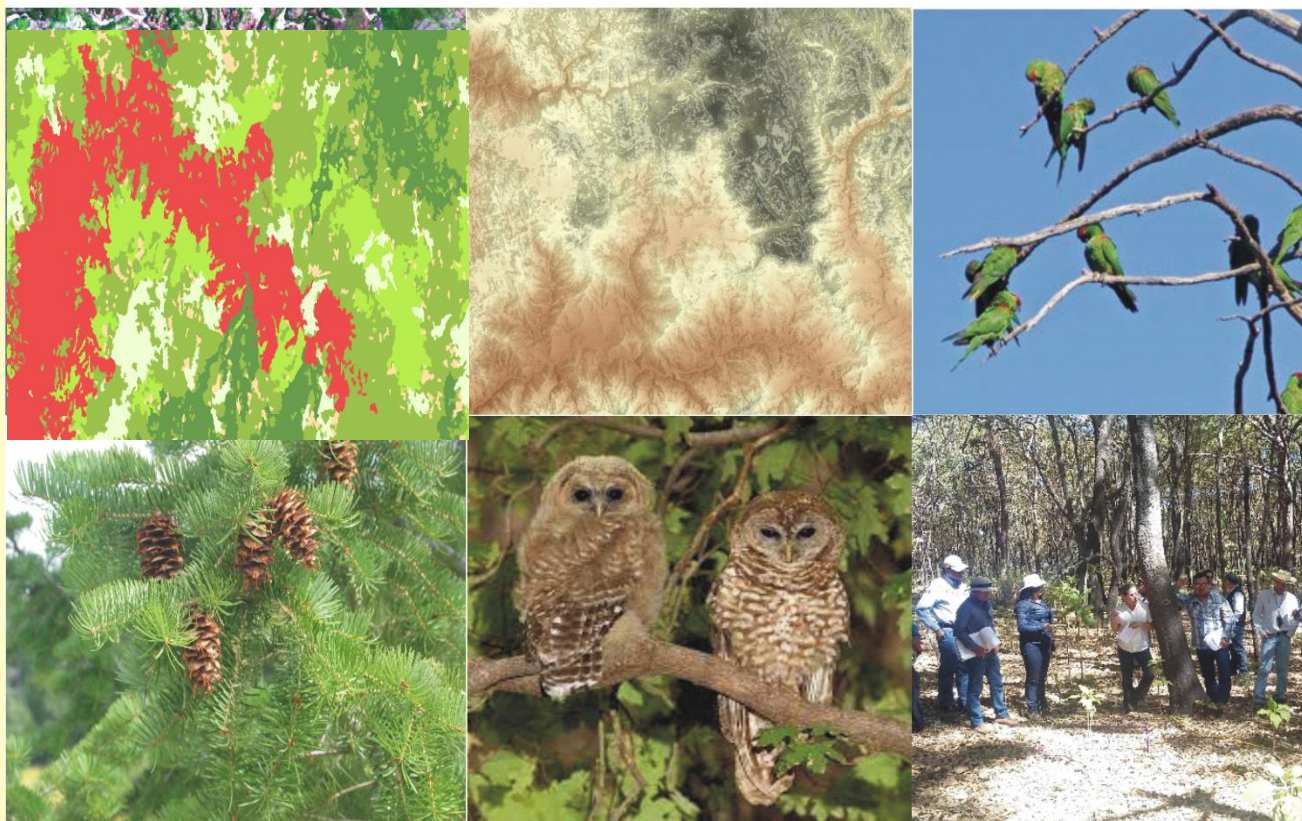


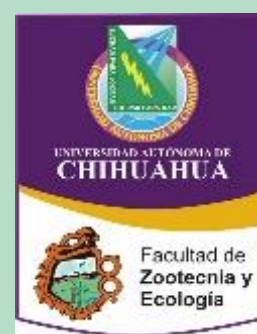
“Producir información de línea base para el Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara (SMDI-ST) y para el monitoreo de los indicadores del proyecto Tarahumara Sustentable”



Informe técnico final para el proyecto Tarahumara Sustentable

Chihuahua, Chih.

Septiembre 2016



Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Zootecnia y Ecología
Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica
Cuerpo Académico Recursos Naturales CA -16

Dr. Carmelo Pinedo Álvarez

Coordinador del proyecto, análisis e integración de información

Dra. Alicia Melgoza Castillo

Análisis y evaluación del componente biodiversidad e integración información

Dr. Federico Villarreal Guerrero

Caracterizar e integrar al SIG los diversos componentes del ecosistema como servicios ecosistémicos.

Dr. Alfredo Pinedo Álvarez

Colecta, organización, análisis, edición e implementación del SMDI-ST.

Dra. Marusia Rentería Villalobos

Mediciones de caudales de agua en arroyos y ríos y procesos de contaminación

Dra. Sandra Rodríguez Piñeros

Diagnóstico de percepción humana al estado de salud de los ecosistemas y concientización comunitaria en el manejo sostenido de los recursos naturales de la región con un enfoque participativo

Dr. Edgar Esparza Vela

Análisis de las capacidades productivas de la región para la aplicación de proyectos comunitarios con un enfoque comunitario de gobernanza ambiental.

Dr. Martin Martínez Salvador

Generar y evaluar los indicadores de sustentabilidad forestal

M.C. Otilia Rivero Hernández

Apoyo en el análisis y evaluación del componente biodiversidad

Estudiante de doctorado M.C. Víctor Manuel Aguilar Soto

Apoyo en la generación y evaluación de los indicadores de sustentabilidad forestal

Estudiante doctorado M.C. María Concepción Morales Chávez

Apoyo para la colecta, organización, análisis, edición e implementación del SMDI-ST

Estudiante maestría Ing. Jesús Alejandro Prieto Amparan

Apoyo para la colecta, organización, análisis, edición e implementación del SMDI-ST

Est. Licenciatura Diana Karely Rodríguez Molina

Apoyo para la colecta, organización, análisis, edición e implementación del SMDI-ST

Est. Licenciatura María Elena Arreola Palma

Apoyo para la colecta, organización, análisis, edición e implementación del SMDI-ST

ACRÓNIMOS DE INSTITUCIONES Y ORGANISMOS QUE COMUNMENTE FUERON CONSULTADOS EN EL PRESENTE INFORME

CEDAIN Centro de Desarrollo Alternativo Indígena, A.C.
CET Coordinadora Estatal de la Tarahumara
CNDI Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CONAFOR Comisión Nacional Forestal
CONANP Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONEVAL Consejo Nacional de la Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CONTEC Consultoría Técnica Comunitaria, A.C.
COSYDDHAC Comisión de Solidaridad y Defensa de los Derechos Humanos A.C.
FT Fundación Tarahumara José A. Llaguno
INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INI Instituto Nacional Indigenista
LA Ley Agraria
LAN Ley de Aguas Nacionales
LGDFS Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGDFSR Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento
LGEEPA Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
ONG's Organizaciones no Gubernamentales
PA Procuraduría Agraria
PDFSECH Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua
PIAI Programa Interinstitucional de Atención al Indígena
PROCYMAF Proyecto de Conservación y Manejo Forestal
PRODEFOR Programa de Desarrollo Forestal
PROFAUNA A.C. Profauna Chihuahua
PROFECTAR Proyecto de Fe Compartida de la Tarahumara
PROFEPA Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PSA Pagos por Servicios Ambientales
PTS Proyecto Tarahumara Sustentable
REDD⁺ Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques de México
RAN Registro Agrario Nacional
RFA Rainforest Alliance
SEDESOL Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG Sistemas de Información Geográfica
SINAP Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas
ST Sierra Tarahumara
TS Tarahumara Sustentable
UCODEFO Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal
UMAFOR Unidades de Manejo Forestal
UMAS Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
WWF Fondo Mundial para la Naturaleza

CONTENIDO

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS GENERALES	2
Objetivos Específicos	3
Objetivos y Metas Alcanzadas	3
METODOLOGÍA	5
Identificación y Selección de Indicadores	5
Biodiversidad e Indicadores Biológicos	10
Indicadores Ambientales	11
Indicadores Forestales	11
Indicadores Socioeconómicos	12
Índice de Rezago Social (IRS)	12
Índice de Marginación (IM)	12
Índice de GINI	12
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	12
Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente.	13
Otros indicadores	13
Indicadores de Gobernanza	13
Comunidades indígenas	13
Gobernadores indígenas	13
Tenencia de la tierra	13
Políticas y leyes relacionadas con los bosques	13
Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable	14
Número de incentivos financieros y fiscales	14
Diseño y Planificación del SMDI-ST	14
Instrumentación del SMDI-ST	14
Integración de indicadores al SMDI-ST	15
Soporte lógico y físico para administrar el SMDI-ST	15
Procesamiento de imágenes de satélite	15
Instituciones con capacidad para dar seguimiento al proyecto de monitoreo	16
Desarrollo de Investigaciones Propias	16
Cantidad y calidad de agua	16
Impacto de la actividad minera en la ST	19
Uso de suelo	20
Cambio de uso de suelo	20
Fragmentación	21
Índice de disturbio	22
Erosión del suelo	22
Índice de sequía	26
Evaluación de Diversidad	27

