2001. *Manual Técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal*. Tomo I. Banco Interamericano de Desarrollo y SMA, DF. DF, México. 239p.
- GDF. 2007. *Plan delegacional de desarrollo rural sustentable*, Delegación Tlalpan, 2007.
- Golley, F. B. 1993. *A history of the Ecosystem in Ecology*. Yale University Press. New Haven, USA.
- Gomezcaña A., I. M. 2013. *Propuesta para un plan de manejo y una estrategia para la conservación del zacatuche (romerolagus diazi) en el parque estatal "cerro el faro", Tlalmanalco, Estado de México*. Tesis de Maestría en Biología, UAM- Iztapalapa. 136p.
- Gómez R.C., S.J. Soto, R.M. Ramírez Gama. 1991. Estudio preliminar del efecto de asentamientos urbanos en las características de suelos forestales de la serranía del Ajusco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 7 (1): 129-130.
- González, M., Aldrete, A., Gómez, A., de los Santos, H., Benavides, J., Vargas, J.J., Valdez, J.R., Hernández, P. y Fernández, S. 2004. *Evaluación del programa de pago de servicios ambientales hidrológicos (PSAH). Reporte final, ejercicio fiscal 2004*. CONAFOR y colegio de Postgraduados, México.
- González Martínez, T. M. 2008. *Modelación hidrológica como base para el pago por servicios ambientales en la microcuenca del río Magdalena, Distrito Federal*. Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro. 137p.
- González, A.; B. Jiménez; R. Gutiérrez; B. Marañón; F. Paredes y Fabiola Sosa. 2010. *Evaluación externa del diseño e implementación de la política de acceso al agua potable del Gobierno del Distrito Federal*. Coordinación de Humanidades, PUEC, UNAM; EvalúaDF, GDF. México. 289p.
- Graf, F. H. & P. Bauche 2010. *El pago por servicios ambientales como instrumento de conservación de cuencas*. CONAFOR.
- Granados Sánchez, D., López Ríos, G. F., Hernández García, M. A., & Sánchez González, A. 2004. Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 10 (2): 111- 117.
- Grant, Gary. 2012. *Ecosystem services come to town. Greening cities by working with nature*. Wiley-Blackwell London, UK. 220p.
- Gross-Camp N., Martin A., McGuire S., Kebede B. & Munyarukaza J., 2012. Payments for ecosystem services in an African protected area: exploring issues of legitimacy, fairness, equity and effectiveness. *Fauna & Flora International, Oryx* 46(1): 24–33.
- Gudynas, E. 1999. Concepciones de la naturaleza y desarrollo en América Latina. *Persona y Sociedad* 13 (1): 101-125.
- Guevara S., A., 2005. Política ambiental en México: génesis, desarrollo y perspectivas. *Boletín Económico ICE México* Marzo-Abril (821): 163- 175.
- Gutiérrez, C. J. G., González, E. C. E., & Aguilera, G. L. I. 2005. *Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas*. Disponible en: revistas. um. es/agroecologia/article/download/117131/110801,(20-07-2014). Consultado el 23 de Noviembre de 2017.
- Gutiérrez, R., R. 2011. *Notas del curso Derecho Ambiental: de lo local a lo global*. PUMA, UNAM, México
- Hagene, T. 2007. Diversidad cultural y democracia en la ciudad de México: el caso de un pueblo originario. *Anales de Antropología* 41 (1): 173- 203.

- Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E. 1995. *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. World Resources Institute. 58p.
- Hanspach, J., Hartel, T., Milcu, A., Mikulcak, F., Dorresteijn, I., Kovács-Hostyánszki, A., & Báldi, A. 2014. A holistic approach to studying social-ecological systems and its application to southern Transylvania. *Ecology and Society* 19(4): 32.
- Harvey, D. 2010. *El enigma del capital y las crisis del capitalismo*. Ediciones Akal. Madrid, España. 239p.
- Heal, G. 2010. Valuing Ecosystem Services. *Ecosystems* (2000) 3: 24–30.
- Heink, U. & I. Kowarik, 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators* 10: 584–593.
- Hernández, J. 2006. *Propuesta de un plan de protección participativa para un sitio arqueológico Tequipa- Tecpa, Ajusco*. Tesis de Licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Hernández, M. L. O., Salinas, E. S., Godínez, M. L. C., & Aguilar, M. R. (Eds.). 2015. *Los indicadores ambientales como herramienta para la sustentabilidad: estudio de caso en Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Herrera, A. 27 de abril de 2017. *CONAFOR y delegación Tlalpan impulsan la conservación de bosques*. Mi Ambiente. <http://www.miambiente.com.mx/sustentabilidad1/conafor-y-delegacion-tlalpan-impulsan-la-conservacion-de-bosques/> Consultado el 9 de enero de 2018.
- Heywood, V. (ed.) 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hinkel, J., Cox, M. E., Schlüter, M., Binder, C. R., & Falk, T. 2014. A diagnostic procedure for applying the social-ecological systems framework in diverse cases. *Ecology and Society*, 20 (1), 32.
- Hökby S. & T. Söderqvist. 2003. Elasticities of Demand and Willingness to Pay for Environmental Services in Sweden. *Environmental and Resource Economics* 26: 361–383.
- Holdren, J. & P. Ehrlich. 1974. Human population and global environment. *American Scientist* 62: 282-292.
- Holling, C. S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems* 4: 390-405.
- Hong, B., Limburg, K. E., Erickson, J. D., Gowdy, J. M., Nowosielski, A. A., Polimeni, J. M., & Stainbrook, K. M., 2009. Connecting the ecological-economic dots in human-dominated watersheds: Models to link socio-economic activities on the landscape to stream ecosystem health. *Landscape and Urban Planning*, 91(2): 78-87.
- Huberman, D. 2008. *A Gateway to PES: Using Payments for Ecosystem Services for Livelihoods and Landscapes. Markets and Incentives for Livelihoods and Landscapes*. Series No. 1, Forest Conservation Programme, International Union for the Conservation of Nature (IUCN), Gland.
- Ímaz G., M., R. Camacho L. y E. Ruíz G. 2011. Política en la Ciudad de México. Suelo de Conservación: una ruta ambientalmente incorrecta. En: Pérez C., E., M. Perevochtchikova y S. Ávila F. (coord.). 2011. *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* Serie de Estudios Urbanos. Instituto Politécnico Nacional, Miguel Ángel Porrúa. DF, México. pp. 39-52.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature), 2015. The red list of Threatened Species. Últimos reportes sobre las especies del Ajusco. <http://www.iucnredlist.org/> Consultado 5-21 de Octubre 2016.
- INE. 2005. *Definición de indicadores de impacto al recurso hídrico en zonas receptoras de pago por servicios ambientales hidrológicos 2003/2004*. Informe final. México: Instituto de Geografía, UNAM.

- INE (Instituto Nacional de Ecología) - SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) 1997. Avances en el desarrollo de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental en México, disponible en: www.ine.gob.mx/indicadores/espanol/portada.htm Consulta: 20 de marzo de 2010.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1990. *Censo General de Población y Vivienda 1990*.
- INEGI. 2000. *Censo General de Población y Vivienda 2000*.
- INEGI, 2009. Censos económicos 2009. *Censos Económicos 2009*.
- INEGI. 2010. *Censo General de Población y Vivienda 2010*.
- INEGI, 2013. *Anuario Estadístico del Distrito Federal 2012*. México. 498p.
- INEGI. 2014. Monografías, Distrito Federal. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/clima.aspx?tema=me&e=09> Consultado 19 de noviembre de 2014.
- INEGI/ SEDESOL. 2013. Catálogo de Localidades, Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=090120026> Consultado 15 de agosto de 2014 y 20 octubre 2014.
- INFyS (Inventario Nacional Forestal y de Suelos)/ CONAFOR, 2017. <http://187.218.230.4/OpenData/Inventario/> Consultado el 8- 20 de marzo de 2017.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Por: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.) Cambridge University Press, 582 pp.
- ITAM (Instituto Tecnológico Autónomo de México) 2012. *Evaluación específica de los Programas de Desarrollo Forestal*. Informe final de resultados. CONAFOR. Musik G. A. (Coord.).
- ISA (International Society of Arboriculture), 1999. Manual de Arboricultura: guía de estudio para la certificación del arborista.. Chacalo H., A. (editora de la versión en español). ISA-UAM Azcapotzalco México.
- Jiménez C., D. 2011. *Restauración del Servicios Ambiental Hidrológico en una pradera de alta montaña en el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, DF México*. Tesis de Biología de FES Zaragoza, UNAM. 69p.
- Jujnovsky, J., González-Martínez, T. M., Cantoral- Uriza, E. A., & Almeida-Leñero, L. 2012. Assessment of water supply as an ecosystem service in a rural-urban watershed in southwestern Mexico City. *Environmental management*, 49 (3): 690-702.
- Karjala M. K., E. E. Sherry and S. M. Dewhurst. 2004. Criteria and indicators for sustainable forest planning: a framework for recording Aboriginal resource and social values. *Forest Policy and Economics* 6: 95–110.
- Karr, J.R., 1991. *Biological integrity: a long neglected aspect of water resource management. Ecological Applications* 1: 66–84.
- Kneeshaw, D., C. Messier, A. Leduc, P. Drapeau, R. Carignan, D. Paré, J. P. Ricard, S. Gauthier, R. Doucet and D. Greene. 2000. *Towards Ecological Forestry: A proposal for Indicators of SFM Inspired by Natural Disturbances*. Sustainable forest management network. Canada. 58p.
- Kneeshaw, D., L. Bourgeois; N. Bélanger; S. Brais; Imbeau et S. Yamasaki. 2003. *Évaluation des liens entre RNI (Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État) et les critères de l'aménagement durable des forêts*. Chaire en aménagement forestier durable, CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada)- UQAT (Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue)- UQAM (Université du Québec à Montréal) and GREFI. Montreal, Canada. 101p.
- Kinzig, 2009 A. P. VI Ecosystems Services. In: Levin, S. A. (ed). 2009. *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton University Press. EUA 573-578.

- Kosoy, N., Martinez-Tuna, M., Muradian, R., & Martinez-Alier, J. 2007. Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological economics*, 61(2): 446-455.
- Kosoy, N., Corbera, E. and Brown, K. 2008. Participation in payments for ecosystem services: Case studies from the Lacandon rainforest, Mexico. *Geoforum* 39: 2073–2083.
- Kotwal P.C., M.D. Omprakash, S. Gairola and D. Dugaya. 2008. Ecological indicators: Imperative to sustainable forest management. *Ecological indicators* 8: 104–107.
- Lahera P. E., 2002. *Introducción a las políticas públicas*. Breviarios Fondo de Cultura Económica. Santiago, Chile. 310p.
- Land, K. C. 1983. Social Indicators. *Annual Review of Sociology* Vol. 9: 1-26.
- Landell-Mills, N. and I. Porras. 2002. *Silver Bullet or Fools' Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and Their Impact on the Poor*, London: IIED.
- Landiñez L.,R. 2011. Indicadores sobre medio ambiente: avances para una propuesta relacional con indicadores de pobreza. *Pre-til, investigar para hacer ciudad* 9 (25): 39-54.
- Lattera, P., P. Barral, A. Carmona, L. Nahuelhual. 2015. *ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial*. <http://eco-ser.com.ar/>
- Latour, Bruno. 1993. *Nunca hemos sido modernos. Ensayo de antropología moderna*. España.
- Layke, C., Mapendembe, A., Brown, C., Walpole, M., & Winn, J. 2012. Indicators from the global and sub-global Millennium Ecosystem Assessments: An analysis and next steps. *Ecological Indicators*, 17, 77-87.
- Leff, E (coord.). 2006. *Manifiesto por la Vida. Por una Ética para la Sustentabilidad*. Red de Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México. 22p.
- Lemos E., J.A. & R. E. Ballinger. 1996. Herbivory in the lizard *Sceloporus mucronatus mucronatus* (sauria: phrynosomatidae) in sierra del Ajusco, Distrito Federal, México. *Ciencia forestal en México* Vol. 21 No. 79 jul: 183-191.
- López B., J. y Rodríguez, M.L. 2009. *Desarrollo de Indicadores Ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, UNAM. DF, México.
- López- García, J. 2009. Metodología Para La Evaluación De La Degradación Forestal Con Fotografías Aéreas Digitales De Alta Resolución. En: *Memorias del XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, Agua y Desarrollo Sustentable*. Calatayud, España. 4p.
- López-Morales, C. 2012. Valoración de servicios hidrológicos por costo de reemplazo: Análisis de escenarios para el Bosque de Agua. Documento de trabajo de la Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología. México. Disponible en < http://ine.gob.mx/descargas/dgioece/doc_bosque_de_agua.pdf. Consultado el 29 de Diciembre de 2016.
- López P., C. R. 2009. Experiencia del INEGI en la elaboración de Indicadores Ambientales y de Desarrollo Sustentable. In: López B., J. y Rodríguez, M.L. 2009. *Desarrollo de Indicadores Ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, UNAM. DF, México. pp. 27-55.
- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. 2001. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. *Revista Leisa de Agroecología*, 16: 25-27.
- Loreau, M. 2009. Développement Durable: Quelques Points Litigieux. *Les Ateliers De L'éthique*, Printemps/Spring Vol. 4 (1): 36-45.
- Lieu, J., T. Dietz, S. Carpenter, M. Alberti, C. Folke, E. Moran, A. N. Pell, P. Deadman, P. Kratz, J. Lubchenco, E. Ostrom, Z. Ouyang, W. Provencher, C. L. Redman, S. H. Schneider & W. W. Taylor. 2007. Complexity of couple human and nature systems. *Science* 317: 1513-1516.
- Madrid R., L. 2011. Los pagos por servicios ambientales hidrológicos: Más allá de la conservación pasiva de los Bosques. *Investigación ambiental* 3 (2): 52-58,
- Mancebo, F. 2010. *Le développement durable*. 2da edición. Francia. 310p.

- Mancilla, M. (coord.). 2004. *Memoria viva de ocho pueblos de Tlalpan*. Programa de apoyo de los pueblos originarios, GDF. Editorial Praxis. México. 281p.
- Manson, R. H. y J. J. Carrillo. 2007. *Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del impacto del PSAH. Informe Final*. Instituto de Ecología A. C. México. 94p.
- Maintenga, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. En: Instituto de Estadística de Andalucía. 2000. *Estadística y Medio Ambiente*. Sevilla. Pp: 75-87.
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E. y C. Montes, 2009. Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Ciudades*, 3: 229-258.
- Martín-López, B. & C. Montes. 2010. Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. En: UNESCO. *Guía científica de Urdaibai*. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco.
- Martínez Alíer J. & J. Roca. 2013. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Colección Economía. Fondo de Cultura Económica. México. 639p.
- Martínez, M. y N. Kosoy. 2007. Compensaciones monetarias y conservación de bosques Pagos por servicios ambientales y pobreza en una comunidad rural en Honduras. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 6: 40-51.
- Martínez S, Escolero O, Perevochtchikova M. 2015. A comprehensive approach for the assessment of shared aquifers: the case of Mexico City. *Sustainable Water Resources Management*, 1(2): 111-123.
- Martínez-Tuna, M. 2008. *¿Mercados de Servicios Ambientales? Análisis de tres experiencias centroamericanas de Pago por Servicios Ambientales*. Tesis Doctoral en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 229p.
- Martínez Tuna, M., Padilla, E., & Martínez Alíer, J. 2008. *¿ Mercados de servicios ambientales?*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Mazari-Hiriart, M., Ponce-de-León, S., López-Vidal, Y., Islas-Macías, P., Amieva-Fernández, R. I., & Quiñones-Falconi, F. 2008. Microbiological implications of periurban agriculture and water reuse in Mexico City. *PLoS One*, 3(5): 2305- . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002305>- Consultado el 29 de enero de 2015.
- McElwee P.D., 2012. Payments for environmental services as neoliberal market-based forest conservation in Vietnam: Panacea or problem? *Geoforum* 43 (2012): 412–426.
- McGinnis, M. D., & Ostrom, E. 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2), 30.
- Melo Z., M. L. 2007. *Medio ambiente, naturaleza y servicios ambientales: divergencias y convergencias en la percepción de los actores involucrados en el programa de Pago por Servicios Ambientales*. Tesis de Maestría en Estudios Urbanos, CEDUA/ COLMEX. 136p.
- Mena B., Tania (coord.). Sin fecha. *Santo Tomás Ajusco Tlalpan*. Pueblos Originarios de Tlalpan no. 9. CONACULTA, Delegación Tlalpan, Voces de Cultura. 40p. https://issuu.com/dianaluzreyes/docs/4-santo_tomas_ajusco-tlalpan Consultado 14 de julio de 2015
- Mena B., Tania (coord.). Sin fecha a. *San Miguel Ajusco Tlalpan*. Pueblos Originarios de Tlalpan no. 9. CONACULTA, Delegación Tlalpan, Voces de Cultura. 40p. https://issuu.com/dianaluzreyes/docs/3-san_miguel_ajusco-tlalpan Consultado 14 de julio de 2015.
- Meral, F. 2005. Les services environnementaux en économie: revue de la littérature. Proyecto SERENA. Disponible en: <http://www.serena-anr.org/> Consultado en 2 septiembre de 2015.
- Merino L., 2005. El desarrollo institucional de esquemas de pago por servicios ambientales. *Gaceta ecológica* Vol. 74: 29-42.
- MESMIS, 2015. *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales*. <http://www.mesmis.unam.mx:8080/MESMIS2/> Consultado el 1 de agosto de 2015.

- Messier, C., K. J. Puettmann & K. D. Coates. 2014. *Managing forests as complex adaptive systems. Building resilience to the challenge of global change*. The Earth Scan Forest Library, Earth Scan and Routledge. Estados Unidos. 353p.
- The Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Multivolume Set*. Washington, DC: Island Press. Also available on line at <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>.
- MMAE (Ministerio de Medio Ambiente Español). 1996. *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. Serie Monográficas. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. 146p.
- MMAE. 2013. *Perfil Ambiental de España 2013. Informe basado en indicadores*. España. Gobierno de España. MMAE. 403p.
- Miller, D. C. & N. J. Salkind. 2002. *Handbook of research and social measurement*. 6th edition, Sage Publications Inc. USA. 787p.
- Mingtch, Chang. 2006. *Forest hydrology. An introduction to water and forest*. 2nd Edition. CRC Taylor & Francis. EUA. 473p.
- Miranda, M., Porras, I. T., & Moreno, M. L., 2003. *The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica: a quantitative field survey and analysis of the Virilla watershed* (No. 1). 75p.
- Molnar J.L. and Kubiszewski I., 2012. Managing natural wealth: Research and implementation of ecosystem services in the United States and Canada. *Ecosystem Services* 2 (2012): 45–55.
- Mondragón J., M. A. 2006. *Repercusión socioambiental de los asentamientos humanos irregulares en el Suelo de Conservación en la zona del Ajusco, Tlalpan D. F. La visión desde el trabajo social*. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Trabajo Social, UNAM. 114p.
- Monroy O.; y Velázquez, A. 2002. Distribución regional y abundancia del linco (*Linx rufus* escuinape) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas: un enfoque espacial. *Ciencia Ergo Sum* 9 (3): 293- 300.
- Mora, Teresa *et al.* 2004 *La etnografía de los grupos originarios y los inmigrantes indígenas de la ciudad de México. Ciudad, pueblos indígenas y etnicidad*, En: P. Yanes, Virginia Molina y Oscar González (comp.) Universidad de la Ciudad de México y el Gobierno del Distrito Federal, México: 225-248.
- Mora V., R.; F. Sáenz S. y J. F. LeCoq. 2012. Servicios ambientales y ecosistémicos: conceptos y aplicaciones en Costa Rica. *Puentes*, 13 (2): Consultado 10 de diciembre de 2013 <http://ictsd.org/i/news/puentes/132486/#respond>
- Mooney, H. A., & P. R. Ehrlich. 1997. Ecosystem services: A fragmentary history. In G. Daily, G. (ed). *Nature's Services*. Washington, DC: Island Press, 11–19.
- Mulongoy, K. J. & Cung, A. 2009. Évaluation des Écosystèmes en début de Millénaire: conclusions et retombées. *Les Ateliers De L'éthique*, Printemps/Spring Vol. 4 (1): 46-51.
- Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres & J. Braña. 2005. *Paying for the Hydrological Services of Mexico's Forests: analysis, negotiations and results*. Instituto Nacional de Ecología, UIbero y CIDE. México. 36p.
- Muñoz-Piña C., A. Guevara, J. M. Torres-Rojo and J. Braña. 2008. Paying for hydrological services of Mexico's forest: Analysis, negotiations and results. *Ecological Economics* 65(4): 725-736.
- Myers M., E. 2009. *REDD in Design: Assessment of Planned First-Generation Activities in Indonesia*. Resources for the Future. US. 16p.
- National Research Council (NCR). 2005. *Valuing Ecosystem Services*. Toward Better Environmental Decision-Making. USA, The National Academies Press.
- Negrete F., G. J. y D. Reygadas P. 2009. Indicadores de desempeño para el ordenamiento ecológico territorial (OET).a nivel local: experiencia en la construcción de indicadores para dos municipios del país. En: López B., J. y Rodríguez, M.L. 2009. *Desarrollo de Indicadores Ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, UNAM. DF, México. pp. 57-81.