Calidad de Vida	27
Propuesta de una Red de Monitoreo	28
Utilización de las Herramientas de Diagnóstico y las Bases de Datos del Proyecto Tarahumara Sustentable	28
Detección de Inconsistencias y Altos Costos para la Obtención de los Indicadores del Marco Lógico	29
Indicadores de Marco Lógico	29
RESULTADOS	30
Identificación y Selección de Indicadores	30
Biodiversidad e Indicadores Biológicos	31
Indicadores Forestales	32
Plagas y enfermedades del bosque	32
Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes	32
Certificaciones de manejo forestal sostenible	33
Incendios forestales	33
Aserraderos	33
Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo	33
Cosecha de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (Incremento Medio Anual)	33
Indicadores Ambientales	33
Sequía	34
Erosión del suelo	35
Otros indicadores ambientales	35
Indicadores Socioeconómicos	36
Índice de Rezago Social (IRS)	37
Índice de marginación (IM)	37
Índice de GINI	37
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	37
Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente	37
Indicadores de Gobernanza	40
Comunidades indígenas	40
Gobernadores indígenas	40
Tenencia de la tierra	41
Políticas y leyes relacionadas con los bosques	41
Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable	42
Diseño y Planificación del SMDI-ST	42
Instrumentación e integración de indicadores al SMDI-ST	42
Instituciones con Capacidad para dar Seguimiento al Proyecto de Monitoreo	43
Investigaciones Propias	44
Calidad y cantidad de agua	44
Análisis del impacto de la industria minera en el municipio de Ocampo como área piloto de la Sierra Tarahumara.	48
Uso de suelo	49

Índice de disturbio	52
Fragmentación	54
Cambio de uso de suelo	54
Evaluación de Diversidad	59
Calidad de Vida	61
Propuesta de Red de Monitoreo y Recomendaciones para la Continuidad del Monitoreo	61
Utilización de las Herramientas de Diagnóstico y las Bases de Datos del PTS.	63
Detección de Inconsistencias y Altos Costos de la Información de Línea Base de los Indicadores del Marco Lógico	64
Indicadores del Marco Lógico	69
Número y población de ejidos y comunidades participando activamente en programas con objetivos, acciones y fondos específicamente para la conservación de la biodiversidad en la región del proyecto	69
Cantidad de fondos proporcionados por las diferentes partes interesadas gubernamentales y no gubernamentales clave para programas de conservación de la biodiversidad del 2014 al 2018.	70
Número de incentivos financieros y fiscales.	73
DISCUSIÓN	77
Biodiversidad e Indicadores Biológicos	77
Indicadores ambientales	78
Fragmentación	78
Sequía	79
Erosión	79
Calidad y del agua	79
Impacto de la minería	81
Indicadores Socioeconómicos	83
Desarrollo humano	84
Componente gobernanza	84
Indicadores del Marco Lógico	855
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
PRODUCTOS ACADÉMICOS Y DE INVESTIGACIÓN	89
LECCIONES APRENDIDAS	89
LIMITACIONES U OBSTACULOS AL PROYECTO	90
CONTINUIDAD	91
AGRADECIMIENTOS	92
LITERATURA CITADA	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Relación entre los indicadores documentados en la literatura a nivel internacional, propuestos por expertos UACH y los sugeridos en los talleres participativos.	5
2	Matriz de análisis y comparación de indicadores propuestos por fuentes internacionales y nacionales.	8
3	Listado de expertos consultados, área de trabajo, institución y tipo de consulta.	10
4	Escala de ICA propuesto por dos fuentes (ICA, ICAO).	18
5	Indicadores seleccionados para los componentes económico, social y ambiental.	19
6	Modelos de regresión de Cortés y Figueroa (1991) para estimar erosividad.	22
7	Clasificación de suelo y textura para estimar Factor K.	23
8	Factor C estimado según el tipo de cubierta vegetal.	25
9	Niveles de clasificación de pérdida de suelo.	26
10	Protocolos de indicadores biológicos, forestales ambientales y socioeconómicos integrados al SMDI-ST.	30
11	Listado de especies indicadoras y el nivel al que quedaron en este trabajo.	31
12	Erosión total de suelo por clase y por ha/año en los 12 municipios de la ST.	36
13	Valores de IM en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.	38
14	Número de gobernadores por municipio y total de comunidades que gobiernan.	41
15	Resultados de parámetros físico-químicos así como del índice de calidad de agua en 32 puntos de ríos en los municipios de Bocoyna, Balleza, Urique, Ocampo y Guachochi en el estado de Chihuahua (valores en negritas están por arriba de la normatividad).	45
16	Resultados de caudal hidrológico (m ³ /s y L/s) en 32 puntos de ríos en los municipios de Bocoyna, Balleza, Urique, Ocampo y Guachochi en el estado de Chihuahua.	46
17	Índices de sustentabilidad para evaluar el impacto de actividades mineras en la ST.	49
18	Superficie en hectáreas de los tipos de uso de suelo distribuidos en el 2015, determinados por técnicas de clasificación supervisada del sensor Landsat OLI de la región de estudio.	52
19	Superficie en hectáreas del nivel de disturbio presente en la Sierra Tarahumara.	52
20	Valores de las métricas que determinan la condición del paisaje en la región de la Sierra Tarahumara.	56
21	Descripción de los criterios de reclasificación para determinar el Índice de Dimensión Fractal.	56

22	Análisis de cambios de usos de suelo de 1990 al 2015, de la región de la Sierra Tarahumara (valores positivos denotan decremento e inverso).	58
23	Propuesta de una red de monitoreo de 8 SPIA, indicador a monitorear y su referencia geográfica de medición.	62
24	Análisis de detección de inconsistencias y altos costos de la información de línea base de los indicadores del marco lógico del Proyecto Tarahumara Sustentable.	65
25	Ejididos y Comunidades con Programas de Manejo Forestal orientados a la conservación de la biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.	70
26	Programa de fomento a la organización social, planeación y desarrollo regional forestal (PROFOS).	72
27	Programas de CONANP del 2014-2015 para programas de conservación.	72
28	Incentivos financieros y fiscales.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Áreas y sitios de muestreo para colecta de datos que sustentan el indicador Índice de Calidad del Agua (ICA).	17
2	Proyección geográfica de los inventarios de aves y mamíferos en la UMAFOR de San Juanito.	28
3	Clinograma de la sequía en la región de la Sierra Tarahumara.	34
4	Mapa derivado de la precipitación pluvial del año 2015 y su distribución en la ST.	35
5	Distribución de las principales clases de erosión del suelo en la ST.	36
6	Mapa con la distribución del IRS en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.	38
7	Distribución de los valores del índice GINI en los 12 municipios de la ST	39
8	Índice de Desarrollo Humano para los doce municipios de la Sierra Tarahumara en comparación al resto de los municipios del estado de Chihuahua.	39
9	Mapa con la distribución del IDH en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.	40
10	Evaluación (%) de la calidad de agua para los sitios muestreados en la ST.	48
11	Proporción (%) del caudal hidrológico evaluado en los puntos de muestreo.	48
12	Mapa de Uso de Suelo del año 2015 derivado de la combinación de las bandas 7, 5 y 4 del satélite Landsat OLI.	50
13	Mapa de las 12 clases de uso del suelo del 2015 derivadas del proceso de clasificación supervisada.	51
14	Diferentes niveles de disturbio al año 2015 en la ST.	53
15	Distribución de las clases de disturbio en el territorio de la ST.	53
16	Histograma del número de parches (NumP) o fragmentos para el periodo de evaluación 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.	55
17	Histograma del tamaño medio de los parches (MPS) o fragmentos para el periodo de evaluación 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.	55
18	Mapa de fragmentación de la región de estudio, empleando el FD.	57
19	Análisis de cambios de uso de suelo y vegetación del periodo 1990 – 2015 de la Sierra Tarahumara.	59
20	Distribución geográfica del Índice de Riqueza de Especies.	60
21	Distribución geográfica del índice de Shannon-Wiener en la UMAFOR San Juanito.	60

22	Distribución geográfica del índice de equidad en la UMAFOR San Juanito.	61
23	Localización de las áreas de monitoreo con los SPIA en la ST.	62
24	Índice de sustentabilidad económica por localidad en la región de Ocampo.	82
25	Impacto de la extracción de minerales en el ISA en Ocampo.	82
26	Índice de sustentabilidad ambiental (ISA) por localidad.	83

LISTA DE ANEXOS

Anexos

- 1 Encuesta de catálogo de indicadores propuesta en los talleres participativos de Creel y Guachochi.
- 2 Encuesta de para la selección de especies inidcadores.
- 3 Encuesta para a instituciones con capacidad para dar seguimiento al monitoreo.
- 4 Inventario de aves y mamíferos de la UMAFOR San Juanito (archivo digital).
- 5 Lista de participantes en los talleres de Creel y Guachochi.
- 6 Base de datos de biodiversidad.
- 7 Protocolos de especies indicadoras.
- 8 Protocolos de indicadores forestales.
- 9 Lista de asistencia del taller sobre Manejo de Información Geográfica con ArcMap.
- 10 Lista de asistencia del taller sobre Cambios de Uso de Suelo, Fragmentación e Índice de Disturbio como Índicadores de Biodiversidad.
- 11 Listas de asistencia del taller “Transferencia de la línea base del SMDI-ST”.
- 12a Autorización de programas de manejo forestal 2014
- 12b Programas de manejo forestal 2015
- 12c Proyectos aprobados para cada una de las categorías de PRONAFOR 2014.
- 12d Programas de desarrollo de capacidades.
- 12e Programa de certificaciones forestales para el 2014.

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta el estado actual de los conocimientos en materia de indicadores relacionados con la salud del ecosistema, sustento y bienestar humano y gobernanza medioambiental en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua, área que comprende el desarrollo del Proyecto Tarahumara Sustentable. La definición y el análisis de indicadores se realizaron a través de entrevistas, reuniones, talleres, investigación bibliográfica y sistematización de la información. Para complementar lagunas de información de algunos indicadores se realizaron investigaciones propias. En Biodiversidad se desarrolló una base de datos con información disponible en artículos que incluyó un total de 3,072 diferentes tipos de plantas y animales. En total se elaboraron 40 protocolos de indicadores. El 92 % de los indicadores se encuentran integrados en el SIG del SMDI-ST con su respectiva línea base. En la evaluación de la biodiversidad, se determinó una lista de especies indicadoras consensadas con expertos para seleccionar los protocolos de especies indicadoras y elaborar un catalogo. De 31 indicadores seleccionados de flora y fauna, se desarrollaron 16 protocolos, de estos 15 cuentan con línea base. De los indicadores socioeconómicos se generaron 10 protocolos mientras que de los ambientales se generaron 7, todos con línea base. Con respecto a los indicadores forestales se generaron 7 con línea base. Como investigaciones propias se obtuvo información sobre calidad de agua, caudal hidrológico, impacto de la minería en los índices de dimensión social, ambiental y económica. También se realizó un análisis de la dinámica de cambios de uso de suelo para el periodo de 1990 y 2015. Así mismo, se realizó el estudio de fragmentación, índice de disturbio y erosión para el año 2015. Adicionalmente, se generaron los Índices de Riqueza de Especies, Índice de Shannon-Wiener e Índice de Equidad para evaluar la biodiversidad tomando como área piloto la UMAFOR San Juanito. Como resultado de los indicadores con línea base, este infome propone una red de monitoreo con 8 Sitios Permanentes de Investigación Ambiental (SPIA). Se proporcionó un informe con el análisis de posibles inconsistencias y costos para generar la información de los indicadores del marco lógico. Se identificó una UMAFOR que potencialmente puede operar el SMDI-ST.

PALABRAS CLAVE PARA EL PROYECTO

Monitoreo, Sierra Tarahumara, Degradación Ambiental, Indicadores, Biodiversidad, Servicios Ecosistémicos.

INTRODUCCIÓN

La Sierra Tarahumara, ubicada en el estado de Chihuahua, tiene una gran importancia étnica, biológica, ecológica e hidrológica. Chihuahua es uno de los estados con mayor población indígena del país, y comprende pueblos como el rarámuri, el pima, el guarojío y el tepehuano. El pueblo rarámuri que se conoce también como tarahumara, es uno de los más numerosos del continente norteamericano. En su componente bioecológico, la Sierra Tarahumara alberga un alto número de especies endémicas debido a su mezcla de ecosistemas templados y tropicales, lo que le confiere su alta biodiversidad global y regional. A pesar de que no hay trabajos recientes, se han reportado 2000 especies de plantas vasculares, 27 especies de pino, 33 especies de encino y 100 especies de mamíferos (INIFAP, 1995). Además, su diversidad fisiográfica le confiere un potencial hidrológico que alberga las cuencas que dan origen a los ríos Fuerte, Conchos y Mayo.

Toda esta riqueza de la ST sustenta los servicios ecosistémicos para la subsistencia, no solo de los habitantes de la sierra, si no de las poblaciones de tres estados de la república mexicana: Chihuahua, Sonora y Sinaloa. Las actividades económicas más importantes del área son el aprovechamiento forestal, el turismo y la industria extractiva de minerales. Esto ha traído una rápida transformación socioeconómica que está cambiando en forma gradual la estructura del ecosistema forestal. Aunado a esto, la ST está sujeta a otra problemática ambiental, el cambio climático. En conjunto, los problemas específicos de la ST son: fragmentación forestal, erosión, disponibilidad y calidad de agua, marginación, pobreza, salud, tenencia de la tierra, inestabilidad política, mala administración de los recursos y el uso inapropiado de la tierra.

Algunas de las estrategias más importantes de solución son: el acopio de información disponible del área, conjuntar a todos los actores, generar información faltante y toma de decisiones. En este contexto, surge el proyecto Tarahumara Sustentable, donde el primer componente es el desarrollo de indicadores biológicos, ambientales, sociales y productivos, integrados a un sistema de información geográfica. Los indicadores son herramientas de evaluación práctica de decisiones políticas con definiciones operacionales. Éstos proveen información rápida y fácil sobre la condición o estado de un objeto de interés, por lo que son ampliamente utilizados en políticas públicas y ambientales. Esta información ligada a sistemas de información geográfica, mejora su utilidad porque se aplica a diferentes escalas del paisaje. La integración de los indicadores al SMDI-ST constituye una base sólida, científica y técnica, unificada y accesible, para desarrollar intervenciones innovadoras de manejo para la Sierra Tarahumara y para la acción coordinada entre los actores relevantes bajo un marco adecuado y compartido.

OBJETIVOS GENERALES

a) Proporcionar la información de línea base de los indicadores del SMDI-ST como parte del componente 1 del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Objetivos Específicos

- a1) Desarrollar una base de datos sobre biodiversidad de grupos taxonómicos de plantas y animales.
- a2) Identificar y seleccionar indicadores biológicos, ambientales, forestales y socioeconómicos, así como generar sus líneas base e integrarlos en el SMDI-ST.
- a3) Seleccionar especies indicadoras en algún tipo de categoría de riesgo sujetas a condiciones de monitoreo.
- a4) Seleccionar indicadores de gobernanza a través de un mecanismo consensado entre los actores involucrados en las actividades de la ST.
- a5) Desarrollar investigaciones propias sobre calidad y cantidad del agua, estado de salud del ecosistema e impacto de la minería en el entorno socioeconómico de comunidades localizadas.
- a6) Diseñar e implementar el SMDI-ST en un sistema de información geográfica (SIG).
- a7) Proponer una red de Monitoreo que de respuesta eficiente a las demandas de información para apoyar la planeación, monitoreo y la evaluación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la Sierra Tarahumara.

b) Revisar y completar la información de línea base faltante de cuatro indicadores del marco lógico del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Objetivos y Metas Alcanzadas

Objetivos	Metas
a1) Desarrollar una base de datos sobre biodiversidad de grupos taxonómicos de plantas y animales.	Se obtuvo una base de datos con 3072 taxones de plantas y animales.
a2) Identificar y seleccionar indicadores, así como desarrollar su línea base e integrarlos en el SMDI-ST.	Se elaboraron 40 protocolos de indicadores. El 92% está integrado en el SMDI-ST.
a3) Seleccionar especies indicadoras en algún tipo de categoría de riesgo sujetas a condiciones de monitoreo.	Se identificaron 31 especies indicadoras. Se elaboró un catálogo con estas 31 especies indicadoras. De estas especies indicadoras, se seleccionó y elaboró los protocolos de 16, 15 de ellas integradas en el SMDI-ST.
a4) Seleccionar indicadores de gobernanza a través de un mecanismo consensado entre los actores involucrados en las actividades de la ST.	Se generaron 6 indicadores de gobernanza
a5) Desarrollar investigaciones propias para complementar información faltante sobre indicadores ambientales y socioeconómicos.	Se generaron 6 indicadores ambientales; Índice de calidad de agua, Índice de disturbio, Usos del suelo, Cambios de usos de suelo, Fragmentación,

	<p>Erosión, También se generaron tres indicadores compuestos a nivel de localidad para evaluar impacto de la minería (Índices de Sustentabilidad de la Dimensión Económica (ISE), Índice de Sustentabilidad de la Dimensión Social (ISS), Índice de Sustentabilidad de la Dimensión Ambiental (ISA) e Índice de Sustentabilidad Local (ISL) y calidad de vida como indicador socioeconómico.</p>
a6) Diseñar e implementar el SMDI-ST.	Un sistema de información geográfica como elemento funcional (DMDI-ST).
a7) Proponer una red de Monitoreo que de respuesta eficiente a las demandas de información.	Una Red de Monitoreo con 8 Sitios Permanentes de Investigación Ambiental (SPIA)
b) Revisar y completar la información de línea base faltante de cuatro indicadores del marco lógico del Proyecto Tarahumara Sustentable	Se generó la línea base para 2014 y 2015 para 2 indicadores del marco lógico.

METODOLOGÍA

Identificación y Selección de Indicadores

A partir de una lista inicial de indicadores proporcionados por el proyecto Tarahumara Sustentable (TS), se ajustó y amplió con base en diversas fuentes. Una primera fuente fue la revisión de literatura sobre indicadores: biológicos, forestales, ambientales y socioeconómicos por el grupo de UACH. Con ello, se elaboró una lista de indicadores propuestos por diversas instituciones nacionales e internacionales. Posteriormente, se presentó esta lista a través de talleres participativos llevados a cabo en Guachochi y Creel, con el fin de recibir retroalimentación. Los participantes en estos talleres fueron actores que trabajan en diversas organizaciones y áreas en la ST. En los talleres cada participante opinó y en su caso propuso indicadores que fueran importantes para su área de trabajo y organización. El Cuadro 1 muestra el resultado del proceso que se realizó para la selección de indicadores. El Anexo 1 presenta la encuesta aplicada sobre indicadores en los talleres de Creel y Guachochi. La lista anterior fue nuevamente analizada por el grupo UACH y comparada con los indicadores propuestos por cuatro organismos internacionales, uno nacional y un local. Esta información se procesó en una matriz de criterios (Cuadro 2). En este proceso se eliminaron aquellos que no se asocian a las condiciones ecológicas de la ST, los que presentarían gran dificultad para obtener la línea base y se integraron aquellos que presentaron similitud.