- Neitzel, K. C. 2013. *Payments for environmental services - reducing emissions from deforestation and degradation (PES-REDD) in Mexico: a strategy to guarantee the permanence of forest carbon stocks?* Tesis en Doctorado, Posgrado en Economía, UNAM. 402P.
- Nioche, J. P. 1982. De la Evaluación al análisis de las políticas públicas. *Revue Française de Science Politique*, 33 (1): 32-61.
- Ochoa Tamayo, M. 2009. *Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México: implementación y funcionamiento*, Magister Thesis, urban-environmentalarea, El Colegio de México, México.
- Odum, E. P. 1953. *Fundamentals of Ecology*. Sauders Editors. Philadelphia, USA.
- O' Farrell P.J., J.S. Donaldson & M.T Hoffman. 2009. Local benefits of retaining natural vegetation for soil retention and hydrological services. *South African Journal of Botany* 75 : 573–583
- Ojeda, M. I., Mayer, A. S., & Solomon, B. D., 2008. Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, 65(1): 155-166.
- Oliver, I., A. Ede, W. Hawes & A. Grieve. 2005. The NSW Environmental Services Scheme: Results for the biodiversity benefits index, lessons learned, and the way forward. *Ecological Management & Restoration* 6 (3): 197- 205.
- Olmos-Martínez, E., Beltrán-Morales, L. F., Breceda-Solís, A., Ortega-Rubio, A., & Salas, S. 2008. Riqueza ecológica y pobreza económica en un área natural protegida en Baja California Sur. *Región y sociedad* 20(42): 133-161.
- OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development). 1993. *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment. OECD, Paris, France. 35 p
- OCDE. 2003. *OECD Environmental Indicators Development, measurement and use. Reference paper* Paris, France.
- OCDE, 2008. *Sustainable Development: Linking Economy, Society, Environment*. Complete inform.
- Ortíz V., B. y Ortíz S., C. A. 1984. *Edafología*. Universidad autónoma Chapingo, México. 374p.
- Ostrom, E. 2007. *A diagnostic approach for going beyond panaceas*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104:15181-15187.
- Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of Social-Ecosystems. *Sciences* 325: 419-422.
- Pagiola, S. & G. Platais. 2002. *Pagos por Servicios Ambientales*. Environment Strategy Note No.3.
- Pagiola, S., J. Bishop, and N. Landell-Mills (eds), *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development*, London: Earthscan, pp. 261–289.
- Pagiola, S. & G. Platais. 2003. *Pagos por Servicios Ambientales*. En: *Memorias del III Congreso Latinoamerica del Manejo de Cuencas Hidrográficas*. REDLACH-FAO-INRENA.
- Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi, C. de Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, E. Ramírez M. Rosales, and J.P. Ruíz. 2004. *Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes*. Environment Department Paper No. 96, World Bank, Washington, DC.
- Pagiola, S., Arcenas, A., Platais, G., 2005. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World Development* 33 (2): 237–253.
- Paspuel Malte, V. 2009. *Valoración económica del servicio ambiental hídrico: estudio de caso del abastecimiento de agua de la ciudad de Tulcán*. Maestría en Economía con Mención en Economía Ecológica, FLACSO sede Ecuador. 78p.
- Peñuela A., L. 2013. *Caracterización del funcionamiento de los sistemas de flujo de agua subterránea en la porción Centro-Sur de la Mesa Central, México*. Doctorado en Geografía 2008-2013, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Perales-Rivas, M. A., Fregoso, T. L. E., Martínez A. C. O., Cuevas R. V., Loaiza M. A., Reyes J. J. E., Moreno G. T., Palacios V. O. y Guzmán R. J. L. 2000. *Evaluación del sistema agro pastoril del sur de Sinaloa*. GIRA. Pp. 143- 206.

- Perea-Estrada, V.M.; Pérez-Moreno, J.; Isla-de Bauer, M.L. de la; Fenn, M.E.; Trinidad-Santos, A.; Hernández-Tejeda, T. 2005. Fertilización, tipos de suelo y hongos micorrízicos y endófitos radicales asociados al eucalipto. *Terra Latinoamericana*, vol. 23 (2): 201-212.
- Perevochtchikova M. 2011. El programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México. En: Pérez Campuzano E., Perevochtchikova, M. y Ávila Foucat, V.S. (coord.) *Suelo de Conservación del Distrito Federal: ¿hacia una gestión y manejo sustentable?*, IPN, M. Á. Porrúa, pp. 175-202.
- Perevochtchikova, M. & Vázquez, A. 2012. El programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, México. En: Campuzano *et. al.* (coord.) *Hacia un manejo sustentable del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. IPN, M.A. Porrúa, México, pp.85-107.
- Perevochtchikova, M. & Vázquez, A. 2012a. The federal program of Payment for Hydrological Environmental Services as an alternative instrument for Integrated Water Resources Management in Mexico City. *The Open Geography Journal* 5: 35-46.
- Perevochtchikova M. & Oggioni J., 2014. Geographical and conceptual approximation to the studies of Environmental Services: analysis at Global and Mexican scale. *Investigaciones Geográficas Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, num 85. ISSN: 0188-4611 (pre-print).
- Perevochtchikova, M., & Rojo Negrete, I. A. 2014. La percepción del Programa de Pago por Servicios Ambientales en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco (México). *Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 23: 15-30.
- Perevochtchikova M., Rojo Negrete I.A., Martínez S., Fuentes Mariles, G., 2015. Análisis hidroclimatológico para la evaluación de los efectos del programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Caso de estudio de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 11(1): 37-55.
- Perevochtchikova M. and Rojo Negrete I.A., 2015. The perception about payment schemes for ecosystem services: Study case of the San Miguel and Santo Tomas Ajusco community, Mexico. *Ecosystem Services* 14: 27-26.
- Perevochtchikova M. 2015. Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México: sus dimensiones socio-ecológicas e implicaciones territoriales. Libro de "Dimensiones Sociales en el Manejo de Cuencas", A. Burgos, G. Bocco y J. Sosa (coord.), CIGA-UNAM, pp. 59-74.
- Perevochtchikova, M., Aponte Hernández, N.O., Zamudio Santos, V. y G.E. Sandoval-Romero, 2016. Monitoreo comunitario participativo de la calidad del agua: caso Ajusco, México. *Tecnología y Ciencias del Agua VII* (6): 5-22. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. ISSN: 0187-8336.
- Perevochtchikova, M. 2016. *Estudio de los efectos del programa de pago por servicios ambientales. Experiencia en Ajusco*, México. Ed. El Colegio de México A. C., México.
- Perevochtchikova, M. 2017. *Taller de selección de variables de marco analítico SES para el proyecto Análisis socio-ecológico de las consecuencias de la implementación de programas de conservación forestal en el contexto peri-urbano y rural*.
- Perevochtchikova M. & Rojo Negrete I.A., 2018. Capítulo 3. Caso Ajusco. En: Perevochtchikova, M. (Coord.). *SES e influencia del contexto en la implementación de programas de PSA en México: caso Oaxaca y Ciudad de México* (en correcciones).
- Pérez C., E. 2011. Expansión urbana e instrumentos de gestión ambiental en Suelo de Conservación de la Ciudad de México. El caso de Focomdes. En: Pérez C., E., M. Perevochtchikova y S.Ávila F. (coord.). 2011. *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* Serie de Estudios Urbanos. Instituto Politécnico Nacional, Miguel Ángel Porrúa. DF, México. pp. 217-241.
- Pérez, G. R. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencia* 23(88): 375-387.

- Pérez M., C. 2016. *Pago por servicios ambientales: el precio de la conservación en el espacio*. Tesis de Maestría en Geografía, Posgrado en Geografía, UNAM. 150P.
- Ponce de León, C. E. 2008. Aspectos jurídicos y políticos de la conservación de páramos en el contexto regional andino. En: Serrano, E. C. C. 2008. *Memorias Panorama y perspectivas sobre la gestión ambiental de los ecosistemas del páramo*. Procuraduría General de la Nación. Imprenta Nacional de Colombia. Colombia. 34- 51p.
- Ponting, C., 1993. *A Green History of the World*. Penguin Books. London, UK.
- Porras, I., & Neves, N. 2006. Markets for Watershed Services-Country Profile. *International Institute for Environment and Development (IIED)*.
- Porras, I. T., Grieg-Gran, M., & Neves, N. 2008. All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries. *Natural Resource Issues* No. 11. International Institute for Environment and Development. London, UK.
- Porto-Gonçalves, C. W. 2004. *El desafío ambiental*. Colección Pensamiento Ambiental Latinoamericano no. 12. Red de Formación ambiental, Oficina Regional para América Latina y el Caribe- PNUMA –ONU. México.
- Postel, S. and Carpenter, S.R. 1997. Freshwater ecosystem services. In: G. Daily (editor) "Nature's services". Island Press, Washington, USA, pp. 195-214.
- PAOT (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México). 2003. *Asentamientos irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal*. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del DF. DF, México.
- PAOT, 2010. *Estudio sobre el ordenamiento, control y tratamiento integral de los Asentamientos Humanos Irregulares, ubicados en suelo de conservación del Distrito Federal*. 55p.
- PAOT, 2012. *Atlas geográfico del suelo de conservación del Distrito Federal*. PAOT, SMA-DF, GDF. DF, México. 100p.
- PGOEDF, SMA-GDF (Procuraduría General de Ordenamiento Ecológico, Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal). 2011 www.sma.df.gob.mx
- PUEC-GDF (Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad-Gobierno del Distrito Federal) 2008. *Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal*. Perló, M., González, A., Zamora, I. (Coord). Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. 98 pp.
- Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA-UNAM). 2011. *Notas del curso Derecho Ambiental: de lo local a lo global*.
- PUMA (Programa Universitario de Medio Ambiente)- UNAM, 2012. *Evaluación complementaria del ejercicio de los Programas Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos S-110 y Pago por Servicios Ambientales derivados de la Biodiversidad S-136. Ejercicio fiscal 2010*. Informe Técnico Final. México D.F.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2007. *Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies*. United Nations.
- Quintero, M., Wunder, S., & Estrada, R. D., 2009. For services rendered? Modeling hydrology and livelihoods in Andean payments for environmental services schemes. *Forest Ecology and Management*, 258(9): 1871-1880.
- Quiroga Martínez, R., 2001. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Serie Manuales CEPAL. 124p.
- Ramírez C., M. E. 2009. *Impacto del fuego sobre la erosión hídrica y el escurrimiento superficial, utilizando lluvia simulada: caso de estudio del volcán Pelado, Distrito Federal, México*. Tesis de doctorado en Hidrociencias, Colegio de Posgraduados. 106p.
- Rangel Cordero, H., Romero Malpica, F.J., de Grammont, P.C. & Cuarón, A.D. 2008. *Romerolagus diazi*. 2008: *The IUCN Red List of Threatened Species* Mexican Association for Conservation and Study of Lagomorphs (AMCELA). e.T19742A9008580. Consultado el 5 de Octubre de 2017.

- Reguant Álvarez, M., & Martínez Olmo, F. 2014. *Operacionalización de conceptos/variables*. Barcelona: Dipòsit Digital de la UB. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf> Consultado el 10 de enero de 2018.
- Reid, W. V., J. A. MaNeely, D. B. Tunstall, D. A. Bryant y M. Winograd. 1993. *Biodiversity indicators for policy-makers*. World Resources Institute. USAT.
- Reyers, B., Biggs, R., Cumming, G. S., Elmqvist, T., Hejnowicz, A. P., & Polasky, S. 2013. Getting the measure of ecosystem services: a social-ecological approach. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11 (5), 268-273.
- Riley, J., 2000. Summary of the discussion session contributions to topic 1: what should a set of guidelines with regard to indicators contain? *UNIQUAIMS Newsletter* 10, 5–6.
- Rist, S., Zimmermann, A., Wiesmann, U., 2004. From epistemic monoculture to cooperation between epistemic communities— lessons learnt from development research. Paper Presented in the ‘*Bridging the Scale and Epistemology*’ Conference in Alexandria on April 22–24.
- Rizo-Aguilar, A., Guerrero, J. A., Hidalgo- Mihart, M. G., & González-Romero, A. 2015. Relationship between the abundance of the Endangered volcano rabbit *Romerolagus diazi* and vegetation structure in the Sierra Chichinautzin mountain range, Mexico. *Oryx*, 49(2): 360-365.
- Rodríguez-Ortega, C. y A. Flores-Martínez. 2009. El Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA). In: López B., J. y Rodríguez, M.L. 2009. *Desarrollo de Indicadores Ambientales y de sustentabilidad en México*. Instituto de Geografía, UNAM. DF, México. pp. 15-26.
- Rodríguez G., A., López R., R., Ortuño P., S. y Soliño M., M. 2013. *Marco teórico para la evaluación de los servicios ecosistémicos asociados al pinar en resinación*. 6to Congreso Forestal Español. 13p.
- Rodríguez, J. M. M., & da Silva, E. V. 2009. La geoecología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, 1(1): 77- 98.
- Rodríguez R., K. J., & S., Ávila Foucat, 2013. Instrumentos económicos voluntarios para la conservación. Una mirada a su surgimiento y evolución en México. *Revista Sociedad y Economía* (25): 75-106.
- Rodríguez- Robayo, K., S. Ávila- Foucat, M. Perevochtchikova e I. Rojo. 2018. El contexto en la implementación de esquemas de PSA. La experiencia rural en San Antonio del Barrio (Oaxaca) vs la peri-urbana en San Miguel y Santo Tomás Ajusco México. En: Perevochtchikova, M. (Coord.). 2018. *SES e influencia del contexto (peri-urbano y rural) en el éxito de programas de conservación forestal*. En proceso editorial.
- Rojo Negrete, Iskra A. 2006. *Condiciones y características de las áreas verdes y su arbolado en las delegaciones Benito Juárez y Coyoacán*, D. F. Tesis de Licenciatura, Biología. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Rojo N., I. A. 2013. *Desarrollo de un sistema de indicadores ambientales para la Evaluación del Impacto Ambiental a escala local en el Distrito Federal, México*. Tesis de maestría de Geografía Ambiental, UNAM. 184p.
- Rojo N., I. A. 2014. *Geoquímica hidrológica de la zona de estudio, calidad, cantidad y distribución del recurso hídrico*. Seminario Internacional de efectos de PSA en México, Colmex.
- Romero T., M. T. 2009. Antropología y pueblos originarios de la ciudad de México: las primeras reflexiones. *Argumentos (México, DF)*, 22(59), 45-65.
- Rosa, H. & S. Kandel (coord.). 2002. *Pago por servicios ambientales y comunidades rurales: contexto, experiencias y lecciones de México*. Informe elaborado en el marco del proyecto “Pago por Servicios Ambientales en las Américas”, PRISMA, Fundación Ford, México.
- Ruiz T., A. C. 2014. *Participación y compromiso comunitario en el cuidado del ojo de los pueblos originarios de San Miguel y Santo Tomás Ajusco*. Tesis de licenciatura, Facultad de Psicología, UNAM. 124p.
- Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.

- Rzedowski J. y G. Calderón Rzedowski. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. CONABIO. México. 975p.
- Saar Van Hauwermeiren. 1999. *Manual De Economía Ecológica*, 2da edición. Santiago: Instituto de Economía Política.
- Sánchez-Azofeifa, G. A., A. Pfaff, J. A. Robalino and J. P. Boomhower. 2007. Costa Rica's Payment for Environmental Services Program: Intention, Implementation, and Impact. *Conservation Biology*: 1-8.
- Sandoval, E. y Gutiérrez, J. 2012. *Servicios Ambientales, experiencia federal en el Distrito Federal*. En: Campuzano et. al. (coord.) *Hacia un manejo sustentable del Suelo de Conservación del Distrito Federal*, IPN, M.A. Porrúa, México, pp.74-79.
- Santillán P., J. 1991. *Silvicultura de las coníferas de la Región Central*. Tesis de Maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo, Estado de México. 305 p.
- Sarjuro R., E. 2010. *Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México*. SEMARNAT- INE. México. 45p.
- Schuschny, A. R. & Soto, H., 2009. *Guía metodológica: Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. CEPAL. 102p.
- Schomaker, M., 1997. Development of environmental indicators in UNEP. In: Paper Presented at the Land Quality Indicators and their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development, January 25–26, 1996, Rome, FAO, pp. 35–36.
- Secco, L., R. Da RE, P. Gatto and D. Taku Tassa. 2011. How to Measure Governance in Forestry: Key Dimensions and Indicators from Emerging Economic Mechanisms. *Allgemeine Forst-und Jagdzeitung*, 182: 69-81.
- Secretaría de la Función Pública, 2018. *Reglas de operación. Catálogo de Programas y Acciones Federales y Estatales para el Desarrollo Social / Glosario*. <http://www.programassociales.mx/?p=340> Consultado el 9 de enero de 2018.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. *Los indicadores ambientales. Marco conceptual. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/snia/documents/marco_conceptual.html Consultado el 12 de agosto de 2010.
- SEDEMA (Secretaría de Medio Ambiente del DF). 2013. Primer informe 2013. SEDEMA y GDF. 100p. <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/noticias/primer-informe-sedema/informe-completo.pdf> consultado el 8 de Enero de 2015.
- Serrano f., M. E. 2012. Agricultura en periferias urbanas. Determinantes y posibilidades en el suelo de conservaciones del Distrito Federal. In: Pérez C., E., M. Perevochtchikova y S. Ávila F.(coord.). 2012. *¿Hacia un y manejo sustentable del suelo de conservación del Distrito Federal?* Serie de Estudios Urbanos. Instituto Politécnico Nacional, Miguel Ángel Porrúa.DF, México. pp. 189-206.
- Sherry E., R. Halseth, G. Fondahl, M. Karjala and B. Leon. 2005. Local-level criteria and indicators: an Aboriginal perspective on sustainable forest management. *Forestry* 78 (5): 513-539.
- Sheinbaum P., C. 2008. *Problemática ambiental de la Ciudad de México*. Editorial Limusa. DF, México.
- Sheinbaum P., C. 2011. La compleja problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal:apuntes para su conservación. In: Pérez C., E., M. Perevochtchikova y S. Ávila F. (coord.).2011. *Suelo de Conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión y manejo sustentable?*Serie de Estudios Urbanos. Instituto Politécnico Nacional, Miguel Ángel Porrúa. DF,México. pp. 13-38.
- Shilling, J., and Osha, J. 2002. *Making Markets Pay for Stewardship*.WWF.<http://www.newamerica.net/index.cfm?pg=article&DocID=1729> Consultado el 6 de abril de 2014.

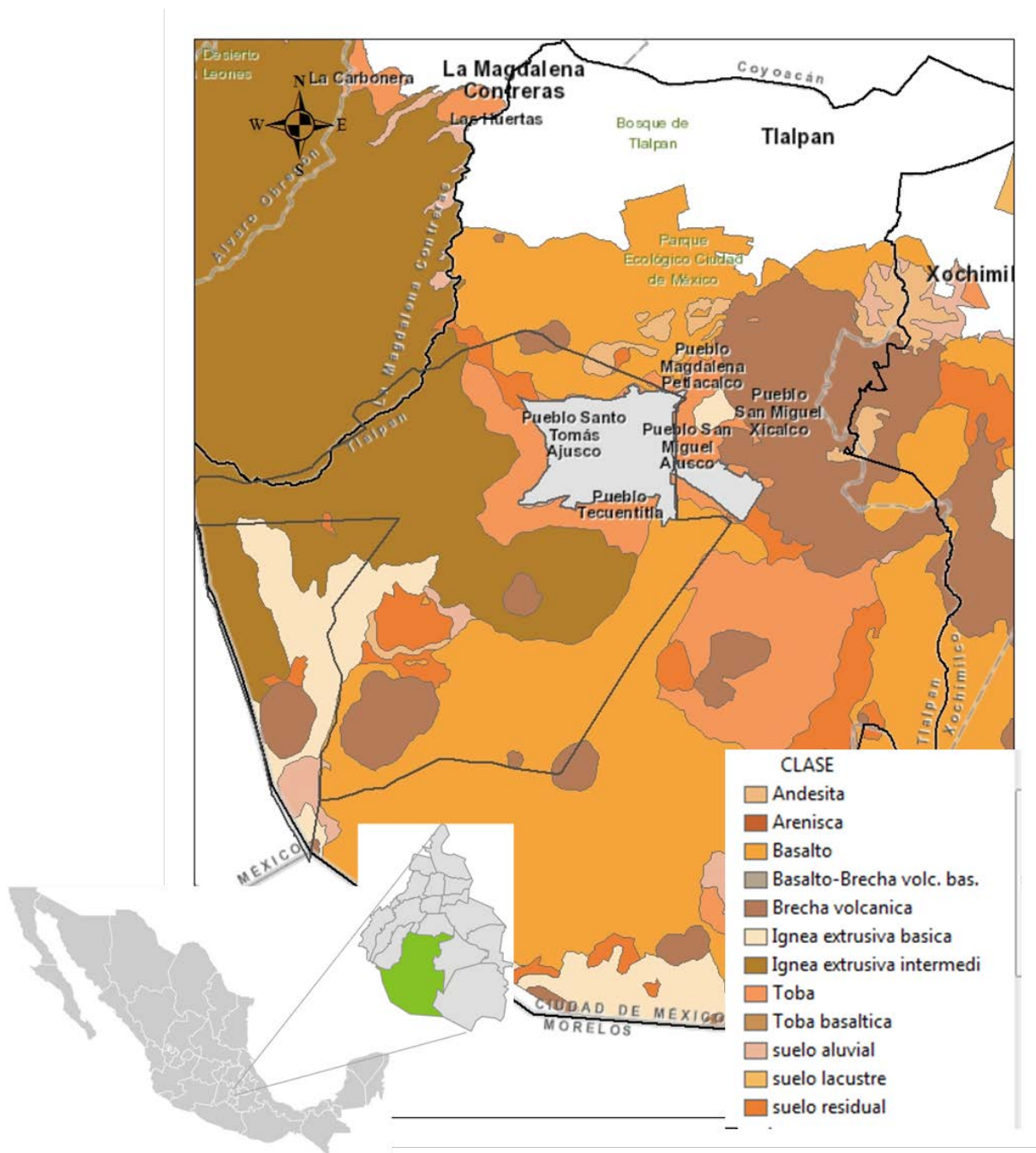
- Shipley, B. 2000. *Cause and correlation in biology. A user's guide to path analysis, structural equations and causal inference*. Cambridge University Press, UK. 319p.
- Shrubsole, Dan. & Nigel Watson. 2005. *Sustaining our futures: reflections on environment, economy and society*. Departament of geography series no 60 U, Waterloo in honor of profesor Bruce Mitchell. Canada 580p.
- Sinclair J., A. Diduck y P. Fizpatrick. 2008. Conceptualizing learning for sustainability through environmental assessment: critical reflections on 15 years of research. *Environmental Impact Assessment Review* 28 (2008): 415- 428.
- SACM-GDF (Sistema de Aguas de la Ciudad de México- Gobierno del Distrito Federal), 2003. *Estudio de aprovechamiento y optimización de los manantiales Viborillas, La Saucedá y Monte Alegre, para el mejoramiento y aprovechamiento del suministro del agua potable en las partes de la delegación Tlalpan. Informe final*. México, DF: Sistemas y Proyectos Ambientales, S. A. de C. V. (SIPRA), Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal.
- SACM-GDF, 2009. *Aforo de manantiales de opciones de su utilización temporal. Informe final*. Tomo I. México, DF: Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal.
- SACM-GDF, 2012. *Proyecto ejecutivo de aprovechamiento de manantiales intermitentes T1 y T2*. México, DF: Secretaría del Medio Ambiente, Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Inesproc, S. A. de C. V.
- SINIARN-SEMARNAT.2005. *Informe de la Situación de Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales*. SINIARN-SEMARNAT, PNUD. CD. México. 380p.
- Slee, B. 2007. Social indicators of multifunctional rural land use: The case of forestry in the UK. *Agriculture, ecosystems & environment* 120(1): 31-40.
- Smith, M., de Groot, D., Perrot-Maître, D. and Bergkamp, G. 2006. *Pay-Establishing payments for watershed services*. Gland, Switzerland: IUCN. Reprint, Gland, Switzerland, 2008.
- Sommerville, M., J. P.G. Jones, M. Rahajaharison & E.J. Milner-Gulland. 2010. The role of fairness and benefit distribution in community-based Payment for Environmental Services interventions: A case study from Menabe, Madagascar. *Ecological Economics* 69: 1262–1271.
- Steward, J. 1955. *Theory of culture change: the methodology of multilinear evolution*. Board of trustees. University of Illinois. Urbana, EE.UU.
- Su, X., Kang, S., Li, F., Zhang, L., & Tong, L., 2009. Benefits evaluation of water resources used for ecosystem in Shiyang River basin of Gansu province. *Transactions of Tianjin University*, 15(2): 108-112.
- Susano H., R. 1981. *Efectos del pastoreo de bovinos sobre la dinámica de la vegetación herbácea en bosques de Pinus hartwegii Lindl*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. U. A. Ch. Chapingo, México. 110p.
- Swyngedouw, E. 1999. Modernity and Hybridity: Nature, Regeneracionismo, and the Production of the Spanish Waterscape, 1890-1930. *Annals of the Association of American Geographers*, 89(3): 443–465.
- Swyngedouw, E. 2004. Globalisation or 'glocalisation'? Networks, territories and rescaling. *Cambridge Review of International Affairs*, 17(1): 25-48.
- Teitelbaum, S. 2014. Criteria and indicators for the assessment of community forestry outcomes: a comparative analysis from Canada. *Journal of Environmental Management* 132: 257-267.
- Thérivel, R. 2004. *Strategic Environmental Assessment in action*. Earthscan. United Kingdom. 97p.
- Thomas, William A. 1972. Indicators of Environment Quality: an overview. In: Thomas, William A. (Ed). 1972. *Indicators of Environmental Quality*. Plenum Press. EUA. pp.: 1-5.
- Tiburcio S., A. 2013. *Desarrollo de un marco de indicadores para la gestión del agua urbana: el caso de la ciudad de México*. Tesis de Doctorado, Posgrado en Geografía, UNAM. 194p.
- Tilman D., 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- Tognetti, S., Mendoza, G., Southgate, D., Aylward, B., & Garcia, L., 2003. Evaluación de la efectividad de pagos para servicios ambientales en las cuencas hidrológicas. In *Tercer*

- Congreso Latinoamericana de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales Arequipa, Perú* (pp. 09-12).
- Toledo, V. 2003. *Ecología, espiritualidad y conocimiento. De la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable*. Colección Pensamiento Ambiental Latinoamericano no. 7. Red de Formación ambiental, Oficina Regional para América Latina y el Caribe- PNUMA – ONU y Universidad Iberoamericana. México.
- Torres Lima, P. y L. Rodríguez Sánchez. 2005. Dinámica agroambiental en áreas periurbanas de México. Los casos de Guadalajara y Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas*, núm. 60, agosto, 2006, pp. 62-82, Instituto de Geografía México.
- Torres Rojo, J. M., & Guevara Sanginés, A. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta ecológica*, (63): 40- 59.
- Toscana Aparicio, Alejandra. 1998. *Análisis geomorfológico detallado del Volcán Ajusco y zonas adyacentes*. Tesis de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 97p.
- Tóth, J. 2000. Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones. , *Boletín Geológico y Minero* vol. 111 (4): 9-26.
- Tracey, S., & Anne, B. 2008. *OECD Insights Sustainable Development Linking Economy, Society, Environment: Linking Economy, Society, Environment*. OECD Publishing. 138p.
- Ulgiati S., Zucaro A. y Franzese P.P., 2011. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics* 70(4): 778-787.
- UNESCO WHO 1998. *International Glossary of Hydrology*. Geneva nº. 12: 343 pp.
- UCI (Uniférea Centre International) & CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental). 2004. *Pago por servicios ambientales: Estudio y evaluación de esquemas vigentes*. Montreal, Canadá. 65p.
- USDA, 1990. *Benefits of Urban Trees. Urban and Community Forest: Improving our quality life*. USA. 12p.
- Van Oudenhoven, A. P., Petz, K., Alkemade, R., Hein, L., & de Groot, R. S. 2012). Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21: 110-122.
- Vargas, F. y S. Martínez. 2001. *Análisis de la propiedad del Distrito Federal en el lumbral del siglo XXI*. Procuraduría Agraria en www.pa.gob.mx/publia/rev_12/Franco.pdf
- Vázquez Sánchez, M. A. 2002. Políticas públicas ambientales. Una reflexión. *Revista Ecosur*: 14-16.
- Velázquez, A. y F. Romero (Comp.). 1999. *Biodiversidad de la Región de Montaña del Sur de la Cuenca de México*. UAM y SMA-GDF. México.
- Vidal, E., y J. Franco I. 2009. *Impacto ambiental. Una herramienta para el desarrollo sustentable*. AGT Editor. DF, México. 412p.
- Viglizzo, E. F., Carreño, L., Volante, J., & Mosciaro, M. J. 2011. Valuación de bienes y servicios ecosistémicos: ¿Verdad objetiva o cuento de la buena pipa. En: Laterraet al., 2011 *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Ediciones INTA, Argentina, 17-38.
- Von Bertalanffy, L. 1968. *Teoría General de Sistemas*. Fondo de Cultura Económica, México, 2ª edición, 354p.
- Wallace, K.J. 2007. Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235-246.
- Walters, C.J., Holling, C.S., 1990. Large-scale management experiments and learning by doing. *Ecology* 71: 2060–2068.
- Wendland, K. J., M. Honzák, R. Portela, B. Vitale, S. Rubinoff & J. Randrianarisoa. 2009. Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. *Ecological Economics* 2009: 1-15p.

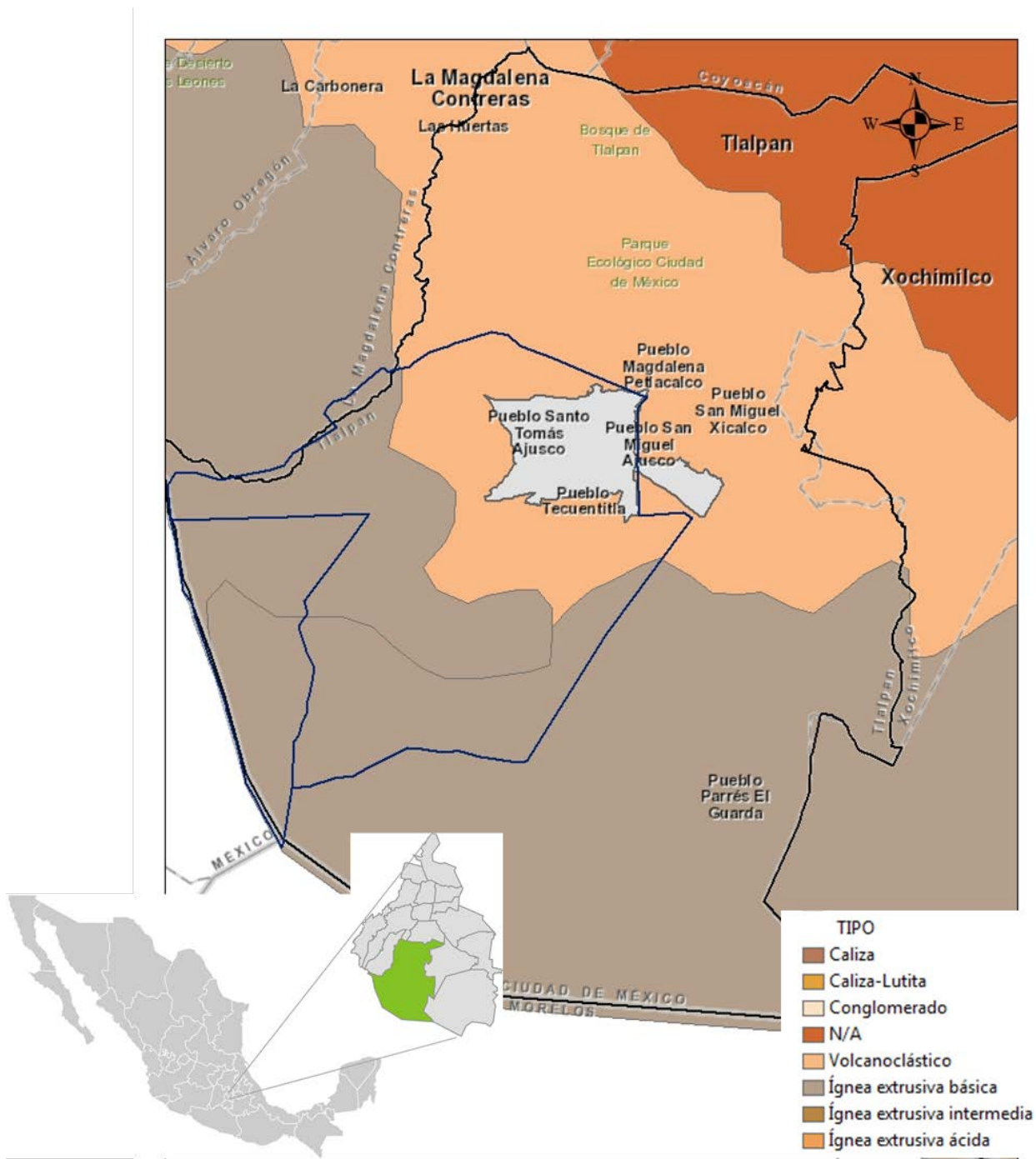
- White, S. E. 1962. *El Ixtaccíhuatl; acontecimientos volcánicos y geomorfológicos en el lado oeste durante el Pleistoceno Superior*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 80 pp.
- White, S.E., Valastro, S., 1984, Pleistocene Glaciation of volcano Ajusco, central Mexico, and comparison with the standard Mexican glacial sequence: *Quaternary Research*, 21, 21-35.
- White, S.E., 1986, Quaternary glacial stratigraphy and chronology of Mexico: *Quaternary Science Reviews*, 5, 201-205.
- White, S.E., Reyes-Cortes, M., Ortega Ramírez, J., Valastro, S., 1990, *El Ajusco: geomorfología volcánica y acontecimientos glaciales durante el Pleistoceno superior y comparación con las series glaciales mexicanas y las de las Montañas Rocallosas*: México, D. F., Instituto Nacional de Antropología e Historia, 77 p.
- Winfrey R. and C. Kremen. 2009. Are ecosystem services stabilized by differences among species? A test using crop pollination. *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences* 276: 229-237.
- Wong, Cecilia. 2006. *Indicators for Urban and Regional Planning. The interplay of policy and methods*. The RTPPI Library Series. Routledge Taylor & Francis Group. London, UK 217p.
- Wunder, Sven. 2005. *Center for International Forestry Research Payments for environmental services: Some nuts and bolts*. CIFOR Occasional Paper No 42. 32p
- Wunder, S. 2007. *Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales*. Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) Occasional Paper No. 42 (s). (CIFOR) y el Grupo Consultivo Internacional en Investigación Agrícola (CGIAR). Indonesia.
- Zabala, M. E.; S. E. Martínez, M. Perevochtchikova, G. E. Sandoval- Romero and N. Aponte. 2017. Hydrochemical assessment of Hydrological Environmental Services in the recharge area in the Southwest of Mexico City. *Environmental Earth Sciences* 76:113- 129.
- Zenteno E., P. I. 2009. *Transformación espacio- temporal, en el litigio de predios en las comunidades de Santo Tomás Ajusco y Xalatlaco*. Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 123p.
- * Las personas entrevistadas en el trabajo de campo.