Cuadro 1. Relación entre los indicadores documentados en la literatura a nivel internacional, propuestos por expertos UACH y los sugeridos en los talleres participativos.

Documentados de la Literatura	Documentados por el grupo de expertos UACH	No documentados (propuestos en los Talleres)
INDICADORES RELACIONADOS CON LA BIODIVERSIDAD		
Población en las áreas protegidas	Población de pinabete	Nutria de río
Riqueza de especies y biodiversidad	Población de oso negro	Trucha apareque
Habitas en áreas de conservación	Población de cotorra serrana	Anfibios y reptiles
Diversidad de especies a nivel de paisaje	Población de guacamaya verde	Especies indicadores de salud forestal
		Población guajolote
		Venado cola blanca
		Población de chile chiltepín
		Población genero trogon
		Población de la familia del quetzal
INDICADORES RELACIONADOS CON LA SALUD DEL MEDIO AMBIENTE		
Zonas buffer	Volumen autorizado	Registro de aserraderos
Protección de áreas frágiles y zonas de amortiguamiento a lo largo de los cauces de los ríos	Volumen aprovechado	Sotol (producto no maderable)
Áreas y severidad de áreas con fuego	Existencias maderables	Ejidos con PMF (Certificados)
Área y severidad de ataque por insectos y enfermedades		Iniciativas de diversificación de aprovechamiento de no maderables (Estudio del Dr. Olivas -Soto)
Protección de las funciones hidrológicas		

Densidad, tipo, uso, uso de las carreteras forestales		
Protección de áreas para conservar especies raras, únicas y representativas		
Persistencia de la población de especies nativas	Fragmentación	Participación de talleres a proyectos de conservación
Porcentaje y extensión en área de los tipos de vegetación y las clases estructurales relativas a la condición histórica del bosque	Cambio de uso de suelo	Captura de carbono
Niveles de contaminación en el ecosistema	Mapeo espacial y temporal de incendios (fechas y superficies)	Superficie restaurada de los últimos años (Suelos, reforestación, conservación)
El tamaño de la población y la reproducción del bosque son adecuados para mantener niveles de diversidad genética	Erosión de suelo	Calidad de suelo (con respecto a qué)
El manejo forestal no cambia la frecuencia genética		Precipitaciones anuales
Uso de técnicas científicas para trasplantar especies nativas		Reforestación superficie reforestada, sobrevivencia
Porcentaje de áreas cosechadas con más del 25% de la calidad del suelo degradado, compactado, erosionado o con pérdida de materia orgánica		Uso actual del suelo y su productividad
Tendencia y regularidad de eventos ocurridos en los cursos del agua pertenecientes a la cuenca		Ganadería, agricultura y minería
Las políticas y la plantación con base en información reciente y precisa		Manejo de pastizales
Los objetivos son claramente expresados en relación con las áreas del bosque más funcionales y su respectiva distribución espacial		Plagas y enfermedades
Los sistemas silvícolas aplicados son apropiados para el tipo de bosque, la producción y condición de productos deseados y la seguridad en el establecimiento, composición y crecimiento del bosque		
Seguridad en la capacidad de producción del bosque		
Calidad de aire, suelo y agua		
El equipo de extracción es adecuado con las condiciones del bosque con el ánimo de reducir los impactos del hábitat silvestre, la productividad del suelo y las condiciones del bosque en pie, y la calidad y cantidad de agua		
Los aprovechamientos anuales y/o periódicos son calculados por área y/o volumen prescritos en el plan		
Identificación de la distribución y cambios en la tierra disponible para bosque de producción	Parámetros físico químicos	Calidad del agua para consumo, irrigación y vida acuática
Sistema de control eficiente para auditar el manejo de conformidad con el plan	Velocidad de corrientes	Caudal ecológico/ambiental
Inventarios frecuentemente establecidos y revisados	Volumen de los cuerpos de agua	Contaminación de arroyos por desechos sólidos y/o residuos
Toda la documentación del manejo forestal es archivada y guardada de una forma que pueda ser monitoreada		Los de calidad de los ecosistemas comunales (calidad de suelos, agua, diversidad, etc.)
Existencia de instrumentos para la coordinación inter-institucional en relación con el uso de la tierra y el manejo del bosque		
Suficiente y adecuado presupuesto y personal para el manejo del bosque		
La institución responsable de la investigación forestal posee presupuesto y personal adecuados		

INDICADORES RELACIONADOS CON LA SOCIEDAD

El líder representa a la comunidad (fue elegido democráticamente)	Nivel de hacinamiento	Productividad agrícola de temporal
Se reconoce la existencia de las organizaciones legalmente	Hogares con electricidad	Uso de leña en las viviendas

Las mujeres participantes igualmente en los procesos. Las mujeres tienen derecho al voto	Hogares con piso de tierra Hogares con drenaje	Regularización de derechos por sucesión Reglamentos internos y/o estatutos comunales
Existen sanciones para quienes rompen la ley	Generación de basura	Densidad de población por unidad de superficie
Métodos empleados para resolución de conflictos	Servicio de salud	Nivel de escolaridad por zona o municipio
Poseedores de la tierra, número de títulos de propiedad y propietarios	Ingreso mensual	Uso de suelo tenencia
Contribución del conocimiento y tradiciones locales	Número de instituciones que manejan la agenda de desarrollo sostenible	Trasporte e infraestructura
El acceso al bosque es percibido como seguro y justo	Número de proyectos ambientales en los cuales participan 2 o más instituciones	Turismo(ecoturismo)
El proceso debe de ser inclusivo con todos los interesados presentes	Se reconoce la existencia de las organizaciones legalmente	Acceso a programas de gobierno
Los interesados deben tener información detallada y significativa recíprocamente necesaria para proveer la calidad de la contribución en el proceso de participación pública	El líder que representa a la comunidad fue elegido democráticamente	Indicie de bienestar humano (metodologías para medir indicativos cualitativos)
Los interesados y administradores deben reconocer y respetar el interés y los derechos de cada uno	Número de instituciones que conocen el proyecto	Nivel de accesibilidad a comunidades
El manejo del bosque contribuye con la educación y la investigación	Los participantes entienden los procesos	Índice de desarrollo humano
Área del bosque disponible para actividades de subsistencia		Seguridad al acceso de tierra de cultivo
Lugares especiales para disfrutar de la belleza escénica y la soledad		Diversificación envasados
El bosque provee lugares de reunión		Tipos de recursos naturales que las familias utilizan
El bosque provee lugares para la educación y la investigación		Conflictos sobre la tenencia de la tierra
Respeto por las costumbres y la cultura local		Tasa de crecimiento e incremento del volumen maderable
Resiliencia de la comunidad		Tratamiento silvícola aplicado
Adecuada capacidad institucional		Comunidades indígenas
Relación gobierno-gobierno		Rezago social
Existencia de mecanismos para repartir los beneficios económicos derivados del manejo del bosque		
Los salarios y otros benéficos son acordes con los estándares nacionales e internacionales		
Empleo para la población local asociado al manejo del bosque		
Cumplimiento estricto con las leyes internacionales y nacionales relacionada con la edad mínima de los trabajadores		
Personas menores de 18 años no pueden hacer trabajos pesados		
Número de personas para las que su económica esta significativamente relacionada con el bosque		
Disponibilidad y uso de áreas recreacionales		
Gasto total por individuo en las actividades relacionadas con el uso de los productos maderables		
Existencia de rentabilidad económica: total de ingresos del aprovechamiento excede el gasto		
Infraestructura para recreación		
Producción de bienes y servicios comerciales		
Diversidad en la mano de obra		
Distribución justa del ingreso obtenido de los productos extraídos del bosque		
Ingreso seguro y estable		

Los salarios no deben estar por debajo del salario mínimo de la región.

Cuadro 2. Matriz de análisis y comparación de indicadores propuestos por fuentes internacionales y nacionales.