ANEXOS

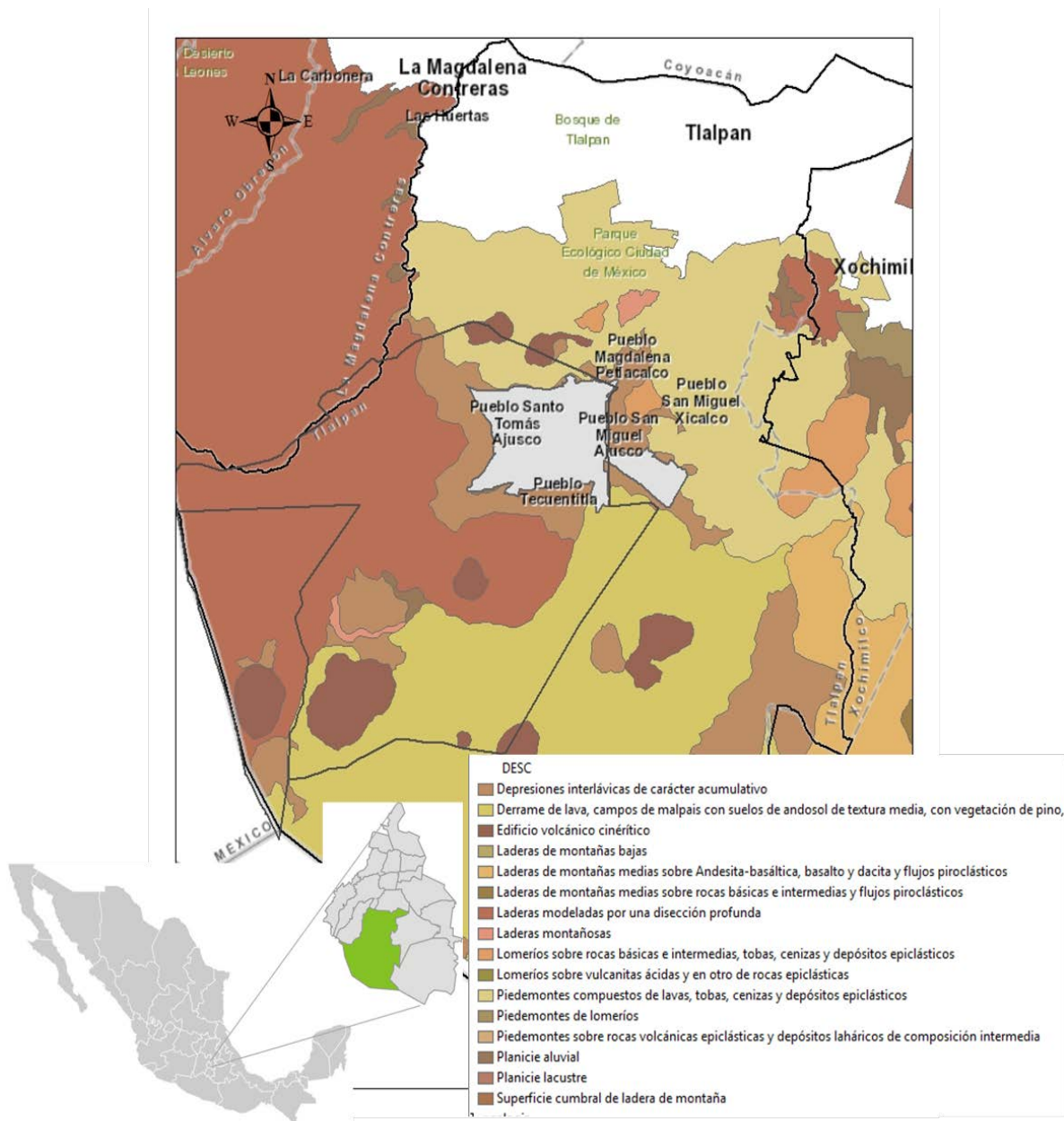
ANEXO 1 Cartografía del área de estudio



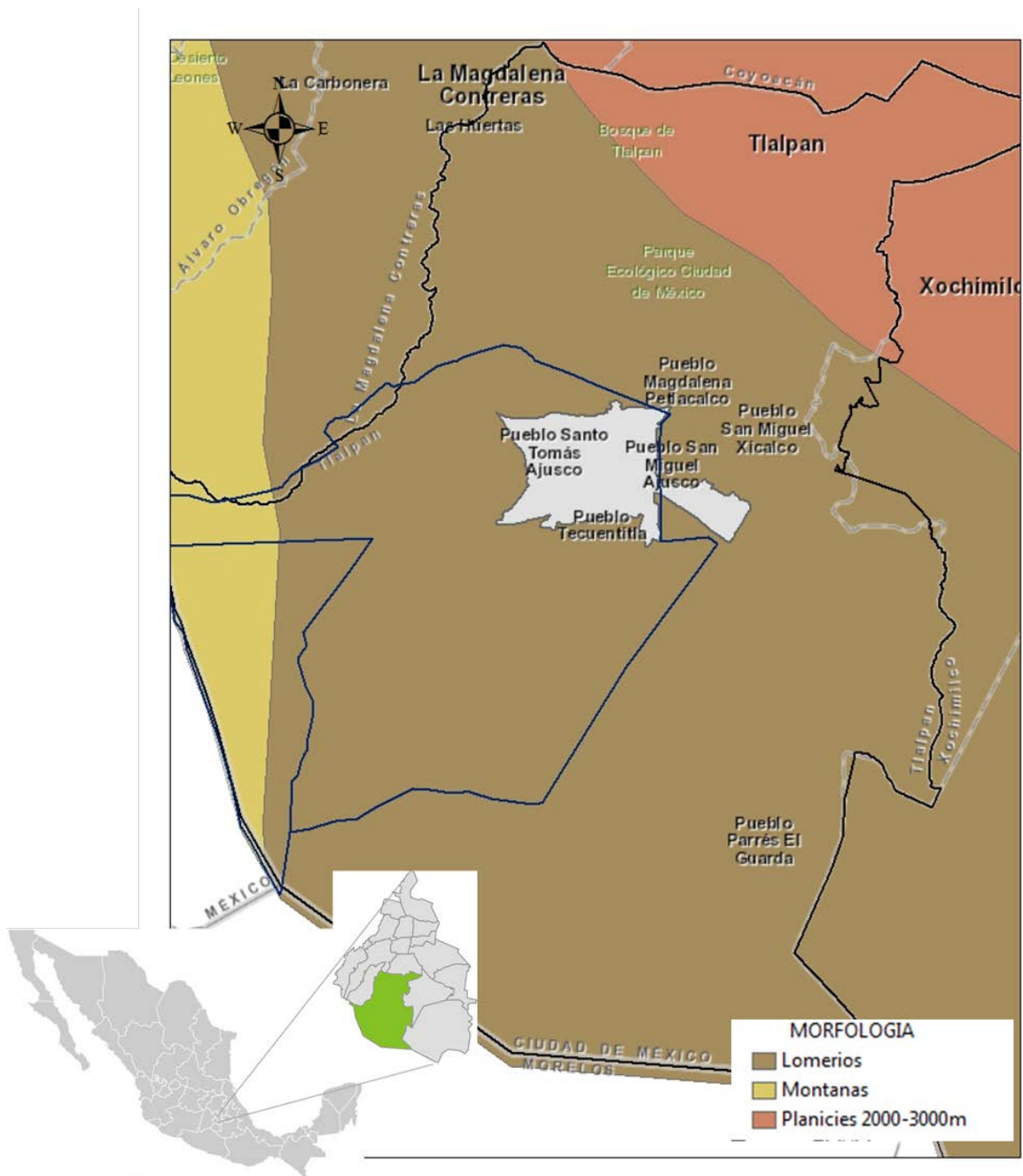
Anexo 1.1. Geología presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



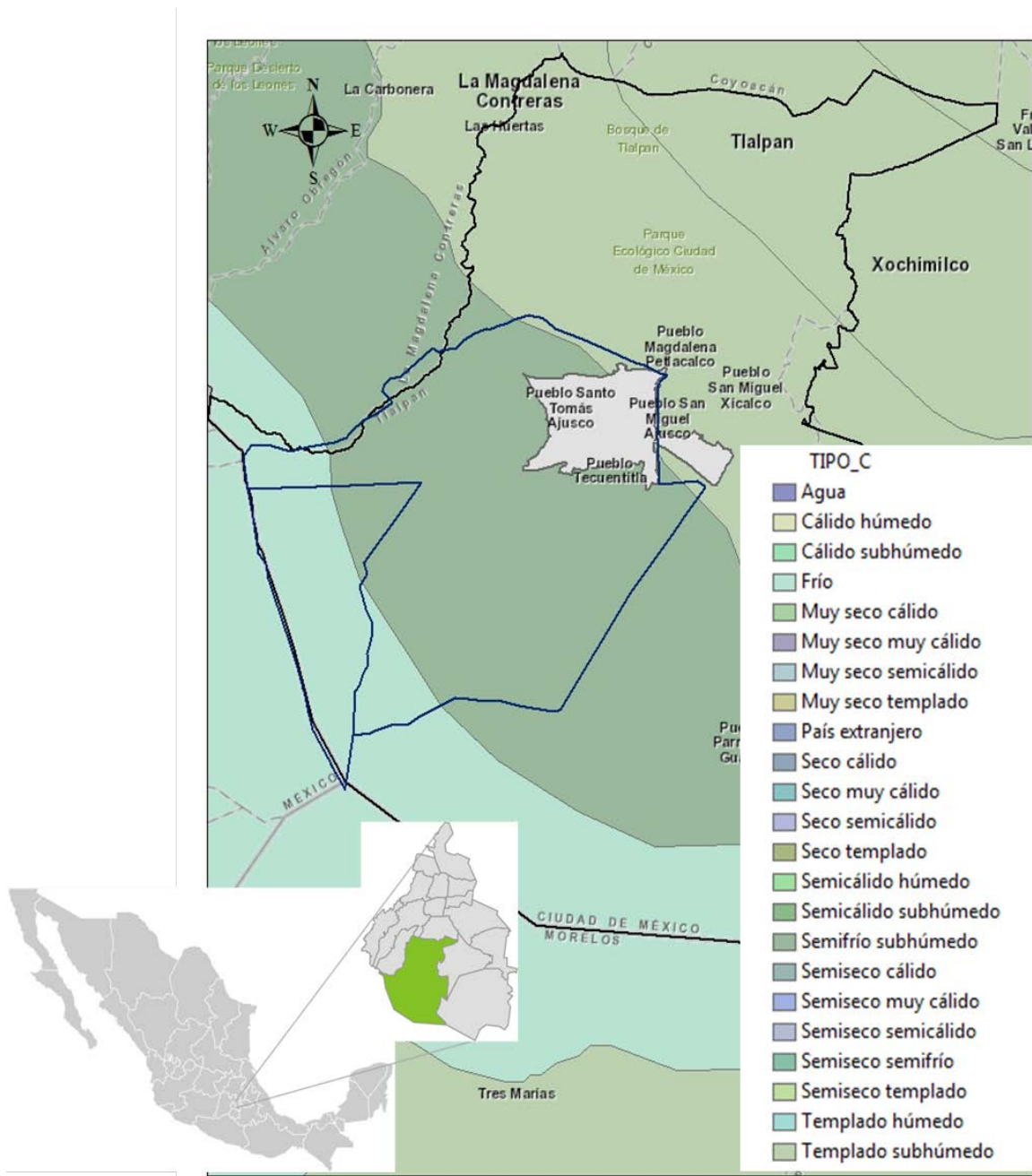
Anexo 1.2. Tipo de roca presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010).



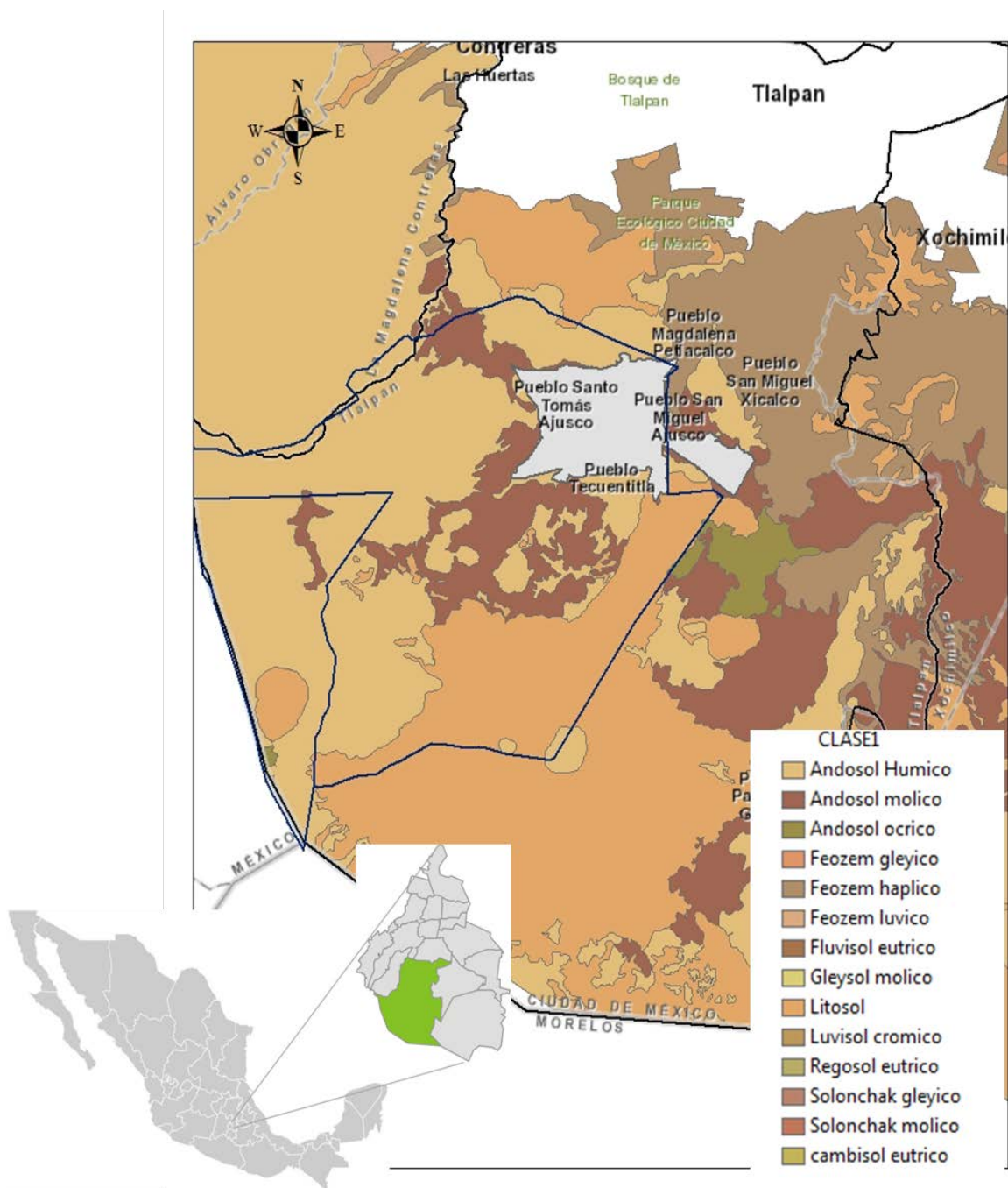
Anexo 1.3. Geomorfología presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



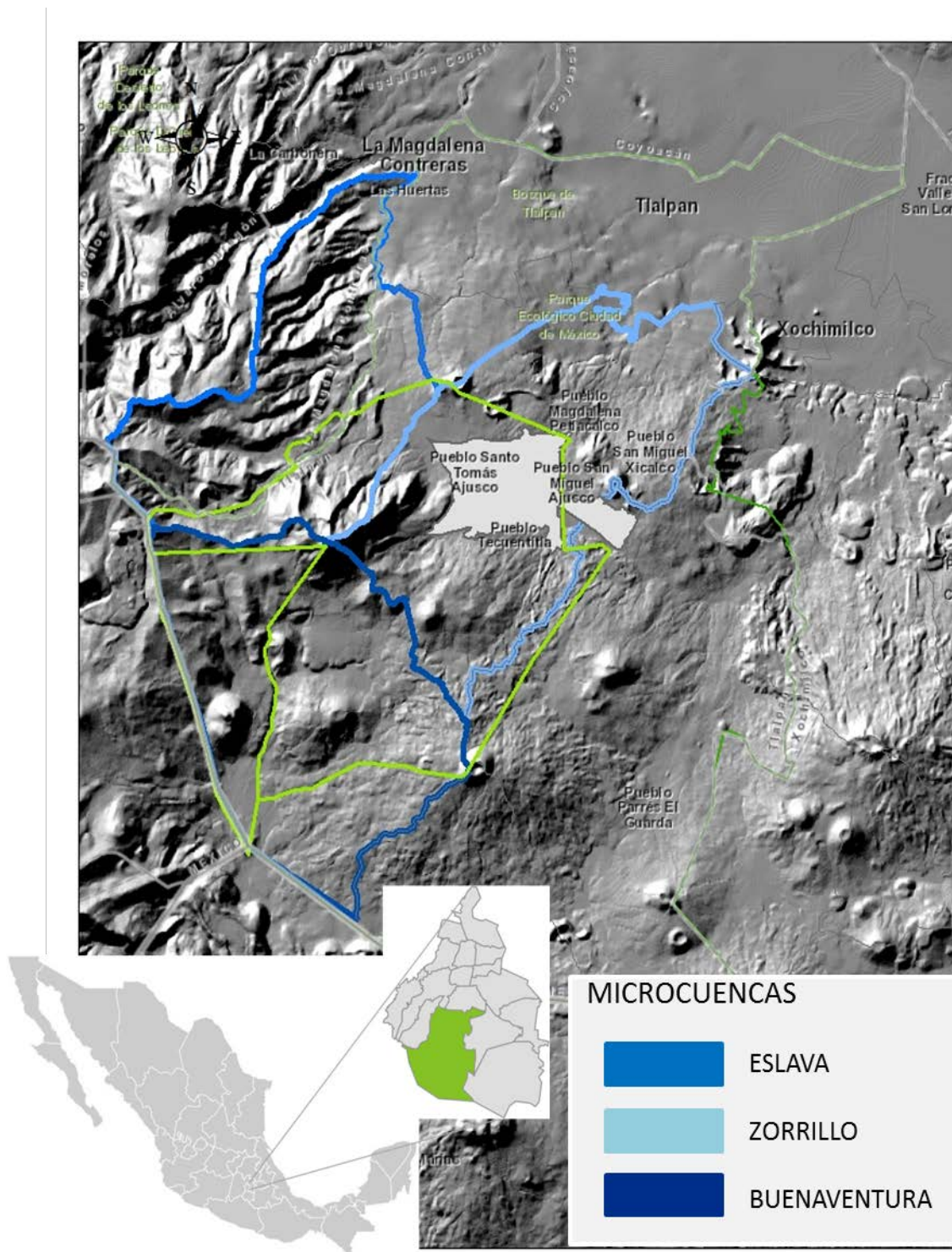
Anexo 1.4. Relieve presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010).



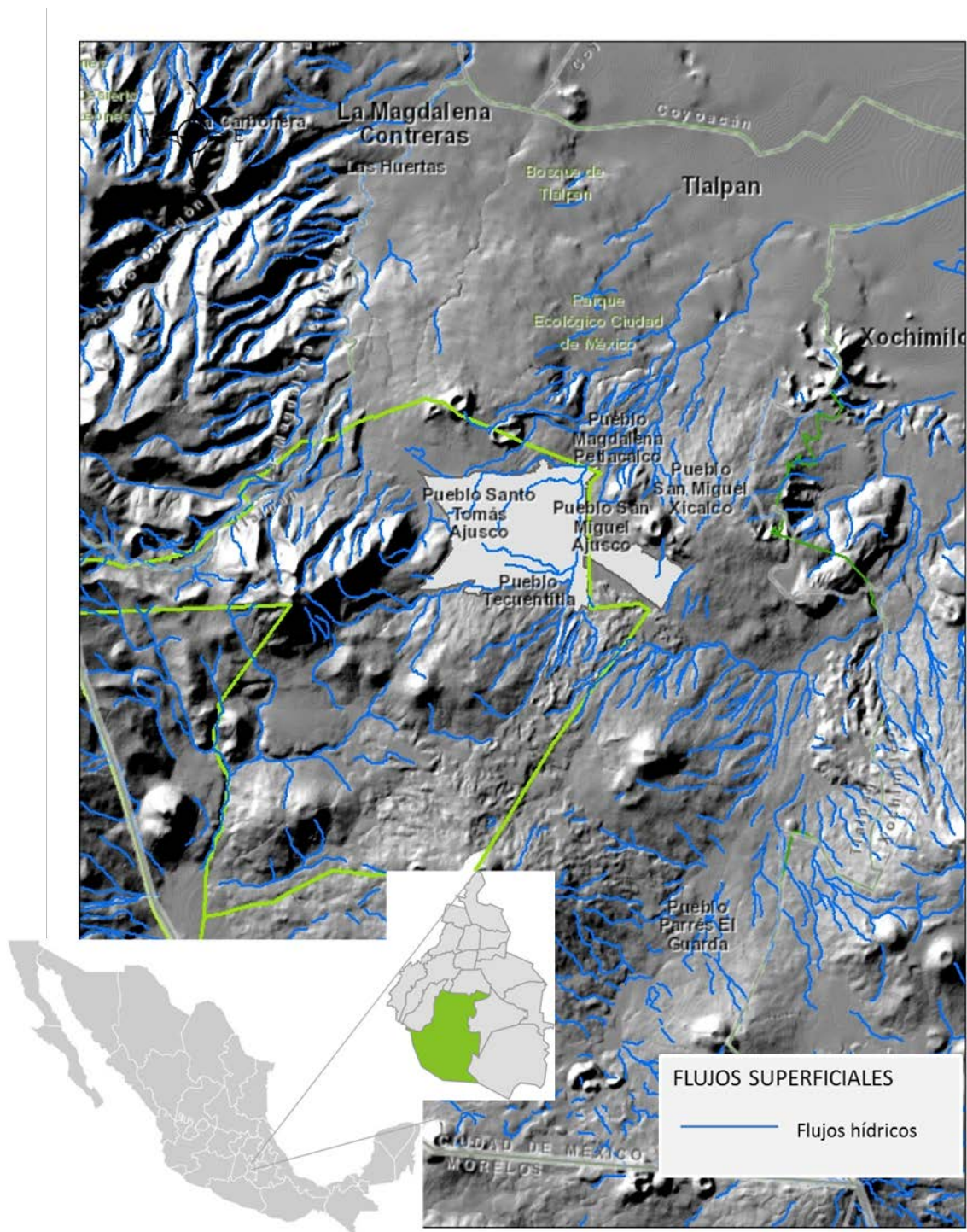
Anexo 1.5. Clima presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



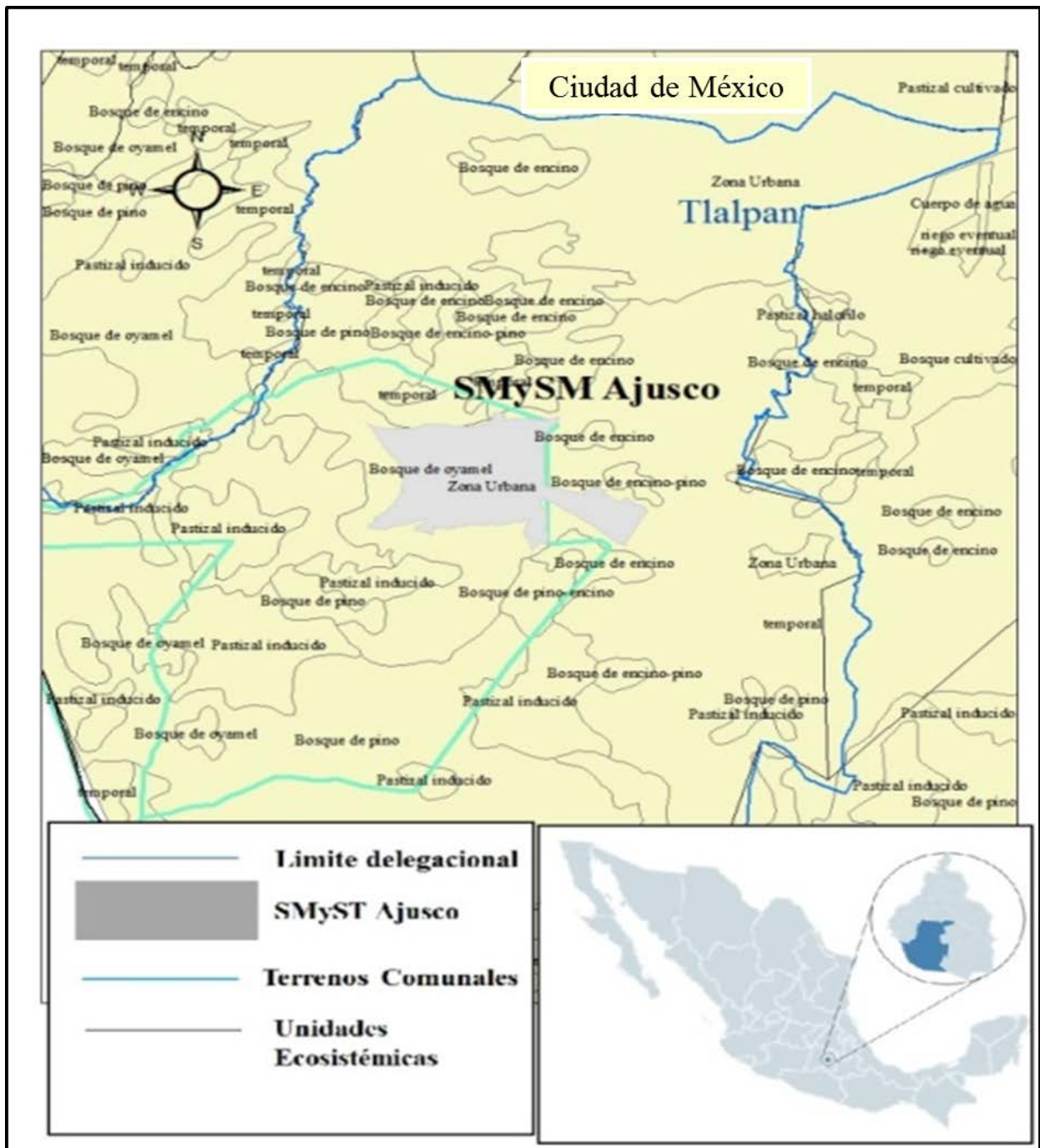
Anexo 1.6. Edafología presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



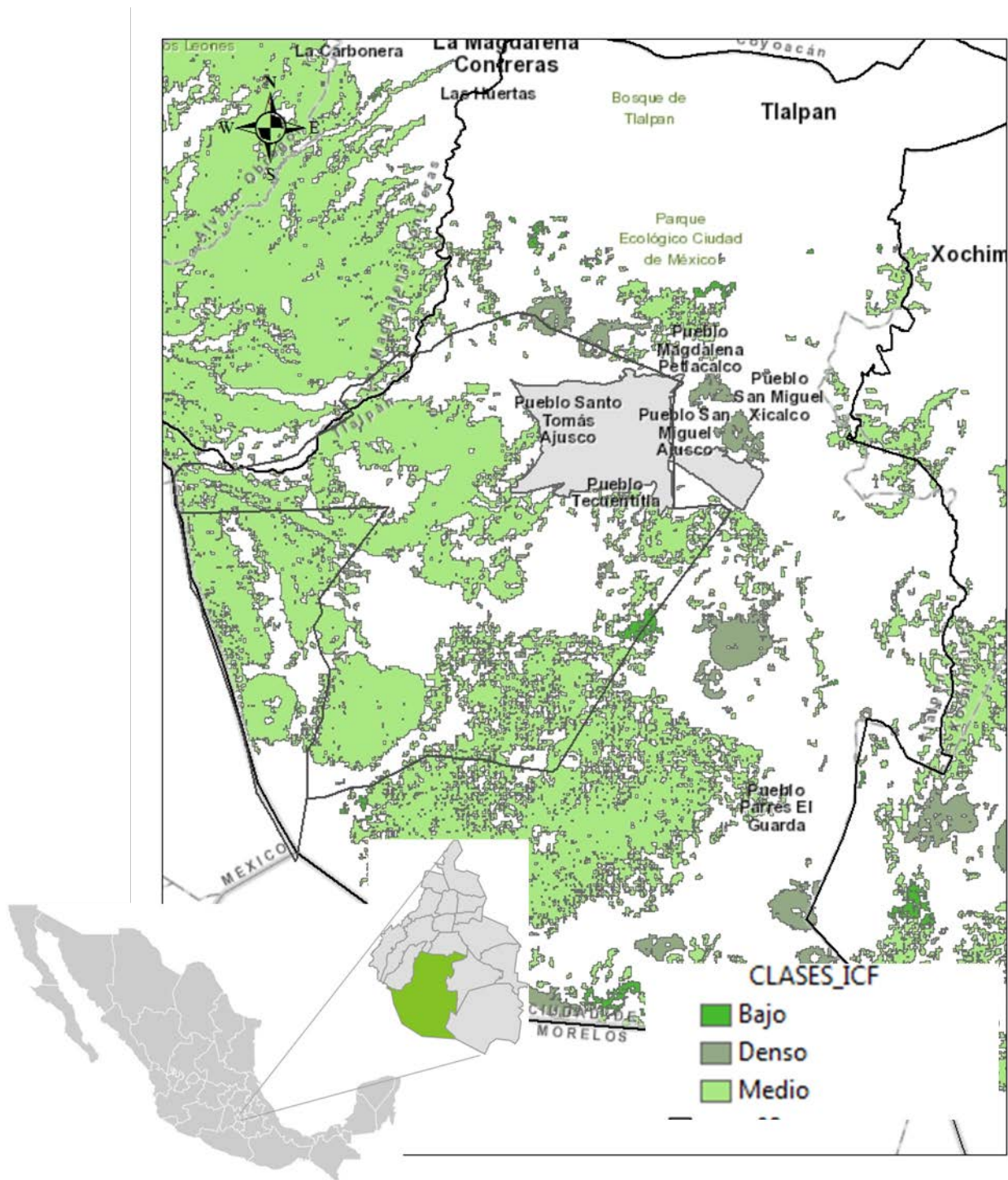
Anexo 1.7. Microcuencas presentes en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012) e INEGI (2017).



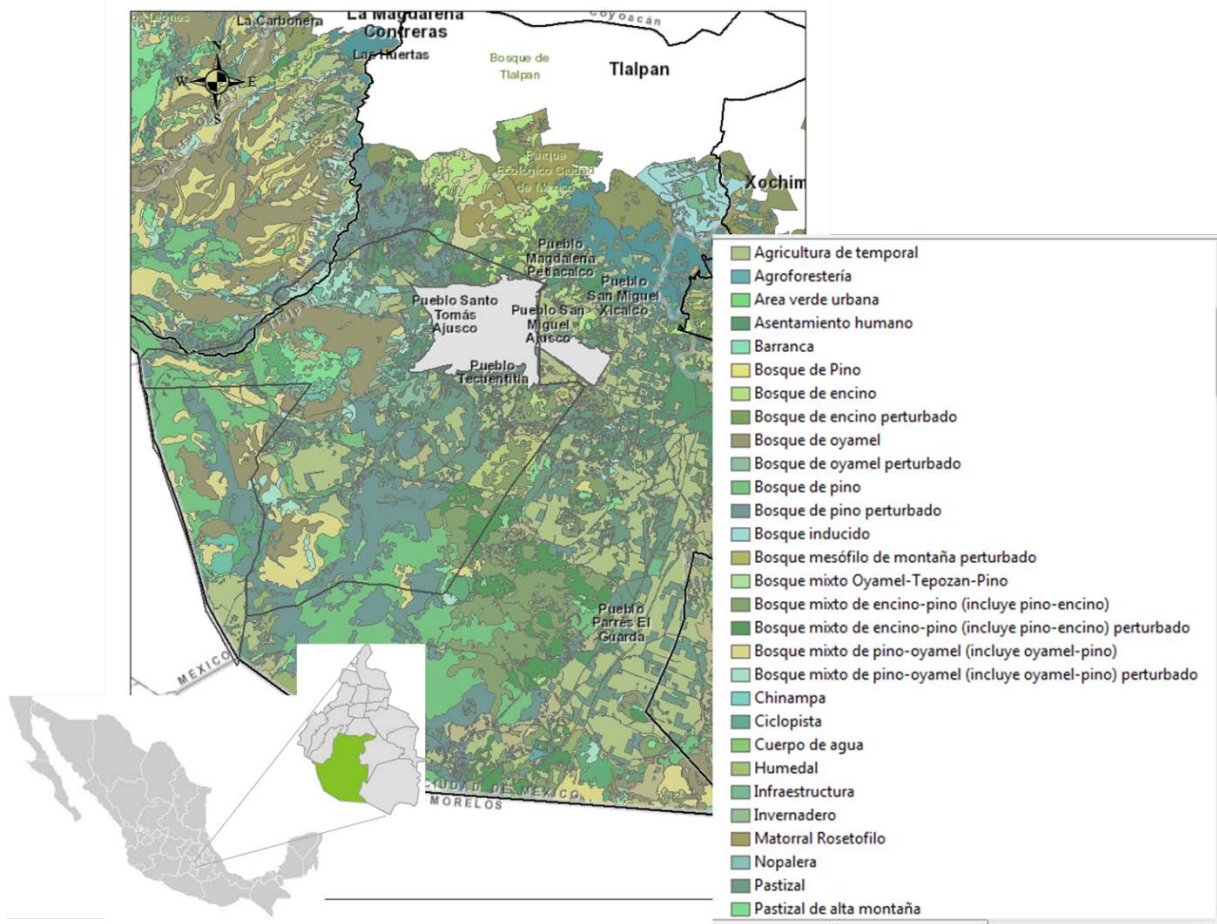
Anexo I.8. Flujos superficiales presentes en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012) e INEGI (2017).



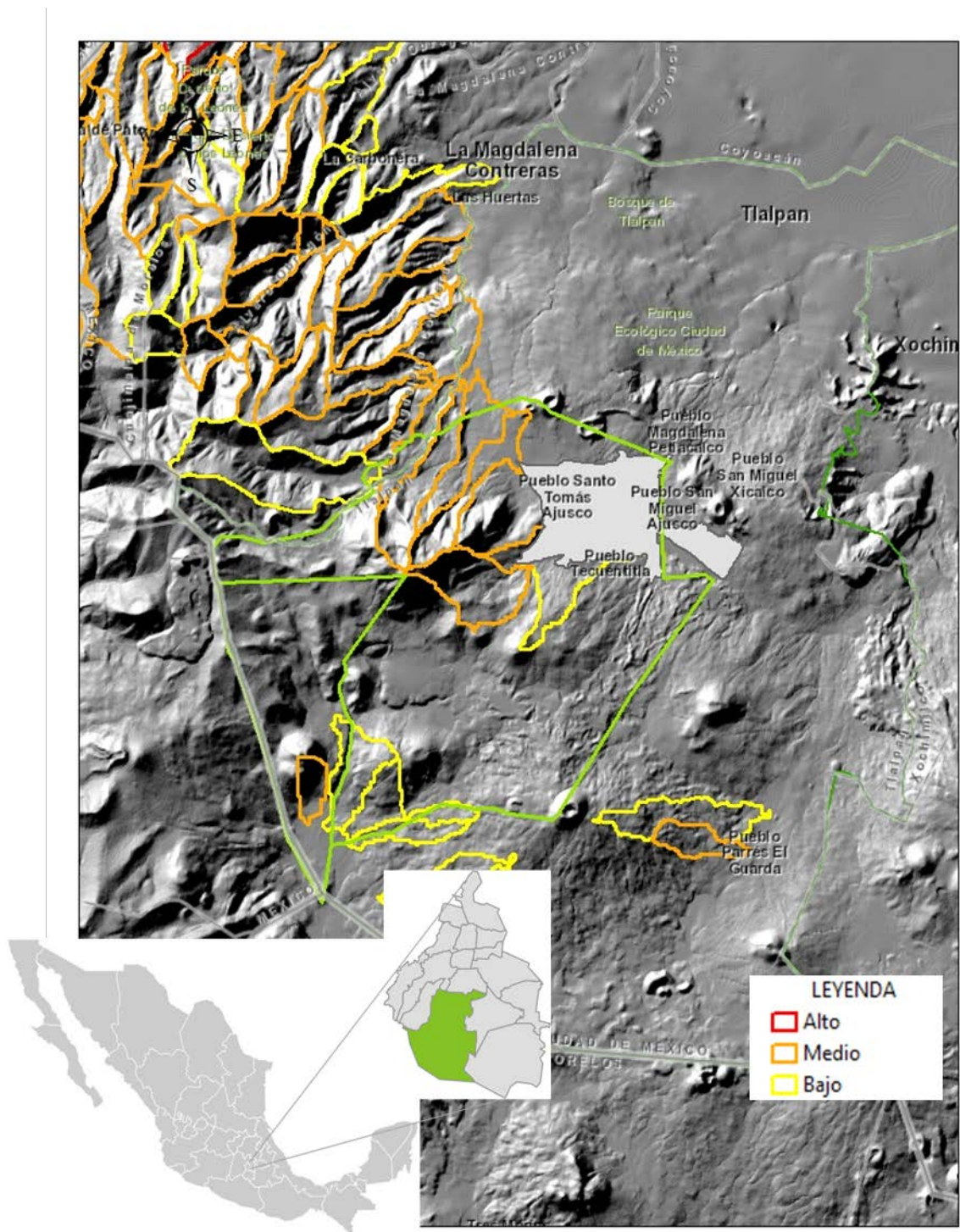
Anexo 1.9. Ecosistemas presentes en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (2015).



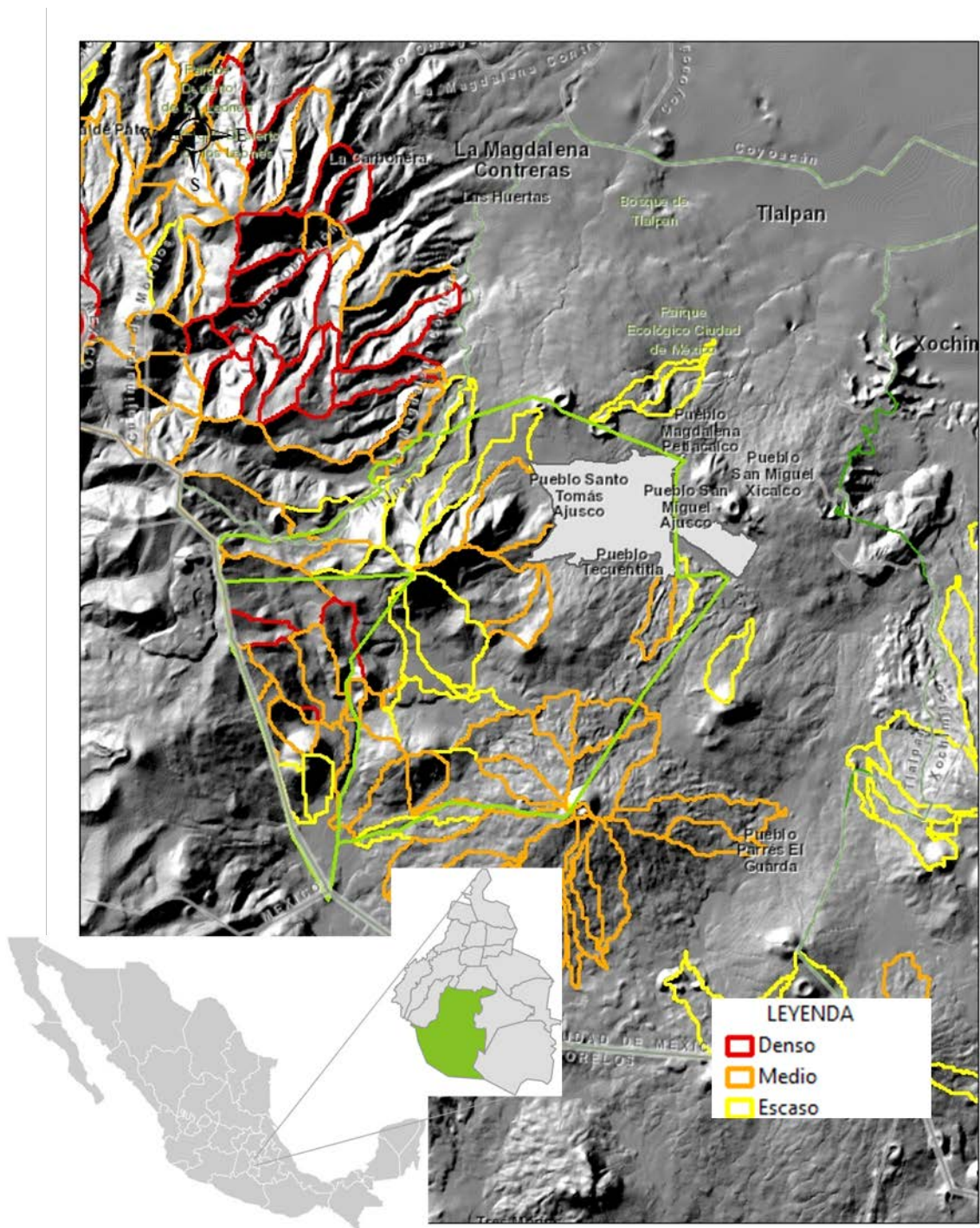
Anexo 1.10. Densidad de la masa forestal presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012)



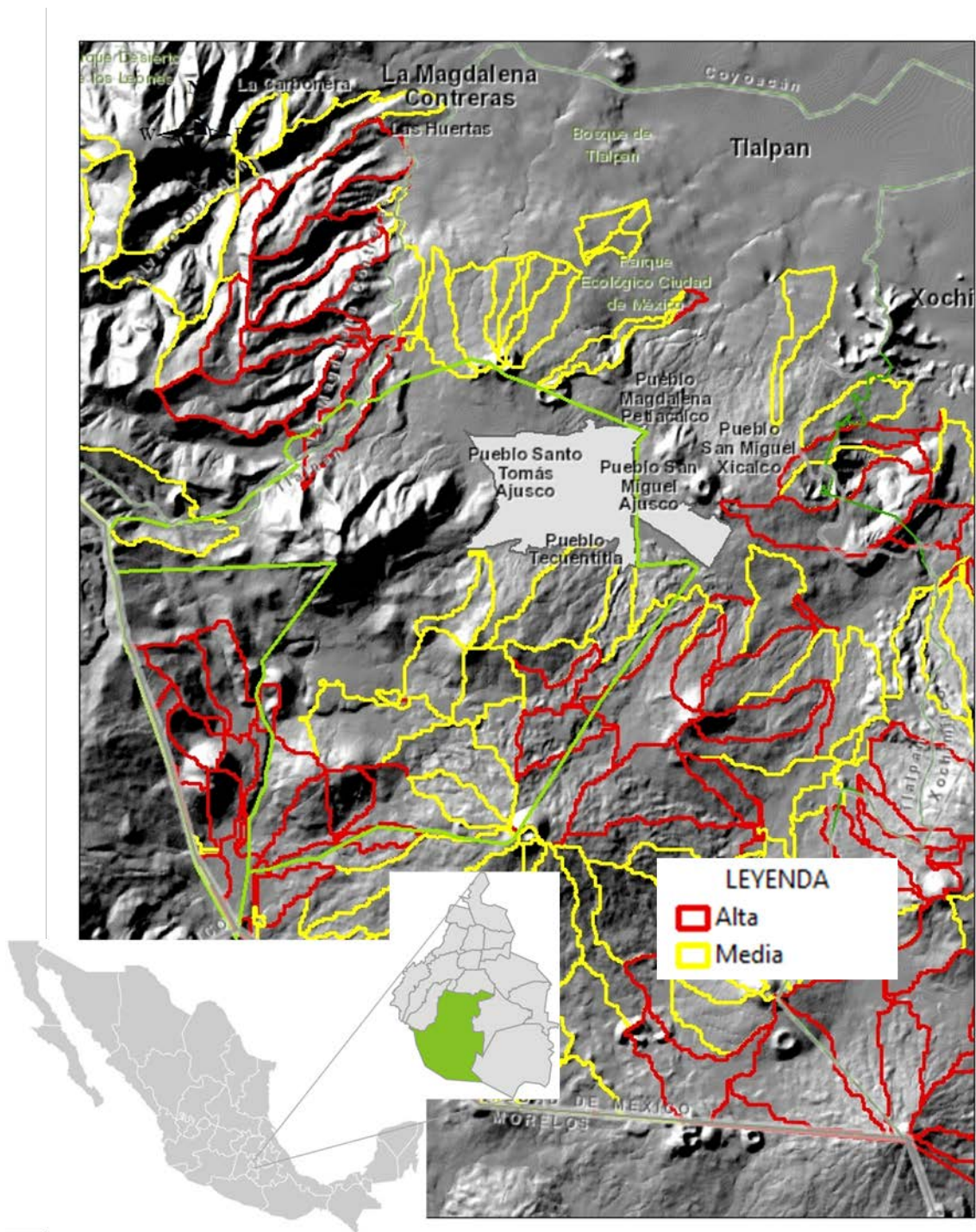
Anexo 1.11. *Uso de suelo y vegetación presente en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, Delegación Tlalpan, Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012)*



Anexo 1.12. Almacenamiento de carbono en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco.
 Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



Anexo 1.13. Provisión de hábitat para la biodiversidad en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).