Indicadores	INIFAP	Indicadores Australia	Indicadores Argentina	NACIONES UNIDAS	Indicadores FSC-México	Indicadores Montreal
Superficie por tipo forestal en relación a la superficie total de bosques	X		X	X		X
Fragmentación forestal	X	X	X	X	X	X
Proporción de áreas protegidas por región ecológica	X	X	X	X		X
Cantidad de especies asociadas a los bosques nativos			X			
Cantidad y condición de las especies en riesgo asociadas con los bosques nativos			X			X
Ordenamiento ecológico territorial autorizado del predio, o está incluido en un OET municipal, que considera la integridad biológica y diversidad de los ecosistemas.	X					
Proporción de la superficie forestal del predio que está segregada al aprovechamiento por presentar características especiales (áreas con alto valor biológico, bosques viejos, zonas de alta productividad, áreas productoras de agua, etcétera).	X					X
Proporción de especies presentes incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, que disponen de un programa de conservación.	X				X	
Área de hábitat disponible para especies indicadoras dependientes del bosque		X	X			X
Niveles de población de especies representativas de diversos hábitats, medidos periódica y sistemáticamente a través de su rango de distribución			X			
Abundancia de especies clave seleccionadas				X		X
Numero de esfuerzos de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de las especies dependientes de los bosques		X				
Superficie de bosque productivo bajo manejo	X	X	X		X	X
Área de bosque bajo manejo sustentable (Apego al plan de cortas y al volumen autorizado)	X		X	X		X
Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo	X	X			X	X
Incremento medio anual. Cosecha anual de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido	X	X			X	X
Volumen de madera por tipo de bosque disponible para producción		X				X
Cosecha anual de productos forestales no madereros		X	X			X
La regeneración natural y la sucesión de los bosques	X				X	X
Proporción de la superficie predial afectada por plagas y enfermedades, que recibe atención adecuada	X		X		X	X
Cantidad y calidad de plantas establecidas por regeneración natural,	X					

garantes de la permanencia del bosque						
Superficie forestal afectada por disturbios con relación a la superficie atendida con acciones de restauración	X					
Superficie y porcentaje de bosques afectados por procesos y agentes bióticos (por ejemplo, enfermedades, insectos, especies invasoras) más allá de las condiciones de referencia	X	X			X	X
Superficie y porcentaje de bosques cuya designación o enfoque de manejo es la protección de los recursos suelo y agua			X			X
Proporción de actividades de manejo forestal que cumplen con las mejores prácticas de manejo u otra legislación relevante para proteger los recursos del suelo y agua				X	X	X
Superficie y porcentaje de tierras forestales con una degradación significativa del suelo y agua	X	X	X			X
Almacenamiento y flujo total de carbono en el ecosistema forestal		X	X			X
Consumo de madera y productos de la madera totales y per cápita en equivalentes de madera sólida			X		X	X
Inversiones y gastos en la gestión forestal		X	X		X	X
Inversión en investigación, desarrollo y educación	X	X	X			X
Área y la calidad de los bosques utilizados activamente para la recreación y el turismo		X	X			X
Tasa de retorno de inversiones			X			
Proporción de los lugares con valores culturales indígenas y no indígenas de los bosques gestionados formalmente para proteger esos valores	X	X	X			X
Empleo en el sector forestal			X			X
Distribución de los ingresos provenientes del manejo forestal						X
Capacidad para medir y monitorear los cambios en la conservación y la gestión sostenible de los bosques	X	X			X	X
Legislación y políticas que respaldan el manejo sustentable de los bosques	X					X
Política multisectorial y coordinación de programas			X			X
Claridad y seguridad con respecto a la tenencia y derechos de propiedad de la tierra y los recursos asociados			X			X
Aplicación de las leyes relacionadas con los bosques						X
Programas, servicios y otros recursos que respaldan el manejo sustentable de los bosques						X
Desarrollo y aplicación de investigación y tecnologías para el manejo forestal sustentable (número de proyectos de investigación)						X
Grado en que el marco institucional apoya la conservación y la gestión sostenible de los bosques		X	X			
Indicadores marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable de bosques		X		X		X

El resultado de este análisis fue consultado en un tercer taller con expertos en los temas de fauna, vegetación, ambiente y socioeconomía. Otros expertos fueron consultados personalmente y a través de correo electrónico (Cuadro 3). Durante el taller, una vez homogenizados los criterios, los expertos se agruparon en 4 equipos para emitir su concepto técnico en función de los indicadores propuestos. El resultado fue un conjunto de indicadores consensados, comparados y empatados con los documentados por diversas organizaciones. Así, todas estas acciones trataron de incluir a personas e instituciones que potencialmente utilizarán estos indicadores. Como parte de los objetivos de este proyecto se trabajó de manera cercana con las UMAFOR's en el ajuste y desarrollo de protocolos, metodologías y cruce de información, principalmente con la UMAFOR San Juanito. Por último, se generó una nueva lista de indicadores y se desarrolló un protocolo que incluyó información para el monitoreo de éstos.

Cuadro 3. Listado de expertos consultados, área de trabajo, institución y tipo de consulta.

Nombre	Área de experiencia	Institución	Tipo de consulta
Alberto Lafon	Fauna	PROFAUNA	Entrevista personal
Celia López	Reptiles y Anfibios	CIDIR	Entrevista personal
Raúl Narváez	Indicadores productivos	Consultor independiente	Taller
Concepción Lujan	Indicadores sociales	Fac. de Ciencias Agrícolas y Forestales, UACH.	Taller
Hugo Bolaños	Biodiversidad	UMAFOR 05	Entrevista personal
Robert Bye	Etnobotánica	UNAM	Entrevista personal
Socorro González	Taxonomía vegetal	CIIDIR	Correo electrónico
Enrique Carreón	Fauna	PROFAUNA	Taller
Uriel Hernández	Reptiles y Anfibios	CIIDIR	Correo electrónico
Toutcha Lebgue	Flora	Fac. Zootecnia y Ecología, UACH	Entrevista personal
Miguel Olivas	Indicadores productivos	Fac. de Ciencias Agrícolas y Forestales, UACH.	Correo electrónico

Biodiversidad e Indicadores Biológicos

En una primera etapa del desarrollo del Componente 1, se identificaron las fuentes escritas y se establecieron los contactos con expertos para la elaboración de una base de datos y selección de indicadores. A partir del segundo informe, se generó la base de datos sobre listados florísticos de tres localidades y los taxones del grupo de briofitas presentes en los 12 municipios de la ST. La información publicada sirvió para el desarrollo de una base de datos sobre flora y fauna. Otra base de datos incluyó los mamíferos registrados para los 12 municipios del proyecto. La revisión consistió en seleccionar especies con distribución en estos, por lo que estos datos están desglosados por municipio. Además, se contactó a taxónomos y especialistas en fauna que han trabajado en esta zona para actualizar la información publicada.

Los indicadores biológicos incluidos en los protocolos, son las especies más frecuentemente seleccionadas por los actores que han realizado estudios o trabajan en la ST en el tema de biodiversidad. En la selección de especies indicadoras, después de la revisión, talleres y consulta a expertos, se elaboró una encuesta que fue enviada a 25 actores que están o han trabajado sobre este tema (Anexo 2). En respuesta se recibieron 20 encuestas contestadas que dieron la pauta final para la selección y decisión sobre las especies a incluir. Después del análisis de la información, se seleccionaron y elaboraron los protocolos de especies indicadoras que fueron las mencionadas más frecuentemente por los expertos encuestados. Este proceso permitió seleccionar las especies indicadoras en algún tipo de categoría de riesgo sujetas a condiciones de monitoreo, para generar los protocolos demandados por el proyecto TS y elaborar un catálogo con estas especies indicadoras que además incluyen otras que se consideraron importantes.

Indicadores Ambientales

El grupo UACH realizó un análisis para identificar lagunas de información y en caso necesario realizar investigaciones propias. Del conjunto de indicadores ambientales planteado por el proyecto TS en su propuesta inicial (degradación forestal, uso del suelo y vegetación, cambios de uso del suelo, incendios forestales, plagas y enfermedades, cantidad y calidad del agua y erosión), se determinó la necesidad de generar estos indicadores bajo nuevos procesos y análisis. Lo anterior debido a su variabilidad temporal y espacial y a la disponibilidad de nuevas fuentes de datos que disponen de mejores resoluciones a escala del paisaje.

Los datos de algunos indicadores como erosión e índice de sequía se obtuvieron de las bases de datos de CONAFOR y de CONAGUA y procesados en el programa de ArcGis 10.2. Los procedimientos de obtención son descritos en investigaciones propias. Igualmente, el tema de calidad y cantidad de agua es un indicador de gran importancia, para el cual se evaluaron parámetros que son descritos en la sección de investigaciones propias. Debido a que en numerosas localidades la extracción de minerales es una actividad importante, se desarrollaron indicadores compuestos para evaluar su impacto. Igualmente descritos en la sección de investigaciones propias, estos indicadores locales incluyeron los componentes ambiental, social y económico en regiones donde esta actividad tiene un efecto en los pueblos y su economía.

Indicadores Forestales

Con el propósito de disponer de indicadores que reflejen la condición de la biodiversidad y de las estructuras forestales, se analizó el conjunto de indicadores identificados en la literatura y los consensados con actores clave en el manejo del bosque y expertos (Cuadro 1). Además de estas fuentes de información, para este grupo de indicadores se consultaron programas de gobierno como: el PDFSECH 2010-2016, programas de manejo forestal y estudios regionales de las UMAFOR's, así como documentos de organizaciones civiles y no gubernamentales (CONTEC, RFA). Los protocolos de los indicadores fueron construidos conforme a la disponibilidad de información para la conformación de la línea base de los mismos.

Indicadores Socioeconómicos

La utilización de estos instrumentos fueron fundamentales para la evaluación de las políticas sociales, dado que permiten conocer el estado de los indicadores de bienestar humano y el seguimiento y la evaluación de los programas y proyectos de desarrollo y reducción de la pobreza. De acuerdo al contexto de las Naciones Unidas (1975), en los talleres participativos y consultas con grupo de expertos, se enfatizó en el valor de los indicadores sociales como instrumentos analíticos que permiten mejorar el conocimiento de distintos aspectos de la vida social, o acerca de los cambios que están teniendo lugar. Así, los indicadores derivados de estas reuniones, fueron seleccionados con variables o hechos que expresaron en forma cuantitativa, una interpretación del avance o retroceso respecto de alguna norma sobre las comunidades y pueblos rurales. En dicha selección también se enfatizó en su valor para medir niveles, distribución y cambios en el bienestar social, así como para identificar, describir y explicar relaciones relevantes entre distintas variables referidas al bienestar de las personas. Los indicadores seleccionados fueron; el Índice de Rezago Social, el Índice de Marginación, el Índice de GINI y el Índice de Desarrollo Humano y fueron obtenidos principalmente por la vía de acceso de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), CONEVAL, PNUD, CONAPO e INEGI. Los datos en bases de Excel se procesaron via Sistemas de información Geografica bajo el programa ArcGis 10.2.