Anexo 1.14. Infiltración en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Fuente: Elaboración propia con base en PAOT (2012).

Anexo 2 Lista de los 25 expertos para el proceso de evaluación y ponderación. Expertos que participaron en entrevistas abiertas.

Número	Nombre	Especialidad	Institución	País	Entrevistas a profundidad
1	Brian Harvey	Ecología forestal aplicada, clasificación ecológica, manejo ecosistémico y silvicultura	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	Canadá	
2	Daniel Kneeshaw	Gestión sustentables del bosque, herramientas para la gestión sustentable de los bosques, dinámica poblacional forestal e indicadores ambientales	Department of Biological Sciences UQAM y Chaire en aménagement forestier durable, CEF	Canadá	Entrevistado
3	Danielle Dagenais	Biología vegetal, paisaje y ambiente, biodiversidad urbana	École d'architecture de paysage, UdeM	Canadá	
4	Elise Filotas	Sociedad y bosque, complejidad ecológica, modelización de sistemas socio-ecológicos y manejo sustentable del bosque	Département Science et Technologie, Université TELUQ,	Canadá	Entrevistada
5	Eugénie Potvin	Servicios ecosistémicos, percepción social	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	Entrevistada
6	Guillaume Saint- Marie	Evaluaciones forestales, salud forestal, plagas	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	
7	Isabelle Aubin	Ecología forestal, perturbaciones humanas, integridad ecológica, ecología de comunidad, biodiversidad, estructura y función	Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada y Chercheur en Écologie de la végétation forestière, CEF	Canadá	Entrevistada
8	Javier Delgado**	Ciudades, peri- urbano, geografía regional	Instituto de Geografía UNAM	México	
9	Jerome Dupras	Economía ecológica, evaluaciones económicas SE, geografía ambiental, manejo planificación territorial	Département de géographie, UdeM	Canadá	Entrevistado
10	Jorge Monerris	Fisiología vegetal	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	
11	Kathryn Furlong	Geografía económica y urbana, ecología política, recursos y agua	Département de géographie, UdeM	Canadá	
12	Loïc D'Orangeville	Bosques, estrés hídrico, cambio climático	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	
13	Louis-Etienne Robert	Manejo forestal, salud forestal, insectos	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	
14	María Perevochtchikova**	Gestión Integrada del Agua, Nueva Cultura del Agua, Monitoreo ambiental, Indicadores Ambientales, Servicios Ambientales Hidrológicos.	CEDUA, COLMEX	México	
15	Marie-Hélène Greffard	Ecología, biodiversidad, aves, distribución de especies	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	
16	Martine Verdy	Geografía, relaciones territoriales y agua	Département de géographie, UdeM	Canadá	
17	Pierre André	Sustentabilidad, evaluación de impacto ambiental, cambio climático, monitoreo ambiental, manejo	Département de géographie, UdeM	Canadá	
18	Sandra Martínez**	Hidrología, agua subterránea, manejo hídrico, indicadores y monitoreo	Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR)	Argentina	
19	Sara Teitelbaum	Indicadores socio-ambientales, sociología del ambiente, metodología cualitativa, gestión comunitaria de los recursos naturales, silvicultura social	Programmes en environnement et développement durable à l'UdeM	Canadá	Entrevistada
20	Sophie Ávila**	Economía y medio ambiente, economía ecológica, diversificación sustentable del sector rural	Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM	México	
21	Sophie Carpentier	Servicios ecosistémicos, manejo forestal	Département des sciences biologiques, UQAM	Canadá	Entrevistada
22	Tanya Handa	Ecología forestal, arbolado del medio urbano y peri- urbano, diversidad y descomposición en los ecosistemas forestales-	Département des sciences biologiques, UQAM, CSBQ y Conséquences des changements globaux sur les processus écosystémiques, CEF	Canadá	Entrevistada
23	Tatiana Acevedo	Geografía política y gobernanza del agua	Département de géographie, UdeM	Colombia	
24	Timothy Work	Entomología	Département des sciences biologiques, UQAM		
25	Tizbe Arreteaga**	Sustentabilidad, calidad del agua, manejo integral hídrico, conservación del suelo y agua	Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) · Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales ICAR	México	

** No llenaron formato, la evaluación de indicadores se realizó mediante las evaluaciones de doctorado y el examen de candidatura.

Anexo 3 Formato de evaluación y ponderación de indicadores con expertos



Full name:

Research Subject:

Position:

University/ Center/ etc.:

Please evaluate and weighed the follows indicators for a socio-ecological effects integral evaluation of Payment of Ecosystems Services mode Hydrological (PES-H) in Mexico City (Conservation Land) (PhD research), using the follow scale:

1 Not useful 2 few useful 3 Medium utility 4 Good utility 5 Excellent choice

I Ecological indicators

Theme	Indicator	What measure?	How?	References	Weight
	1.				
Observations				Another possible references	For the use technical: availability statistics and poll
					Yes / Not
	2.				

II Economic indicators

Theme	Indicator	What measure?	How?	References	Weight
	1.				
Observations				Another possible references	For the use technical: availability statistics and

					poll
					Yes / Not
	2.				

III Social indicators

Theme	Indicator	What measure?	How?	References	Weight
	1.				
Observations				Another possible references	For the use technical: availability statistics and poll
					Yes / Not
	2.				

Final observations:

Thank you for you participation!

Anexo 4 Guion de preguntas del trabajo de campo

ENCUESTA PARA COMUNEROS Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco Trabajo de campo 2012. Realizada por Analí Pérez y María Perevochtchikova

Por favor conteste las siguientes preguntas, marcando con una "X" en los recuadros que contengan la respuesta que usted ha elegido y/o escribiendo los comentarios sobre las líneas.

I. DATOS GENERALES

1. Nombre _____ Comunero Familiar
-
2. Edad (años): _____ Género: Masculino Femenino
3. Grado de estudios (favor de indicar si es completo o no)
 a) Primaria _____ b) Secundaria _____ c) Preparatoria _____
 d) Posgrado _____ e) Licenciatura _____ f) Otro _____
4. ¿Vive dentro de la comunidad SM y ST Ajusco? Sí No
5. ¿Nació usted dentro de la comunidad? Sí No
6. ¿Cuántos años lleva viviendo dentro de la comunidad? _____
7. Indique el número de miembros de su familia viven en su casa: _____
8. ¿Quiénes son?
 a) Madre b) Padre c) Esposo/Esposa d) Hijos f) Otros _____
8. ¿Qué actividades realiza para sostener a su familia?
 a) Agricultura b) Ganadería c) Comercio d) Otra
9. Si es actividad agrícola, ¿qué produce?
 a) Avena forrajera b) Maíz c) Nopal d) Papa e) Frijol
 g) Alguna hortaliza f) Jitomate g) Mixto h) Otro _____
10. Si tiene actividades de ganadería, ¿cuál es?
 a) Ganado en pie b) Productos derivados del ganado c) Ambos d) Otro _____
11. Si tiene actividades de comercio ¿Qué vende? _____
12. ¿Cuánto tiempo tiene realizando estas actividades? _____ años _____ o meses _____ o días
13. ¿Cuántos días a la semana usted dedica a la actividad principal?
14. Dentro de su familia ¿alguien más trabaja? Sí No
15. ¿Quién es la otra persona que trabaja?
 a) Padre b) Madre c) Esposo(a) d) Hermano(s) e) Hijo(s)
 f) Otro (especifique) _____
16. ¿A qué actividad se dedica la otra persona que trabaja?
 a) Agricultura b) Comercio ¿Qué vende? _____
- 1
- c) Ganadería d) Otra ¿cuál? _____
17. ¿Cuál es el ingreso mensual de toda la familia? \$ _____ (pesos)
18. ¿Cuál es el ingreso por la venta de productos de actividad principal? \$ _____ (pesos)
19. ¿Cuál es el ingreso por las actividades externas? \$ _____ (pesos)

ENCUESTA PARA COMUNEROS. Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco Trabajo de campo 2012. Realizado por Maria Perevochtchikova, Analí Perez, Enrique Perez, Clemencia Santos, Irma Escamilla, Omar Ortíz, Esther Sandoval, Miguel A. Abad R. e Iskra Rojo.

Por favor conteste las siguientes preguntas, marcando con una "X" en los recuadros que contengan la respuesta que usted ha elegido y/o escribiendo los comentarios sobre las líneas.

I. DATOS GENERALES

1. Nombre Comunero Familiar _____

2. Edad (años): _____ Género: Masculino Femenino

3. Grado de estudios (favor de indicar si es completo o no)

a) Primaria _____ b) Secundaria _____ c) Preparatoria _____

d) Posgrado _____ e) Licenciatura _____ f) Otro _____

4. ¿Vive dentro de la comunidad SM y ST Ajusco? Sí No

5. ¿Nació usted dentro de la comunidad? Sí No

6. ¿Cuántos años lleva viviendo dentro de la comunidad? _____

7. Indique el número de miembros de su familia viven en su casa: _____

8. ¿Quiénes son?

a) Madre b) Padre c) Esposo/Esposa d) Hijos f) Otros _____

8. ¿Qué actividades realiza para sostener a su familia?

a) Agricultura b) Ganadería c) Comercio d) Otra

9. Si es actividad agrícola, ¿qué produce?

a) Avena forrajera b) Maíz c) Nopal d) Papa e) Frijol

g) Alguna hortaliza f) Jitomate g) Mixto h) Otro _____

10. Si tiene actividades de ganadería, ¿cuál es?

a) Ganado en pie b) Productos derivados del ganado c) Ambos d) Otro _____

11. Si tiene actividades de comercio ¿Qué

vende? _____

12. ¿Cuánto tiempo tiene realizando estas actividades? _____ años _____ o meses _____ o días

13. ¿Cuántos días a la semana usted dedica a la actividad principal?

14. Dentro de su familia ¿alguien más trabaja? Sí No

15. ¿Quién es la otra persona que trabaja?

a) Padre b) Madre c) Esposo(a) d) Hermano(s) e) Hijo(s)

f) Otro (especifique) _____

16. ¿A qué actividad se dedica la otra persona que trabaja?

a) Agricultura b) Comercio ¿Qué vende? _____ 2

- c) Ganadería d) Otra ¿cuál? _____
17. ¿Cuál es el ingreso mensual de toda la familia? \$ _____ (pesos)
18. ¿Cuál es el ingreso por la venta de productos de actividad principal? \$ _____ (pesos)
19. ¿Cuál es el ingreso por las actividades externas? \$ _____ (pesos) 3

II. IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS

1. ¿Conoce en qué programas sociales participa su comunidad? Sí No
¿Cuáles son?

2. ¿Conoce en qué programas de conservación ambiental participa su comunidad? Sí No
¿Cuáles son?

3. ¿Conoce los objetivos principales de los programas de conservación ambiental? Sí No
¿Cuáles son en términos generales?

4. ¿Cómo se enteró de la existencia de programas de conservación ambiental en su comunidad?
a) Por comunicado de la Comisaría
b) Anuncio (cartel, folleto, etc.)
c) Plática o taller
d) Vecino (s)
e) Familiar
f) Otro ¿cuál? _____
5. ¿Cree que es importante difundir la información acerca de los programas de conservación en que participa la comunidad? Sí No
6. ¿La difusión actual de los programas es suficiente? Sí No
7. ¿De qué manera se podría mejorar la difusión acerca de la participación en los programas?
a) Periódico b) Radio c) TV d) Internet e) Asamblea
e) Taller f) Otro (especifique) _____
8. ¿Considera importante que la gente que vive en el Distrito Federal conozca la labor de la conservación ambiental que realiza la comunidad? Sí No
¿Por qué?

9. ¿Usted participa en las actividades de programas de conservación ambiental? Sí No
10. Si no participa, ¿Por qué?

11. ¿Algún familiar participa en estas actividades? Sí No
12. ¿Quién es? a) Padre b) Madre c) Esposo(a) d) Hermano(s) e) Hijo(s)
f) Cuñado(a) g) Yerno(a) h) Otro (especifique) _____
13. ¿Cuál es la principal motivación para participar en programas de conservación ambiental?
a) Necesidad económica b) Ayuda a la comunidad
c) Conservación ambiental d) Otro ¿cuál? _____
14. *En caso de participar en los programas de conservación ¿Qué actividades realiza usted?* _____
15. ¿Cuánto tiempo lleva realizando estas actividades? _____ años _____ o meses
_____ o días
16. ¿Considera seguir participando en los programas de conservación ambiental? Sí No
¿Por qué?

III. EFECTOS EN LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

1. ¿Conoce la importancia ambiental del bosque que tiene su comunidad? Sí No
¿Cuál es? _____
2. ¿Conoce la importancia ambiental de las zonas agrícolas? Sí No
¿Cuál es? _____
3. ¿Su comunidad tiene alguna problemática ambiental? Sí No
4. En caso de detectar alguna ¿Con que está relacionada esta problemática?
a) Agua b) Aire c) Suelo d) Vegetación e) Otra ¿cuál? _____
5. ¿Cual problemática es la más importante en su opinión? Asígnele un valor en escala de 1 a 5 (considerando el "1" como más importante y el"5" como menos)
a) Agua b) Aire c) Suelo d) Vegetación e) Otro ¿cuál? _____
6. Escriba por favor en cada línea si se trata del problema de contaminación, degradación, falta del servicio, mala administración, u otro que considere importante.
a) Agua _____
b) Aire _____
c) Suelo _____
d) Vegetación _____
e) Otro _____
7. ¿Sabe si en los últimos 10 años se han talado árboles en el bosque de su comunidad? Sí No
8. ¿Sabe cuál ha sido el motivo de la tala?
a) Venta de madera b) Uso para leña c) Uso urbano
d) Uso para actividades agrícolas, ganaderas, etc. e) Otro ¿cuál? _____
9. ¿Conoce cómo se aprovecha o se usa el bosque de su comunidad? Sí No
¿Cómo? _____

10. ¿Conoce qué actividades están permitidas realizar dentro de él? Sí No
¿Cuáles son? _____

11. ¿Cree que es importante conservar el bosque de su comunidad? Sí No
12. ¿Cree que los programas de conservación ambiental son una buena opción para su comunidad?
Sí No
13. ¿Considera que la participación de la comunidad en los programas genera una mayor conciencia acerca de la importancia de la conservación ambiental? Sí No
14. ¿Le gustaría poder conocer más de los beneficios ambientales de su bosque? Sí No
15. ¿Con qué tipo de estudios, conocimiento y/o capacitación le gustaría contar?

IV. EFECTOS EN LA SOCIEDAD

1. ¿Considera que los programas de conservación ambiental generan efectos positivos en la comunidad?

Sí No

¿Cuáles

son? _____

2. ¿Considera que generan efectos negativos? Sí No

¿Cuáles

son? _____

3. ¿Cuántas personas conoce que participen en las actividades de los programas?

4. ¿Considera que con la participación en los programas se ha logrado alguno de los siguientes efectos? (puede marcar varios puntos si así lo considera)

a) Mayor unión a dentro de la comunidad

b) Más trabajo en equipo

c) Más comunicación entre los miembros de la comunidad

d) Mayor comunicación entre las autoridades y la comunidad

e) Mayor organización interna para realizar los trabajos

f) Mayor participación de los jóvenes

g) Mayor participación de las mujeres

h) Mayor generación de conflictos con otras comunidades

j) Mayor conflictividad al interior de la comunidad

i) Otro (especifique) _____

5. ¿Considera que es importante que los niños y los jóvenes participen en los programas de conservación ambiental? Sí No

¿Por

qué? _____

¿Con que
actividades? _____

6. ¿Considera que es importante que las mujeres participen en los programas de conservación ambiental? Sí No

¿Por

qué? _____

¿Con que
actividades? _____

7. ¿Cómo se puede aumentar la participación de los niños, los jóvenes y las mujeres? _____

8. ¿Considera que la comunidad necesita más espacios de participación y comunicación interna?

Sí No

¿Cuáles serían estos

espacios? _____

___ 6

V. EFECTOS ECONÓMICOS

1. ¿Sabe qué tipo de ingresos se obtienen por participar en los programas de conservación ambiental?
a) Temporales b) Permanentes
 2. ¿Cuánto se obtiene por participar en las actividades de los programas? \$ _____ pesos mensuales
 3. ¿Cuánto cree que sería justo percibir mensualmente por participar en las actividades de programas de conservación ambiental? \$ _____ pesos
 4. ¿Bajo qué condiciones sería la participación justa en los programas?
-
-

5. ¿Considera que los programas de conservación ambiental deben realizarse durante todo el año?
Sí No
 6. ¿Considera que los habitantes del Distrito Federal deberían colaborar en la conservación ambiental del Ajusco? Sí No
 7. Si considera que sí debería de colaborar, ¿En qué forma?
a) Compensación económica b) Aportación de infraestructura c) Trabajo social
d) Campañas gubernamentales e) Otro (especifique) _____
 8. ¿Le gustaría participar en los talleres de capacitación? Sí No
 9. ¿Sobre cual temática?
a) Técnicas agroforestales b) Silvicultura forestal c) Agroecología
d) Captación y tratamiento de agua e) Diversificación productiva f) Otro _____
 10. ¿Qué actividades a realizar propondría usted para obtener más conocimiento de los beneficios del bosque que puede traer a su comunidad ambiental y económicamente?
-

VI. ORDENAMIENTO TERRITORIAL

1. ¿Usted ha traspasado los derechos de parte de su terreno? Sí No
 2. ¿A quién? a) A un familiar b) A un conocido c) A un desconocido
 - 3.- ¿Obtuvo algún beneficio del traspaso de tu terreno? Sí No
 4. ¿Cuál? a) Económico b) En especie c) Moral d) Otro _____
 4. ¿Estaría dispuesto a seguir traspasando los derechos de su terreno? Sí No
 - 5.- ¿Qué requeriría para no traspasar su derecho?
a) Mayor cantidad de programas b) Mayor aporte económico por los programas ya existentes
c) mayores ingresos de tu producto en la venta por hectárea d) Otro _____
 6. ¿Le interesaría que la comunidad participara en un aparcamiento?
- ¡MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!**

ENTREVISTA A PROFUNDIDAD A TOMADORES DE DECISIONES. Trabajo de campo 2013.

Entrevistas realizadas por Iskra Rojo

EN PSA(H), MÉXICO

Fecha: Hora: Lugar: Duración:

¿Cuál es su nombre?