Índice de Rezago Social (IRS). El IRS está directamente relacionado con la medición de la pobreza y resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda). Con valores de 0 a 5, este último valor expresa el grado de rezago social mas alto.

Índice de Marginación. Este índice permite diferenciar localidades del país, estados o municipios según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Se mide entre 0 y 1. El valor cercano a 1 indica el mas alto grado de marginación.

Índice de GINI. El Banco Mundial lo utiliza como una medida de distribución del ingreso (o en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía, cuando se alejan de una distribución perfectamente equitativa. El índice fluctúa entre 0 y 1, en donde 0 corresponde con la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y el valor 1 corresponde con la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos y los demás ninguno).

Índice de Desarrollo Humano (IDH). De acuerdo con Naciones Unidas (2014), el IDH es un indicador de desarrollo de un país, estado o municipio. La metodología más reciente para estimar el IDH busca identificar si el incremento económico se ve reflejado en un incremento en la educación y la salud. Se mide con valores de 0 con el valor mas bajo a 1, el valor mas alto de IDH.

Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente. La selección de este indicador se basó en el artículo 4^o de la Constitución Política de los Estados Mexicanos que en el párrafo sexto señala: “Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. En el ámbito de la conservación y manejo de los recursos naturales, se identificaron las políticas relacionadas con el número de pobladores que tienen acceso al recurso agua. Para ello, el indicador se obtuvo directamente de la bases de datos del INEGI 2010, como porcentaje de localidades en cada municipio que cuentan con agua entubada dentro del área del PTS.

Otros indicadores. Indicadores como el listado de comunidades indígenas, gobernadores indígenas, tenencia de la tierra, políticas y leyes relacionadas con los bosques, y calidad de vida tienen una fuerte relación y convergencia como indicadores de gobernanza e indicadores socioeconómicos. Su metodología y resultados en este informe son descritos y analizados como indicadores de gobernanza pero en el contexto de las fichas técnicas ó protocolos, se integran como indicadores socioeconómicos.

Indicadores de Gobernanza

Del catálogo inicial de indicadores, los relacionados con gobernanza son conceptualmente generales. Por lo tanto, éstos fueron ajustados con base en FAO (2011) y el Componente II, Gobernanza, del PTS. Como resultado, los indicadores identificados fueron: comunidades indígenas, gobernadores indígenas, tenencia de la tierra, políticas y leyes relacionadas con los bosques, número de incentivos financieros y fiscales y calidad de vida.

Comunidades indígenas. Las políticas y los proyectos que se implementan para el desarrollo integral de los pueblos y comunidades indígenas, se operan conjuntamente con la federación, estados y municipios. Fue necesario obtener el listado de las comunidades y el número de sus habitantes para facilitar la implementación de los planes de ordenamiento comunitario que garanticen la vigencia de sus derechos y bienestar social.

Gobernadores indígenas. Se consideró importante la conformación de los gobernadores por municipio y las comunidades que representan, dado que son una forma de gobierno y autoridad política y religiosa que son fundamentales en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos. La lista de comunidades y gobernadores indígenas se obtuvo de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Tenencia de la tierra. Los derechos de propiedad, particularmente la propiedad común, han sido la razón de ser de la gobernanza. Por lo anterior, se indagó sobre el número de localidades acorde a su posesión legal sobre los predios agropecuarios y forestales en el RAN. Esta información es la base para la toma de decisiones tanto a nivel local como regional.

Políticas y leyes relacionadas con los bosques. Su análisis y selección se consideró importante porque busca comprender las posibles interrelaciones de la legislación en los

diferentes sectores. En que grado las políticas actuales obstruyen el desempeño de las otras políticas dentro del mismo o en otro sector. Para ello se propone en su protocolo una escala de medición.

Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable.

El manejo forestal se lleva a cabo a nivel de ejido o comunidad indígena, particularmente en la ST. Cada comunidad tiene normas internas que se usan como mecanismo de control. Por lo tanto es importante conocer estas reglas para la legitimidad del aprovechamiento forestal y posterior monitoreo. Se identificará su línea base orientada a a determinar el diagnóstico del porcentaje de los adultos de una comunidad determinada que conocen las reglas internas relacionadas con la tenencia y uso de la tierra y el número de sanciones en una comunidad determinada en relación con el uso de la tierra.

Número de incentivos financieros y fiscales. La lista de incentivos financieros y fiscales se obtuvo de la revisión de los informes anuales de cada una de las instituciones y de la revisión de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ésta última clasifica los instrumentos económicos en tres grupos:

1. Los instrumentos económicos de carácter fiscal son los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de la política ambiental.
2. Los instrumentos financieros son créditos, fianzas, seguros de responsabilidad civil, fondos y fideicomisos; cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios de investigación científica y tecnológica para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.
3. Los instrumentos de mercado tales como, las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación o protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

Diseño y Planificación del SMDI-ST

Instrumentación del SMDI-ST. Una vez revisado el catálogo inicial de indicadores del PTS e identificado y seleccionado los indicadores a través de entrevistas, reuniones, talleres, investigación bibliográfica y sistematización de la información, el grupo SIG de la consultoría estableció las bases para diseñar e instrumentar el SMDI-ST. Como primer paso, se realizó una higiene y minería de 117 capas temáticas entregadas por el PTS al Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del grupo consultor. De la mayoría de las capas entregadas, se jerarquizaron y seleccionaron las capas base de interés para la instrumentación del SMDI-ST. Un segundo paso consistió en realizar un análisis de volumen, prioridad, almacenamiento, disponibilidad, proyección cartográfica y manejo de datos, así como la evaluación de las capacidades del sistema.

Integración de indicadores al SMDI-ST. Una vez diseñado el sistema, se realizaron los procesos pertinentes para asegurar la integración al SMDI-ST, de todos los indicadores seleccionados en los protocolos del PST (biológicos, forestales, ambientales y socioeconómicos). Además, se integraron los indicadores de gobernanza tomando como referencia el documento Marco para la Evaluación y Seguimiento de la Gobernanza Forestal propuesto por FAO en el 2011. En la integración de los indicadores ambientales, la consultoría determinó generar nuevas capas de información de línea base. Esto debido a que los indicadores proporcionados por el proyecto TS no reunían las características necesarias para integrarse al SMDI-ST. Con base en la escala del sistema, resolución espacial y temporal de los datos, proyección de los mapas y tolerancia a errores, se resolvió que los indicadores de fragmentación, índice de disturbio, índices de diversidad, erosión de suelo, uso del suelo y cambios de uso del suelo requirieron generarse por medio de investigaciones propias. Las metodologías y procesos son detallados en la sección de investigaciones propias. La identificación, selección e integración de los indicadores al SMDI-ST, permitió definir su propósito estratégico para concordar con los objetivos del PTS.

Soporte lógico y físico para administrar el SMDI-ST. Para el procesamiento y análisis de la información cartográfica se utilizaron los programas de SIG ArcGis 10.2, ArcInfo 9.2, Erdas 2014 y TerrSet. Para la modelación de la distribución de especies y corredores biológicos se utilizaron los programas MaxEnt y Corridor Designer. La información estadística se elaboró con los módulos geoestadísticos de ArcGis y los convencionales con Minitab 16.0 y Excel. En el análisis de fragmentación se utilizó la extensión Patch Analyst. En la organización de los datos se utilizó la paquetería convencional de Office 2013. Para el procesamiento geoespacial de la información se analizó y se requirió del uso de dos computadoras tipo estación de trabajo, con velocidad de procesamiento de 3.4 GHz, memoria Ram de 32 Gb, disco duro de estado sólido de 1Tb. Lo anterior, de acuerdo al tipo y volumen de datos, escala y forzamiento vectorial.

Procesamiento de imágenes de satélite. La preparación de las fuentes de datos satelitales se basó en el procesamiento de 7 escenas de las plataformas Landsat OLI8 (2015) y Landsat TM5 de 1990. Los siguientes Path/Row corresponden a las imágenes utilizadas: 34-40, 33-40, 34-41, 33-41, 32-41, 33-42 y 33-42. Las escenas de satélite para todos los años fueron corregidas radiométricamente. A cada una de las bandas de los satélites se les aplicó un proceso de transformación de los Niveles Digitales (ND) a medias físicas de reflectancia. El método usado fue el de Atmosfera Superior (TOA). Este procedimiento es importante cuando se realiza comparaciones de uso de suelo. La corrección radiométrica para los sensores Landsat se aplicó de acuerdo a la siguiente ecuación, donde la radianza espectral (L_λ) y la TOA reflectancia (ρ_λ) fueron obtenidas:

$$L_\lambda = ((L_{max\lambda} - L_{min\lambda}) / (QCAL_{max} - QCAL_{min})) * (QCAL - QCAL_{min}) + L_{min\lambda}$$

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda} * d^2}{ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s}$$

donde **QCAL** es el ND, $L_{min_{\lambda}}$ es la escala de la radianza espectral para **QCALmin**, $L_{max_{\lambda}}$ es la escala de la radianza espectral para **QCALmax**, **QCALmin** es la ecualización mínima calibrada para el valor del pixel, **QCALmax** es la ecualización máxima calibrada para el valor del pixel, d es la distancia de la tierra al sol, $ESUN_{\lambda}$ es la media de la irradiancia solar exoatmósferica y θ_s es el ángulo zenital solar.