¿Cargo?

¿Cuánto tiempo lleva en el cargo?

¿Cuál es su formación profesional?

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PSAH

1. ¿Cómo se ha cambiado el programa de PSAH desde su origen en 2003 a la actualidad?
2. ¿Fue positivo el cambio? ¿Qué se logró y que haría falta para llevar a cabo los cambios necesarios?
3. ¿Cómo usted (desde su cargo) ha influenciado en estos cambios?
4. ¿Qué actores son fundamentales para la implementación del PSAH?
5. ¿La población - objetivo de PSAH es amplia y adecuada?
6. ¿Están claramente planteados los mecanismos de implementación?
7. ¿Existen mecanismos de participación social en el diseño del instrumento?
8. ¿Se plantea éste instrumento a largo/mediano/corto plazo? ¿Cómo debería de ser?
9. ¿Hay sinergia explícita con otros instrumentos o programas (de conservación u otros) e instituciones correspondientes a nivel federal o estatal?
10. ¿El instrumento plantea un esquema de corresponsabilidad? ¿Con quién? ¿En qué forma?

EVALUACIÓN DE PSAH

11. ¿Los servicios e infraestructura administrativa actual son adecuados para el instrumento?
12. ¿La calidad de los servicios se mantiene con los cambios de administración?
13. ¿Ha habido suficiente difusión y fomento del instrumento a lo largo de su implementación?
14. ¿Los canales de implementación del instrumento son los adecuados?
15. ¿La relación costo-beneficio para el gobierno ha sido positiva o negativa?
16. ¿La relación costo-beneficio para el usuario ha sido positiva o negativa?
17. ¿El marco legal y normativo facilita lograr los objetivos del instrumento?
18. ¿Los recursos económicos son suficientes para alcanzar las metas planteadas? ¿Hay un uso
19. ¿Se han cumplido los objetivos del instrumento en el periodo de aplicación en México (2003-2012)?
20. ¿Existen metas e indicadores claros para la evaluación del instrumento? ¿En que se basan? ¿Qué les faltaría incluir? ¿Qué indicadores serían los adecuados para la medición de estas metas?
21. ¿Existe un sistema de monitoreo de beneficios (sociales, ambientales, etc.) del instrumento? ¿Quién lo lleva a cabo? ¿Con que criterios?

Hay en cuanto, en el sentido de que los informes se le solicita que mencionen esos puntos, pero obviamente es lo que nos informan los propios beneficiarios. Y de lo que nosotros percibimos a la vez de las verificaciones, pero una metodología así concreta no tenemos.

CONSERVACIÓN AMBIENTAL

22. ¿El instrumento es adecuado para todo tipo de ecosistema?

23. ¿Cree que el PSAH promueve prácticas de manejo que contribuyan a la conservación ambiental y al uso sustentable? ¿De qué manera?
24. ¿Cree que el PSAH contribuye a la conciencia ambiental en la sociedad?
25. ¿Considera que el PSAH sea un instrumento adecuado para el Suelo de Conservación del DF?
26. ¿Se incorpora y considera el conocimiento científico en la implementación del programa? ¿En qué etapa y en qué sentido? ¿El conocimiento tradicional o de los beneficiarios se incorpora en algún punto?

SOCIEDAD

27. ¿Considera que el PSAH genera efectos positivos en la organización social? (entre la comunidad, con otras comunidades, entre productores o actores) ¿Cuáles?
28. ¿Considera que el PSAH genera efectos negativos en la organización social? (entre la comunidad, con otras comunidades, entre productores o actores) ¿Cuáles?
29. ¿Considera que el instrumento ha fortalecido las capacidades internas de las comunidades participantes para un mejor manejo?
30. ¿Considera que el PSAH genera una mayor cohesión social entre los miembros de las comunidades? (trabajo colectivo, resolución de conflictos)
31. ¿Considera que el PSAH genera una mayor cultura ambiental y mayor concientización?
32. ¿El PSAH ha generado que otros miembros de la comunidad participen? (niños, jóvenes, mujeres, mayores de edad)
33. ¿El PSAH ha generado mayores y mejores vínculos entre las comunidades y las autoridades? ¿Con otros actores? ¿Cuáles y cómo?

ECONOMICOS

34. ¿El PSAH genera mayores y más equitativos beneficios económicos para las comunidades con relación a otras actividades y programas?
35. ¿Qué faltaría hacer para que los ingresos por PSAH fueran permanentes? ¿Considera que es importante que sea permanente?
36. ¿El tener un instrumento como el PSAH promueve que haya un aprovechamiento integral del bosque?
37. ¿Es fácil de promover el PSAH en el mercado? (conocer intermediarios, conocer precios, precios adecuados, acceso al mercado, fondos mixtos) ¿Es necesario crear mercados locales, autosuficientes? ¿Qué hace falta?
38. ¿Qué mecanismos existentes serían mejores para un manejo integral del bosque (de los que administra la CONAFOR) en referente al programa federal, fondos concurrentes, etc.?
39. ¿Cree que debería existir una certificación para el PSAH? ¿Por qué?

40. Enliste los más importantes avances logrados y las limitaciones enfrentados al momento en la implementación del programa en México.

41. ¿Cuál sería el futuro del programa en México? Institucionalmente, en financiamiento, en participación ciudadana, criterios de elegibilidad.

Comentarios libres al respecto del PSAH en México y el DF.

Entrevistas a Comuneros. Trabajo de campo 2013. Realizado por María Nelly Almaraz y Víctor Ricardez

1) PRESENTARSE

2) NOTIFICAR QUE las entrevistas se realizan dentro de las actividades académicas del proyecto de investigación 155039 de Ciencia Básica CONACYT “DESARROLLO DE UN ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS SOCIO-AMBIENTALES DEL PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL”, que lleva al cabo el COLMEX.

3) ENTREVISTA

_____ para el presidente de BC _____

1. ¿Cuál es el origen de Bienes Comunales?
 2. ¿Cuándo se formó?
 3. ¿Cómo se organiza el sistema de autoridades dentro de la Comunidad (sistema de cargos y su papel)?
 4. ¿Cómo se hace la asignación de los cargos?
 5. ¿Cómo participa cada uno de esos cargos en el manejo del bosque?
- _____ datos generales _____
6. Su nombre y edad, por favor.
 7. ¿Nació usted dentro de la comunidad? ¿Es comunero?
 8. ¿Para ejercer algún cargo comunal es necesario pertenecer a la comunidad?
 9. ¿Cuál es su cargo y la vigencia?
 10. ¿Cuáles son sus responsabilidades dentro del cargo desempeñado?
 11. ¿Qué relación tiene su cargo con el manejo o cuidado del bosque?
 12. Además de su cargo en los Bienes Comunales, ¿realiza Usted alguna otra actividad?
 13. ¿Cuánto tiempo dedica a esta actividad a la semana (días, horas)?
 14. Después de terminar sus funciones, ¿puede ejercer el mismo u otro cargo dentro de la comunidad?
 15. ¿Le gustaría seguir desempeñando el mismo cargo u otro?

_____ programas de conservación _____

16. ¿Cómo se entera la Comunidad sobre los programas de conservación en que puede participar?
17. ¿Cuáles programas de conservación conoce que se han aplicado en la comunidad?
18. ¿Cuál es la principal motivación para participar en programas de conservación ambiental?
19. ¿Cómo se benefician los comuneros y la comunidad en general de estos programas?
20. ¿Considera que es necesario seguir participando en los programas de conservación ambiental?
¿Por qué?
21. ¿Conoce el programa federal de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en que participa la comunidad?
22. ¿Podría decir sus objetivos y compromisos por parte de la comunidad (en términos generales)?
23. ¿Con que autoridades (federales, estatales y delegacionales) se debe interactuar para participar en los programas de conservación? ¿En qué forma? ¿Cuáles son sus compromisos?

_____ beneficios ambientales _____

24. ¿Cuál es la importancia del bosque para la comunidad y los comuneros?
25. ¿Detecta alguna problemática (ambiental, social, etc.) en su comunidad en relación al bosque?
26. ¿Cree que es importante conservarlo? ¿Por qué?
27. ¿Cree que los programas de conservación ambiental son una buena opción para preservar el bosque? ¿Por qué?
28. ¿Considera que el programa federal de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en que participa la comunidad contribuye con la conservación del bosque? ¿Cómo?

29. ¿Conoce qué actividades se realizan en la comunidad para cumplir con los compromisos de programas de conservación?

30. ¿Usted participa en estas actividades o algunas otras (no necesariamente vinculadas con estos programas)? ¿En qué forma?

31. ¿Qué actividades Usted podría proponer para contribuir a la conservación del bosque, además de las contempladas en los programas ambientales existentes?

_____ beneficios sociales _____

32. ¿Considera que los programas de conservación ambiental generan algunos efectos positivos en la comunidad? ¿Cuáles son?

33. ¿Siente Usted que haya mayor unión en la comunidad a partir de la participación en los programas de conservación? ¿En qué sentido?

34. ¿Considera que los programas de conservación ambiental generan algunos efectos negativos en la comunidad? ¿Cuáles son?

35. ¿Siente usted que haya más conflictos en la comunidad a partir de la participación en los programas de conservación? ¿En qué sentido?

36. ¿Considera Usted que se requiere más y mejor información acerca de los programas de conservación y las actividades que se llevan a cabo para este fin?

37. ¿Conoce cómo participan las mujeres, los jóvenes y los niños en las actividades de la conservación ambiental?

38. ¿Considera que se haya formado una mayor conciencia ambiental en la comunidad en los últimos años? ¿Cómo la identifica?

_____ beneficios económicos _____

39. ¿Conoce cuanto financiamiento obtiene la comunidad por participar en de los programas de conservación?

40. ¿Conoce cómo y quién decide en que se invierte este financiamiento y para qué actividades?

41. ¿Estos programas lo benefician a usted? ¿En qué forma?

42. ¿En qué proporción el ingreso por los programas de conservación contribuye a su ingreso mensual total?

43. ¿Cuál es el rango de sus ingresos totales mensuales? (1-2 SM, 3-5 SM, más de 5 SM)

44. ¿Es suficiente para cubrir sus necesidades?

45. ¿Cuánto considera que debería de pagarse a las personas que participan en los programas de conservación? ¿Por cuánto tiempo y que tipo de actividades?

Guion entrevistas - Comunidad San Miguel y Santo Tomás Ajusco para actores internos trabajo de campo 2016- 2017. Realizadas por Iskra Rojo

Proyecto de Problemas Nacionales 246947 CONACYT, responsable M. Perevochtchikova, COLMEX

I. Datos generales del actor entrevistado

- Nombre
- Edad
- Nació en la comunidad? (O desde cuándo vive en la comunidad?)
- Es comunero?
- Cuál es el nivel de sus estudios?
- Cuál es su ocupación principal (actividad/es económica/s con que gana la vida)?
- Actualmente desempeña cargo en la comunidad?, Cual es? Cuándo inició? Cuándo termina?
- Ha desempeñado algunos cargos anteriormente? Cuales? En qué periodos?

II. Historia, organización comunitaria y fuentes de ingreso

1. Historia de la comunidad

- a) Cuándo se fundó la comunidad? Cómo ha sido su historia y de la propiedad de la tierra (comunal)?
- b) Cuáles han sido los momentos de cambio más importantes a lo largo de la historia? O del periodo que tenga usted conocimiento?
- c) Cómo han cambiado las actividades económicas o productivas de la comunidad a lo largo de la historia?
- d) Cuáles han sido los principales problemas que la comunidad ha vivido (internos y externos)?
- e) Cómo es la relación con las comunidades vecinas? Han tenido colaboraciones? De qué tipo?
- f) Cuáles han sido los principales cambios en infraestructura (Vías de acceso, caminos, puentes, telefonía) que han tenido?
- g) Cuando llegaron servicios básicos de agua, drenaje, electricidad, salud, educación, qué cambios generó?

2. Organización comunitaria

- a) Cuántos comuneros tiene la comunidad?
- b) Cuál es la periodicidad y asistencia a las asambleas?
- c) Cómo fue el proceso para el establecimiento del reglamento o estatuto comunal? Se han realizado ajustes?
- d) Cómo fue el proceso de ordenación del territorio? Existe un programa de OT? Cuando y porque se presentó? Está aprobado por la Asamblea?
- e) Existen reglas comunitarias internas? Hay cumplimiento de estas reglas, cómo se monitorea su cumplimiento?
- f) Qué sanciones existen cuando hay incumplimiento de las reglas?
- g) Qué actividades se desarrollan de manera colectiva? Existen y qué tan importante son las prácticas de tequio y mano vuelta? Que actividades se desarrollan de forma de faenas?
- h) La comunidad (y usted personalmente) confía en las autoridades de Bienes Comunales?, cómo son asumidas por la comunidad sus decisiones?
- i) Cómo es la rendición de cuentas de las autoridades comunitarias ante la comunidad?

- j) Qué organizaciones locales y grupos de trabajo productivos (leche, etc.) y/o extractivos (agua, madera, suelo, etc.), secretarías y grupos de conservación (ecoturismo) existen en la comunidad?
- k) Nos podría sugerir algunos líderes de estas organizaciones con quienes podíamos platicar?

III. Actividades productivas y fuentes de ingreso

1. Actividades productivas

- a) Cuáles son las principales actividades productivas de los hogares de la comunidad: agrícolas, pecuarias, forestales maderables y no maderables, ecoturismo, trabajos del sector manufacturero y servicios (jornales, albañilería, comercio, empresas familiares como panadería, tortillería)?
- b) Cuáles son los principales productos y/o servicios que se venden en el mercado externo?, en dónde se venden/se comercializan? hay intermediarios o se venden directamente?
- c) ¿Cuál en su opinión es el promedio de ganancias por hogar en la comunidad?

2. Programas de apoyo

- a) Conoce cuáles son los programas de apoyo y/o subsidios recibidos por la comunidad (social, agropecuario, forestal, conservación)?
- b) De que instituciones (gubernamentales y de ONGs) han sido?
- c) Cuáles son los principales compromisos adquiridos por la comunidad dentro de estos programas?
- d) Qué capacitaciones se han recibido en la comunidad para estos programas?
- e) Cómo es la relación con las instituciones de apoyo (Gobierno, ONG's, A.C., otras comunidades)?
- f) Cuales han sido problemas de las interrelaciones con estas instituciones?

3. Migración

- a) Qué tan importante es la migración en la comunidad?
- b) Conoce, como cuántas personas por hogar se van a trabajar fuera de la comunidad y de México?
- c)Cuál es el principal destino de los trabajadores? Por cuánto tiempo usualmente se van?
- d) Cuáles son los trabajos generalmente desarrollados por los ellos?

IV. Conservación de los RN

1. Manejo forestal

- a) Con qué recursos naturales cuenta la comunidad?
- b) Conoce cuál es el estado de conservación de los bosques de la comunidad?
- c) Quienes se benefician de la protección de los ecosistemas (comunidad, región, estado, país)?
- d) Cuáles son las reglas en el manejo y uso de los RN más importantes en la comunidad?
- e) Qué recursos naturales, como bosque y agua se aprovechan?, con qué fin (autoconsumo, consumo en la comunidad, venta)?
- f)Cuál es la infraestructura disponible para el aprovechamiento sustentable de RN (caminos, agua, luz, cabañas, Albergue, ciclovías, etc.)?
- g) Quiénes realizan monitoreo u observaciones del estado de los RN? Con qué equipos y apoyos cuentan?

2. Programas de conservación

- a) Existe el interés en conservación forestal en la comunidad?
 - b) Cómo ha sido la historia de proyectos de conservación en la comunidad?
 - c) Existen líderes en conservación?, quienes son? Desde hace cuanto existen? Son reconocidos?
 - d) Cuál es el listado de los programas actuales de conservación? qué instituciones participan?
 - e) Cuáles han sido los compromisos adquiridos como comunidad dentro de estos programas?
 - f) Cuáles han sido los resultados generales de estos programas en la comunidad (actividades en el bosque, caminos, vehículos, escuela, etc.)?
3. Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)
- a) Cómo ha sido el proceso de establecimiento, funcionamiento y modalidades del programa de PSAH federal y de Fondos Concurrentes en la comunidad?, Cuales han sido sus periodos y ubicación?
 - b) Actualmente existe el seguimiento de estos programas? Hay programas vigentes?
 - c) ¿Conoce el Plan de Mejores Prácticas de Manejo? ¿En su opinión tienes utilidad? Porque?
 - d) Cual es papel del técnico forestal para el PSA y PMPM? Cual es su impresión de su desempeño? Que materiales y de que calidad presenta (debe presentar)? Esto ayuda a la comunidad?
 - e) Quienes participan/han participado en el programa? de qué forma?, cómo se eligen a los participantes?
 - f) Cuáles son los montos anualmente recibidos?, Cómo se ha distribuido el financiamiento obtenido?
 - g) Cuál es el impacto de la distribución y uso del dinero en los hogares y comunidad?
 - h) El programa de PSAH ha promovido otras actividades productivas y en especial al ecoturismo?
 - i) Qué problemas y conflictos (inter- e intra- comunitarios) han surgido en relación con el PSAH?
 - j) Cuáles es su percepción sobre los resultados generales del PSAH en términos ambientales (conservación), sociales (fortalecimiento de bienes públicos y comunes), económicos (fortalecimiento de ingresos)?
 - k) A qué atribuye los resultados obtenidos?, cuáles son las causas?
 - l) ¿Durante qué administración ha tenido mayor desarrollo el PSAH en la comunidad?
 - m) Si el programa de PSAH no existiera que pasaría con los bosques de la comunidad, que usos se les daría?
 - n) Qué capacitaciones se han ofrecido dentro del programa de PSAH?
4. Consideraciones finales
- a) Existe interés en participar en otros instrumentos de conservación forestal (REDD, programas CONAFOR)?
 - b) Qué necesidades se han suplido con la participación en PSAH, y cuales siguen vigentes?

Guion entrevistas - Comunidad San Miguel y Santo Tomás Ajusco para actores externos trabajo de campo 2016. Realizadas por Iskra Rojo y María Perevochtchikova

I. Datos generales del actor entrevistado

- Nombre
- Edad
- Cuál es su nivel de estudios?
- A qué institución hace parte?, qué cargo y funciones desempeña?
- Por qué razón conoce a SMSTA?, Cómo fue el primer contacto con la comunidad?, Qué desarrollo ha tenido la relación con la comunidad?
- Desde hace cuánto tiempo está colaborando con la comunidad?

II. Historia, organización comunitaria y trabajo con SAB

3. Conocimiento de la historia de la comunidad

- h) Cuáles han sido los momentos más importantes en la historia de la comunidad?
- i) Cómo han cambiado las actividades económicas o productivas de la comunidad a lo largo de la historia?
- j) Cómo ha cambiado la relación y el uso de los RN en la historia de la comunidad?
- k) Cuáles han sido los principales problemas que la comunidad ha vivido (internos y externos)?
- l) Cuáles han sido los principales cambios en infraestructura (Vías de acceso) y servicios que la comunidad ha tenido?

4. Conocimiento de la organización comunitaria

- a) Cómo fue el proceso para el establecimiento de reglas (reglamento o estatuto comunal)? Se han realizado ajustes?, cómo fue el proceso de ordenación del territorio?
- b) Hay cumplimiento de las reglas, cómo se monitorean?
- c) Qué sanciones existen cuando hay incumplimiento?
- d) Cómo es la rendición de cuentas, periodicidad y asistencia a las asambleas?
- e) La comunidad confía en Bienes Comunales?, cómo son asumidas por la comunidad las decisiones de Bienes comunales?
- f) Qué organizaciones locales y grupos de trabajo productivos (café, entre otros) y de conservación (ecoturismo, brigadas) existen en la comunidad?
- g) Qué actividades se desarrollan de manera colectiva?, qué tan importante son las prácticas de tequio y mano vuelta?
- h) Cómo es la relación con las comunidades vecinas?, Con las Entidades gubernamentales de todos los niveles de gobierno, federal, estatal, municipal)?, con las ONG?