En el caso de los datos de Landsat OLI8, la corrección radiométrica fue aplicada a través de la siguiente ecuación:

$$\rho_{\lambda}^* = \frac{\rho^{\lambda'}}{\sin\theta_{SE}}$$

donde $\rho^{\lambda'}$ es la reflectancia planetaria TOA, con corrección para el ángulo solar y θ_{SE} es el ángulo solar local.

Para los procesos de normalización de la reflectancia se utilizó como imagen base la imagen corregida de la plataforma Landsat OLI8. Este proceso ecualiza los valores de los histogramas eliminando los efectos de temporalidad de las imágenes al momento de ser unidas para formar una mosaico.

Instituciones con Capacidad para dar Seguimiento al Proyecto de Monitoreo

El seguimiento del sistema de información orientado al monitoreo de la biodiversidad y los diversos indicadores, fue un factor importante tanto para el PTS como para el desarrollo de la región. Por lo anterior, se realizó una encuesta (Anexo 3) de carácter exploratoria para identificar las entidades que cuentan con la capacidad mínima instalada, tanto de hardware, software, equipamiento, y capital humano, necesarios para adoptar el sistema y para dar seguimiento al mismo. La encuesta se realizó de manera electrónica con el propósito de hacer el filtro de aquellas instituciones u organismos que cuentan con un adecuado sistema de internet, ya que esta herramienta es de gran utilidad para la comunicación interinstitucional y para acceder a programas libres necesarios para el procesamiento y análisis de imágenes. La encuesta se envió a 15 instituciones de la lista suministrada por la oficina central del PTS.

Desarrollo de Investigaciones Propias

En algunos indicadores propuestos, fue necesario generar la información que no se había obtenido de las fuentes existentes. Para lo anterior, se realizaron investigaciones propias apoyadas en muestreos de campo, análisis de laboratorio, procesamiento de datos geoespaciales, encuestas individuales con grupos focales y expertos, entre otras actividades.

Cantidad y calidad de agua. En ríos de los municipios de Ocampo, Bocoyna, Balleza, Urique y Guachochi se realizaron muestreos de calidad y cantidad de agua (Figura 1). La

georreferenciación de cada punto de muestreo fue realizada usando un sistema de geoposicionamiento global GPS (Garmin, Modelo GPSmap 62s). Los parámetros medidos *in situ* para determinar calidad de agua fueron: temperatura (T), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica (CE), turbidez (Tb) y pH, usando un equipo multiparamétrico (Hanna, Modelo HI-98130).

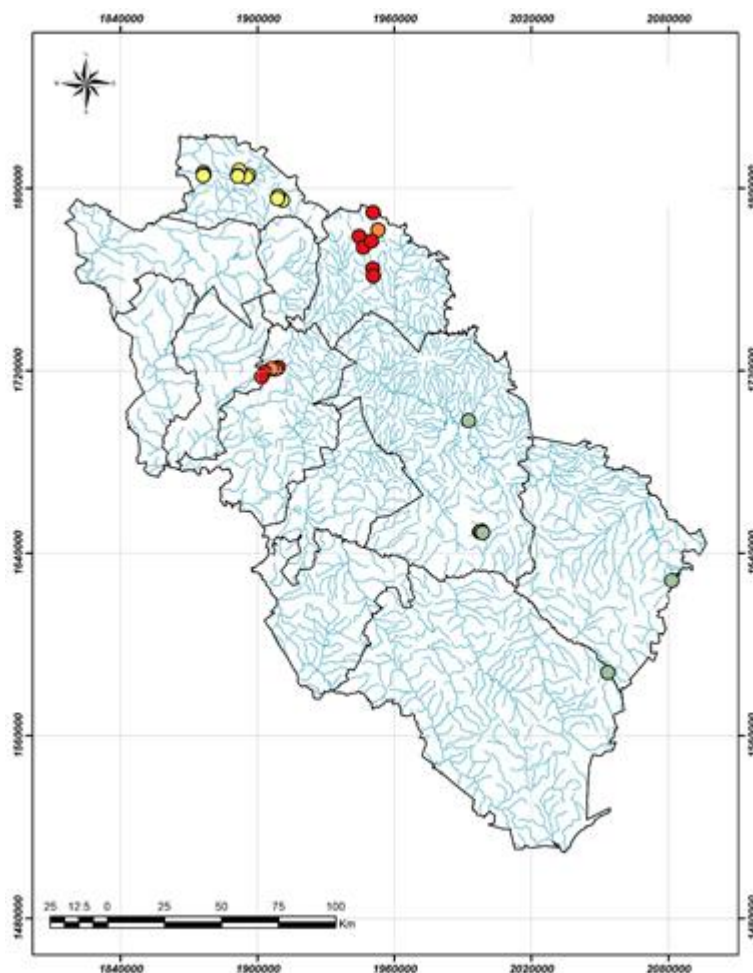


Figura 1. Áreas y sitios de muestreo para colecta de datos que sustentan el indicador Índice de Calidad del Agua (ICA).

Cada muestra fue colectada en recipientes de polietileno de 1 L de capacidad como lo indica la norma NOM-001-ECOL-1996 y llevada al laboratorio para posteriores análisis químicos. La velocidad del agua también fue medida en varios puntos sobre la misma línea transversal con un molinete (MFP51, Stream flowmeter, GEOPACKS, Hatherleigh, UK). En cada punto se midió la profundidad varios puntos en una línea imaginaria transversal del río o arroyo en cuestión, así como su ancho.

En el laboratorio, a las muestras de agua se les determinó: nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), fosfatos (como PO_4), Cloro (como cloruros), calcio (Ca^+), sulfatos (SO_4^{-2}), demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno. Este análisis se realizó bajo procedimientos del equipo multiparamétrico HACH DR 2800. Para el cálculo

del ICA se utilizó el método desarrollado por Brown *et al.* (1972), mediante la siguiente fórmula matemática:

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n Qi * Wi}{\sum_{i=1}^n Wi}$$

donde: Q_i es el subíndice de calidad para el parámetro i , W_i es el peso de la unidad del parámetro i y n es el número total de parámetros medidos en la muestra. Sin embargo, para el presente estudio, el ICA fue determinado usando un promedio armónico cuadrado no ponderado (índice de calidad de agua de Oregon, USA), ya que este promedio es más sensible a los cambios en las variables individuales. La ecuación para la determinación de a través de éste podemos obtener:

$$ICAO = \sqrt{\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{Q_i^2}}}$$

donde: Q_i es el subíndice de calidad para el parámetro i , n número de parámetros i y n es el número total de parámetros medidos en la muestra. Cada subíndice de calidad (Q) fue tomado de las curvas promedio para cada parámetro (Cude, 2001).

El ICA es utilizado para detectar el nivel de contaminación que se presenta en el agua, el cual se encuentra entre 0 (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad). Si el valor de ICA tiende a un extremo, se puede considerar el nivel de contaminación. La clasificación y descripción del índice de calidad de agua se utilizan escalas propuestas por diferentes autores (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala de ICA propuesto por dos fuentes (ICA, ICAO).

ICA (Brown et al., 1972)	Calidad	ICAO (Oregon, USA)	Calidad
91-100	excelente	90-100	excelente
71-90	buena	85-89	buena
51-70	media	80-84	media
26-50	pobre	60-79	pobre
0-25	muy pobre	<60	muy pobre

Por otra parte, el caudal hidrológico fue después estimado con las siguientes fórmulas:

$$F = V_m * A_m$$

$$A_m = W * L_m$$

donde: F representa el flujo de agua (m^3/s), V_m denota la velocidad media del agua (m/s), A_m el área media de la sección transversal del río o arroyo (m^2), W es el ancho del canal (m) y L_m es la profundidad media (m).

Impacto de la Actividad Minera en la ST. Este estudio evaluó el impacto de la actividad minera sobre los componentes ambiental, social y económico en regiones donde esta actividad contribuye en el progreso de los pueblos y a su crecimiento económico. Se muestrearon 12 localidades con actividad minera y forestal. La encuesta utilizada incluyó 12 indicadores sociales y 10 económicos. De estos se derivó el índice de sustentabilidad social (ISS) y el índice de sustentabilidad económica (ISE). De imágenes Landsat TM5 del año 2000 y Landsat OLI8 del 2014 se obtuvieron seis indicadores ambientales que se integraron como índice de sustentabilidad ambiental (ISA). Para validar los índices de sustentabilidad se aplicaron técnicas multivariadas de análisis de componentes principales y un análisis clúster. El Cuadro 5 presenta los indicadores seleccionados para los componentes económico, social y ambiental. Dentro de los indicadores ambientales, el indicador Índice Diferencial Normalizado de la Vegetación (NDVI) se determinó usando la banda 4 y la banda 3 en Landsat TM5 del 2000 mientras que en OLI 8 del 2014 se utilizaron las bandas 5 y 4. Una vez generadas las clases de cobertura, estas se registraron en el módulo de análisis Patch Analysis de Arcgis® para el análisis de fragmentación, de acuerdo a las metodologías desarrolladas por McGarigal (2015). Los índices de fragmentación a nivel del paisaje se calculan para una superficie dentro de la cual se supone que las condiciones son homogéneas. De las métricas de fragmentación se derivaron los índices de Diversidad de Simpson e índice de Diversidad de Shannon. Este último se utilizó para indicar si el paisaje está menos fragmentado por el número de parches encontrados. Finalmente, para obtener el indicador erosión se utilizó la metodología de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (EUPS) adaptada a las condiciones de México.