5. Relacionamiento con SMSTA

- a) Cuándo inició el relacionamiento? Por qué motivo?
- b) Qué tipos de apoyo han brindado a SMSTA?
- c) Han brindado capacitaciones? En qué temática y con qué frecuencia?
- d) Cómo han sido los resultados obtenidos del trabajo con SMSTA?
- e) Cómo considera a la organización local en SMSTA (fortaleza, confianza, rendición de cuentas)?
- f) Existe confianza entre la comunidad y su institución?

III. Actividades productivas y fuentes de ingreso de la comunidad

1. Actividades productivas

- a) Cuáles son las principales actividades productivas de los hogares de la comunidad: agrícolas, pecuarias, forestales maderables y no maderables, ecoturismo, trabajos del sector manufacturero y servicios (jornales, albañilería, comercio, empresas familiares como panadería, tortillería)?
- b) Cuáles son los principales productos comercializados en el mercado externo?, en dónde se venden? hay intermediarios o se venden directamente?

2. Programas de apoyo

- g) Cuáles son los principales programas de apoyo recibidos por la comunidad (social, agropecuario, forestal, conservación)?
- h) Cuáles son los principales compromisos adquiridos en estos programas?
- i) Cómo actor externo tiene algún compromiso con la comunidad en el marco de algún programa de apoyo?, explique
- j) Ha apoyado a la comunidad con capacitaciones? De qué tipo?

3. Migración

- e) Qué tan importante es la migración en la comunidad?
- f) En promedio, cuántas personas por hogar se van a trabajar fuera de la comunidad?
- g) Cuál es el principal destino de los migrantes?
- h) Por cuánto tiempo usualmente se van?
- i) Cuáles son los trabajos generalmente desarrollados por los migrantes?

IV. Conservación de los RN

5. Manejo forestal

- a) Con qué recursos naturales cuenta la comunidad?, cuál es el estado de conservación de los bosques de la comunidad?
- b) Quienes se benefician de la protección de los ecosistemas (comunidad, región, estado, país)?
- c) Cuáles son las reglas en el manejo y uso de los RN más importantes en la comunidad?
- d) Qué recursos naturales, como bosque y agua se aprovechan?, con qué fin (autoconsumo, consumo en la comunidad, venta)?
- e) Cuál es la infraestructura disponible para el aprovechamiento sustentable de RN (camino, agua, luz, cabañas)?
- f) Quiénes realizan monitoreo del estado de los RN? Con qué equipos y apoyos cuentan?

6. Programas de conservación

- a) Cómo ha sido la historia de proyectos de conservación en la comunidad?
- b) Existen líderes en conservación?, quienes? Desde hace cuánto? Son reconocidos?
- c) Cuáles han sido los compromisos adquiridos como actor externo en alguno de estos programas?
- d) Cuáles han sido los resultados generales de estos programas en la comunidad (conservación per se, caminos, vehículos, escuela, etc.)?

7. Conocimiento del programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH)

- o) Cómo ha sido el proceso de establecimiento en la comunidad, funcionamiento, modalidades (PSAH federal y de Fondos Concurrentes), periodos, ubicación?

- p) Quiénes participan en el programa? de qué forma (brigadas)?, cómo se eligen a los participantes?
 - q) Cuáles son los montos anualmente recibidos?, Cómo se ha distribuido el financiamiento obtenido?
 - r) Cuál es el impacto de la distribución y uso del dinero en los hogares y comunidad?
 - s) Qué relación existe entre el PSAH y otras actividades productivas como el ecoturismo?
 - t) Qué problemas y conflictos (inter e intra comunitarios) han surgido en relación con el PSAH?
 - u) Cuáles son los resultados generales del PSAH en términos ambientales (conservación), sociales (fortalecimiento de bienes públicos y comunes), económicos (fortalecimiento de ingresos)?
 - v) A qué atribuye los resultados obtenidos?, cuáles son las causas más importantes que inciden en estos resultados (percepción propia acerca de las causas)?
 - w) Si el programa de PSAH no existiera que pasaría con los bosques de la comunidad, que usos se les daría?
 - x) Qué capacitaciones ha ofrecido el programa de PSAH?
8. Consideraciones finales
- c) Existe interés en participar en otros instrumentos de conservación forestal (REDD, otros programas de CONAFOR)?
 - d) Qué necesidades se han suplido con la participación en PSAH, que necesidades siguen vigentes en la comunidad?

Anexo 5 Resultado del proceso evaluación y ponderación con expertos. Segunda propuesta evaluada con expertos de México y Canadá

INDICADORES→	Sociales					Económicos			Agua			
Expertos	Equidad del acceso al agua	Equidad en el acceso al agua de calidad	Manejo de recurso (huella hídrica)	Educación ambiental	Percepción sobre el valor de la naturaleza	Pobreza	Desigualdad	Inequidad	Zona de carga y de descarga	Infiltración	Calidad del agua (análisis básico)	Calidad del agua (patógenos, plaguicidas y metales pesados)
1	4	4	4	2	2	3	1	3	4	3	5	5
2	5	5	5	1	2	4	1	2	1	4	5	5
3	4	4	3	5	4	4	1	1	3	4	5	5
4	5	5	4	2	5	5	1	5	2	3	5	5
5	4	4	2	5	5	4	3	3	4	4	5	5
6	3	3	5	3	4	5	1	1	2	4	5	5
7	4	4	5	2	2	3	3	3	1	3	5	5
8	5	5	4	3	4	2	4	2	5	5	5	5
9	5	5	5	4	5	5	1	5	1	5	5	5
10	3	3	5	1	4	5	4	4	3	3	5	5
11	5	5	5	3	5	5?	?		4	5	5	5
12	3	3	2	3	4	3	2	2	2	3	4	4
13	3	3	1	1	2	3	4	1	2	4	5	5
14	3	3	1	1	5	2	1	2	2	4	5	5
15	3	3	4	5	3	2	4	3	1	4	5	5
16	5	5	2	4	5	1	3	4	3	4	5	5
17	5	5	4	4	5	1	2	3	2	4	5	5
18	3	3	1	1	4	1	1	2	2	4	5	5
19	5	5	3	5	5	1	2	5	2	4	5	5
20	4	4	3	1	4	1	2	1	2	5	5	5
21	3	3	4	5	4	4	2	2	1	4	5	5
22	5	5	4	2	3	3	1	3	3	4	5	5
23	5	5	3	2	5	1	1	5	5	5	5	5
24	3	3	3	1	3	1	1	3	2	4	5	5
25	4	4	1	1	5	3	1	2	3	5	5	5
TOTAL	101	101	83	67	99	72	47	67	62	101	124	124

Escala de evaluación: 1 No es útil 2 Poco útil 3 Utilidad media 4 Es útil 5 Excelente selección

Continuación...

Suelo		Biodiversidad		Bosque			Ecosistema
<i>Propiedades hídricas</i>	<i>Análisis químico</i>	<i>Especies elementales en la cadena trófica</i>	<i>Inventario de aves</i>	<i>Composición de la biodiversidad</i>	<i>Composición en el estadio</i>	<i>Retención de árboles muertos</i>	<i>Dinámicas no naturales de cambio</i>
5	2	3	3	4	4	4	1
5	3	4	5	5	4	5	5
5	1	1	3	4	4	1	3
4	4	2	3	5	5	4	1
5	5	3	4	5	5	3	4
5	3	4	4	5	5	4	2
4	3	3	3	4	4	1	3
4	1	3	3	3	3	4	1
4	3	1	3	4	4	3	2
3	3	5	4	5	5	5	5
3	3	3	3	3	3	3	4
5	4	4	4	5	5	5	5
5	5	4	5	5	5	5	1
3	1	3	2	3	3	1	1
5	4	4	5	4	4	5	2
3	3	3	2	4	4	1	1
5	4	4	4	5	5	3	3
5	3	3	4	4	3	1	3
4	4	4	3	5	5	5	3
4	3	3	4	4	4	1	1
4	4	4	5	4	4	5	4
5	5	4	4	5	5	4	3
3	3	4	4	4	4	3	5
5	4	3	5	5	5	4	3
5	3	3	3	4	3	3	4
108	81	82	92	108	105	83	70

Escala de evaluación: 1 No es útil 2 Poco útil 3 Utilidad media 4 Es útil 5 Excelente selección

Resultado del proceso evaluación y ponderación con expertos. Tercera propuesta evaluada con expertos a través de entrevistas a profundidad, reuniones, retroalimentación y el examen de candidatura.

INDICADORES→	Sociales				Económicos			Agua		
	Expertos	Gobernanza	Participación e inclusión	Educación ambiental	Grupos de poder y redes asociadas al bosque agua	Valor económico del SE	Valor económico para los usuarios por sustitución	Valor económico para proveedores	Calidad integral del agua	Capacidad de amortiguamiento del agua (suelo y vegetación)
Daniel Kneeshaw		5	2	1	2	5	5	3	5	5
Elise Filotas		5	1	1	4	4	4	4	5	5
Isabelle Aubin		5	2	4	1	4	4	4	5	5
Javier Delgado**		5	4	2	1	5	5	3	5	3
Jerome Dupras		5	1	3	3	5	5	5	5	3
María Perevochtchikova**		5	1	1	1	4	3	4	4	2
Sara Teitelbaum		5	4	3	3	5	5	4	5	5
Sophie Ávila**		5	1	1	2	3	2	2	5	2
Tanya Handa		4	1	3	2	4	5	5	5	5
Tizbe Arreteaga**		5	4	2	2	4	3	4	5	3
TOTAL		49	21	21	21	43	41	38	49	38

Suelo			Biodiversidad							Bosque	Ecosistema		
Propiedades	Compactación y caracterización	Análisis químico	Especies clave	Especie relacionadas al agua	Endemismos	Especies raras	Especies invasoras	Calidad del hábitat	Especies elementales en la cadena trófica	Dinámica forestal natural	Cambios del ecosistema	Adaptabilidad	Resiliencia
5	3	4	2	5	2	2	2	5	3	5	5	4	3
5	3	4	4	4	1	1	1	5	2	2	2	4	5
4	4	4	4	4	3	3	3	5	3	2	2	3	4
5	3	3	5	5	5	2	2	2	3	5	5	5	4
5	2	3	5	5	1	1	1	5	1	2	2	2	2
3	2	2	2	5	1	1	1	3	1	2	2	1	1
5	2	2	4	5	2	2	2	4	1	3	3	3	2
4	2	2	2	4	4	2	3	3	1	2	2	2	2
5	2	2	3	5	2	2	2	5	3	4	1	2	3
5	4	1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	3	3
46	27	27	35	46	25	20	21	40	19	30	27	29	29

Escala de evaluación: 1 No es útil 2 Poco útil 3 Utilidad media 4 Es útil 5 Excelente selección

Anexo 6 Listado de especies

FLORA

Pinus hartwegii
Abies religiosa
Muhlenbergia quadridentata
Festuca hephaestophila
Calmagrostis toluensis
Festuca amplissima
Arceuthobium globosum
A. vaginatum
Dendroctonus adjunctus
D. valens,
D. approximatus,
Conophthorus ponderosae
Gnathotrichus sulcatus
Megastigmus albifrons
Ipsiniger
I. bonansea
I. mexicanus
Dioryctria baumhoferi
Conotrachelus neomexicanus
Eucosma sp.
Rhyacionia sp.
Halisidota alternata
Neodiprion guillettei
Leptoglossu soccidentalis
Pythioptorus spp
Synanthedoncardinalis
Pinus rudis
P. montezumae
P. ayacahuite var. *veitchii*,
P. pseudostrobis
Ainus jorullensis
Lupinus elegans
L. montanus
Penstemon gentianoides
Senecio cinerarioides
S. sinuatus
Stipaichu,
Poa conglomerata
P. annua,
Bryum procerum
Alchemilla procumbens

FAUNA

Romerolagus diazi
Streptoprocne semicollaris
Sylvilagus sp.
Lynx rufus
Mephitis macroura,
Sciurus aureo gaster
Odocoileus virginianus
Neotomodo nalstoni

Xenospiza baileyi
Amazilia beryllina
Falco sparverius
Cyrtonyx montezumae
Rhyacosiredon zempoalensis
Canis latrans
Sylvidagus floridanus
Sylvidagus cunicularis
Cratogeomys merriami
Sciurus aureo gaster
Sceloporus grammicus
Sceloporus micronatus micronatus
Brasiarudicollis
Aghkistrodon b. bilineatus
Coniophanes lateritius
Rhyacosiredon zempoalensis
Pseudoeurycea altamontana
Sceloporus palaciosi
Sceloporus jarrovisugillatus
Barisia imbricata
Storeria astorerioides
Thamnophis sequeques
Crotalus triseriatus triseriatus
Cathartes aura
Buteo jamaicensis
Dendrortyx macroura macroura
Cyrtonyx montezumae montezumae
Aegolius sacadicus acadicus
Glaucidium sp.
Lampornis clemenciae clemenciae
Dendrocopos ssp.
Colaptes auratus mexicanus
Cyanocitta stelleri
Didelphys virginiana californica
Eptesicus fuscus miradorensis
Lasiurus sp.
Myotis sp.
Plecotus mexicanus
Dasylops vemicintus mexicanus
Sciurus aureo gaster socialis
Reithrodontomys sp.
Peromyscus sp.
Canis latrans scagotis
zorras (Urocyon cinereoargenteus nigrirostris),
Mephitis macroura
Conepatus sp.
Nasua nasua
Odocoileus virginianus mexicanus

Anexo 7 Actores clave entrevistados y encuestados en el trabajo de campo 2012- 2017

Trabajo de campo de 2012 (Realizado por Maria Perevochtchikova, Analí Perez, Enrique Perez, Clemencia Santos, Irma Escamilla, Omar Ortíz, Esther Sandoval, Miguel A. Abad R. Iskra Rojo.)

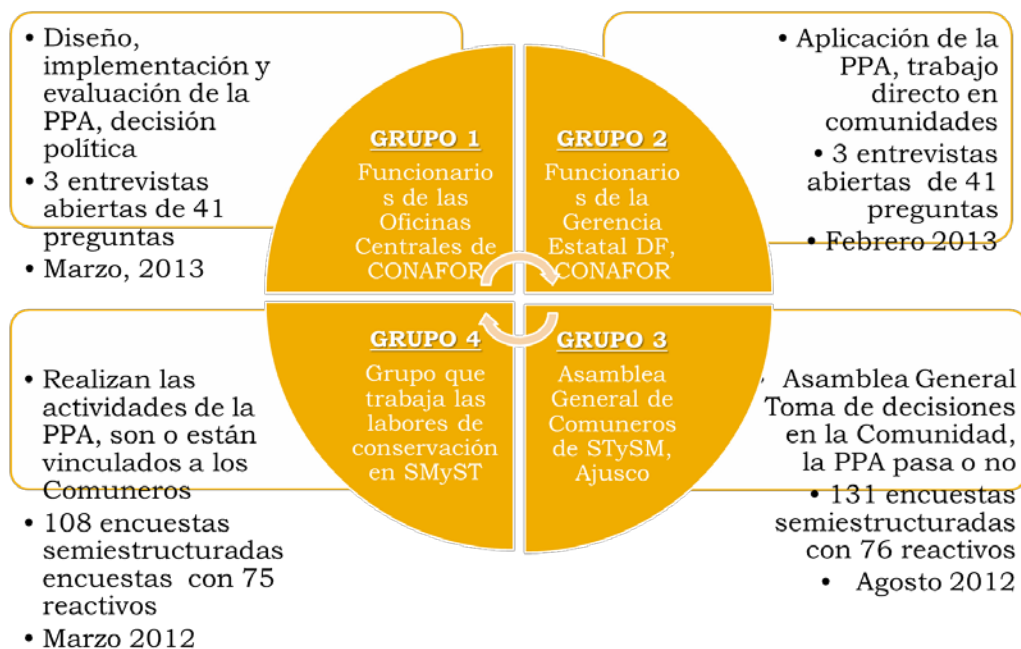
	Grupo 1 Trabajadores del PSA	Grupo 2 Comuneros
<i>Género</i>	63% hombres y 37% mujeres	79% son hombres y 21% mujeres
<i>Edad</i>	Entre 14-69 años	Entre 24-92 años
<i># Miembros</i>	3 a 5 por familia, promedio 4	5 a 14 por familia, promedio 5
<i>Escolaridad</i>	43% secundaria, 39% primaria, 11% preparatoria, 5% licenciatura y 2% sin escolaridad	29% primaria, 25% secundaria, 21% preparatoria, 12% licenciatura, 5% otro, 5% n/c y 3% posgrado
<i>Son</i>	61% familiares de comuneros, 9% comuneros, 10% ninguno y 28% n/c	79% comuneros, 16% familiares, 1% vecindados y 4% n/c
<i>Con cargo político</i>	Presidente del Comisariado, Suplente del Comisariado, Secretario de Ecología, Secretario Forestal y Asesor Jurídico, presentes	
<i>De la comunidad hoy</i>	100% son de la comunidad (1 n/c)	88% han sido de la comunidad entre 6 a 86 años (13 n/c)
<i>Originarios</i>	La mayoría, el 93%	83% (14% mujeres), 9% nació fuera (6% mujeres) y 8% n/c
<i>Actividad dentro</i>	77% realiza su actividad económica	* Sólo datos para comercio, 14%
<i>Familiares trabajando</i>	70% al menos un familiar	22% al menos un familiar

Trabajo de campo de 2013 (Realizado por Iskra Rojo)

CONAFOR (PSA-H):

- Lic. Sofía Cortina Segovia
- M. en C. Biol. Adriana Saldaña Espejel
- Ing. Rec. Nat y Agrop. M. Derecho ambiental y pp Rubén Pérez Peña
- Ing. Arq. M. planeación y desarrollo urbano Oscar Zárate Arenas.
- Ing. M. en Rec Nat Forest. Ricardo García García.
- Biol. Esther Sandoval Palacios

Datos de entrevistas y encuestas de 2012- 2013



Trabajo de campo (2016- 2017)

Comuneros con cargos:

- Lic. **Juan César Camacho Castillo**, Presidente de los Bienes Comunales (2010-2013), subdelegado (¿?) e integrante de varias comisiones en diferentes momentos
- Ing. **Moisés Norberto Reyes Flores** Secretaría de Economía y luego Secretaría Forestal (2010-13); Representación temporal del Comisariado (Feb- Ago 2016)
- Lic. **Reynaldo Camacho Camacho** Administrador del albergue alpino (2010-13), y representación temporal del Comisariado (Feb- Ago 2016).
- Tec. **Informatica Adriana García Velázquez** Comisión de Aguas (2010-2016).
- **David Quiroz García** Varias comisiones como: caminos, veredas y barrancas; Tenencia de la tierra; Asuntos Xalatlaco; Asuntos Tlapanco; ha estado 14-5 comisiones y hoy en la Representación temporal del Comisariado Feb- Ago 2016)
- **Bernardino Bolaños López** , Técnico Comunitario (2011- hoy)
- **César Camacho Carreón**, Presidente de los Bienes Comunales (2016-2017).

CONAFOR (PSA-H):

- Dr. **Gustavo López Mendoza**. Gerente Regional de la CdMx de la CONAFOR (2014-hoy) y, hace 15 años en SEMARNAT
- M. en C. **Esther Sandoval Palacios**. Jefe de departamento de Servicios Ambientales (2010-2015); Enlace de Servicios Ambientales (desde Nov 2015)
- M. en F. **Diego David Reygadas Prado** consultor independiente y asesor Técnico de Servicios Ambientales en la Comunidad SMyst (2014-hoy, previo 2009-2010 asesoría fitosanitaria; ±1994 inventarios de flora y fauna con la UNAM y UAM)

DGCORENA (RSE):

- Lic. **Miguel Gallegos Mora**. Director de Conservación y Restauración de los Recursos Naturales de la DGCORENA (2016-hoy); supervisor técnico forestal en SARH (2001-2005); Jefe de Programa de Fomento Forestal en la SEMARNAPdel DF; Subgerente operativo regional en la CONAFOR
- Biol. **Anubis López Huerta**. Apoyo Técnico en la Subdirección de Áreas Naturales Protegidas de la DGCORENA (2013-hoy)
- Biol. **Sandra Melendes Robles (SMR)**. Apoyo Técnico en la Coordinación de Áreas Naturales (2015- hoy); la coordinación del Centro Regional no. 4 de la DGCORENA