Cuadro 5. Indicadores seleccionados para los componentes económico, social y ambiental.

Indicador	Componente	Unidad de medida	de
Ingreso anual por actividad minera	Económico	\$	
Ingreso anual por actividad forestal	Económico	\$	
Ingreso anual por programas gubernamentales	Económico	\$	
Ingreso por actividades agrícolas	Económico	\$	
Ingreso por otros salarios	Económico	\$	
Otras fuentes de ingreso	Económico	\$	
Gastos por vestido	Económico	\$	
Gastos por alimento	Económico	\$	
Gastos por servicios	Económico	\$	
Gastos por recreación	Económico	\$	
Gastos por vivienda	Económico	\$	
Gastos en actividades productivas	Económico	\$	
Hogares con disponibilidad de agua	Social	%	
Nivel de hacinamiento	Social	%	
Hogares con electricidad	Social	%	

Hogares con piso de tierra	Social	%
Hogares con recolección de basura	Social	%
Hogares con drenaje	Social	%
Consumo de huevo por semana	Social	No
Consumo de pollo por semana	Social	No
Consumo de res por semana	Social	No
Consumo de leche por semana	Social	No
Número de parches	Ambiental	No
Tasa de erosión	Ambiental	TonHa-1
Índice de Shannon	Ambiental	Índice
Índice de Simpson	Ambiental	Índice
Cambio de uso de suelo %	Ambiental	%
Índice normalizado diferencial de la vegetación (NDVI)	Ambiental	Índice

Uso de suelo. Una vez corregidas y construido el mosaico de imágenes, este indicador se obtuvo a través de técnicas de clasificación supervisada, con el algoritmo de máxima probabilidad. Este método utilizó áreas de entrenamiento como polígonos y reglas de decisiones basadas en probabilidades de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$g_i(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i)$$

donde g_i clase, $x = n$ - datos dimensionales (donde n es el número de bandas), $p(\omega_i) =$ la probabilidad de que la clase ω_i aparezca en la imagen y que sea asumida por todas las clases, $|\Sigma_i| =$ determinante de la matriz de covarianza para los datos de la clase ω_i y $\Sigma_i^{-1} =$ matriz inversa, $m_i =$ vector. Las clasificaciones de uso de suelo fueron ajustadas a la misma resolución espacial (30 m).

Para la validación del uso de suelo generado a través de los procesos de clasificación, se aplicó el índice multivariado discreto Kappa. Este método evalúa las relaciones existente entre las coberturas generadas y las encontradas a través de puntos de control en campo, utilizando una matriz de error. El índice Kappa fue aplicado únicamente para el uso de suelo del 2015.

$$K_{APPA} = \frac{N * \sum^k X_{ii} \sum^k (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum^k (X_{i+} * X_{+i})}$$

donde $K_{APPA} =$ Kappa index, $k =$ número de filas en la matriz, $X_{ii} =$ número de observaciones en la fila i y columna i , X_{i+} y $X_{+i} =$ total marginal para la fila i y columna i , $N =$ número total de observaciones.

Cambio de uso de suelo. Este indicador se aplicó para los periodos de 1990 y 2015. La serie de tiempo fue comparada para determinar los cambios (ganancias y pérdidas) para cada tipo de uso de suelo. La tasa de deforestación se obtuvo mediante la fórmula de interés compuesta de Puyravard (2003).

$$D = \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * \frac{100}{t_2 - t_1}$$

donde D = tasa de deforestación por año en porcentaje, A_1 = cobertura de pastizales en el tiempo 1, A_2 = cobertura de pastizales en el tiempo 2, t_1 = año de evaluación inicial. t_2 = año de evaluación final.

Fragmentación. Se evaluó la fragmentación de las coberturas para los años 1990 y 2015 empleando el módulo de análisis de fragmentación Patch Analysis de ArcGis (McGarigal y Marks, 1995). Se determinaron índices de diversidad y algunas métricas del paisaje de acuerdo a las fórmulas:

$$CA_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \text{ (unit: ha)}$$

Donde:

CA_i = área de la clase i .

a_{ij} = es el área en m^2 para el parche j para el tipo de vegetación

A = área total del paisaje.

$$NumP = \sum_{i=1}^n P_i \text{ (unit: none)}$$

Donde:

$NumP$ = número de parches.

P_i = parche de tipo i .

$$MPS = \frac{\sum_{i=1}^n [a_i]}{m} \text{ (unit: none)}$$

Donde:

MPS = tamaño medio del parche.

a_i = tamaño del parche.

m = es el número total de los parches en el paisaje.

$$AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[\frac{P_{ij}}{\min P_{ij}} * \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right] \text{ (unit: none)}$$

Donde:

$AWMSI$ = media del índice de forma del area ponderada.

P_{ij} = perímetro de los parches ij .

$\min P_{ij}$ = perímetro mínimo para el parche ij .

a_{ij} = área en m^2 para el parche j en el i ésimo uso de suelo.

$$ED = \frac{TE}{TLA} \text{ (unit: m/ha)}$$

Donde:

ED = densidad del borde.

TE = borde total, que se define como la longitud de bordo que existe en la interfaz entre dos clases.

TLA = superficie total del paisaje.

Índice de disturbio. Con los mismos sensores satelitales y períodos de estudio se generó el Tasseled Cap, indispensable para generar este índice. Es una combinación lineal de los tres valores normalizados de Tasseled Cap:

$$Br = \frac{B - B}{B\sigma}$$

$$Gr = \frac{G - G}{G\sigma}$$

$$Wr = \frac{W - W}{W\sigma}$$

donde: Br, Gr, Wr son los índices normalizados (rescalados) brillo, verdor y humedad respectivamente y B, G y W, y $B\sigma$, $G\sigma$, $W\sigma$, son las medias y desviaciones estándar de los valores de Tasseled Cap. El proceso de re-escalado normaliza los valores de los píxeles a través de los cambios globales de la reflectancia, como cambios estacionales inducidos por la dirección de la reflectancia, minimizando la variabilidad estacional en las imágenes. El DI se define como una combinación lineal de los tres valores de Tasseled Cap normalizados:

$$DI = Br - (Gr + Wr)$$

Erosión del suelo. Para el cálculo de pérdida de suelo se utilizó la ecuación universal de pérdida de suelo:

$$A = R * K * L * S * C$$

donde:

A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).

R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).

K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).

L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).

La Erosividad de la Lluvia (Factor R) se calculó con base en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Modelos de regresión de Cortés y Figueroa (1991) para estimar erosividad.

Región	Ecuaciones	R ²
1	$Y = 1.20785x + 0.002276X^2$	0.92

2	$Y= 3.45552x + 0.006470X^2$	0.93
3	$Y=3.67516x - 0.001720X^2$	0.94
4	$Y=2.89594x + 0.002983X^2$	0.92
5	$Y=3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y=6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$Y=0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$Y=1.99671x +0.003270x^2$	0.98
9	$Y=7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$Y=6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y=3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y=2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y=10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y=1.50046x +0.002640x^2$	0.95

La Erosionabilidad (Factor K) se obtuvo a partir los datos de la FAO (1980), donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo (FAO/UNESCO) y la textura como parámetros para estimar K (Cuadro 7). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología de INEGI coinciden con la información de la clasificación del suelo de FAO/UNESCO.

Cuadro 7. Clasificación de suelo y textura para estimar Factor K.

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	ACRISOL	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol ferrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gleyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol humico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol ortico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plintico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B(c,d,e,k)	Cambisol cromico,districo,eutrico,calcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol ferrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gleyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol humico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol calcico	0.026	0.040	0.013
B(v,x)	Cambisol vertico ,xerico	0.053	0.079	0.026
C(h,k,l)	Chernozem(haplico,calcico y luvico)	0.013	0.020	0.007
D(d,g,e)	Podzoluvisol(districo,gleyico,eutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol(acrico,humico,plintico,ocrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcarico	0.013	0.020	0.007
G(d,e)	Gleysol districo eutrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol humico,molico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plintico gelico	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vertico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,i)	Feozem calcarico,gleyico,haplico,luvico	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcarico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol districo	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eutrico	0.026	0.040	0.013

Jt	Fluvisol tónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plintico	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	Kastanosem(humico,calcico y luvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol albico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol cromico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol ferrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gleyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol calcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol ortico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plintico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vertico	0.053	0.079	0.026
M(a,g)	Greysem(acrico,gleyico)	0.026	0.040	0.013
N(d,e,h)	Nitisol(districo,eutrico,humico)	0.013	0.020	0.007
O(d,e,x)	Histosol(districo,eutrico,gelico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol ferrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gleyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol humico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol ortico	0.053	0.790	0.026
Pp	Podzol placico	0.053	0.790	0.026
Q(a,c,f,i)	Arenosol(albico,cambico,ferralico,luvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol eutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcarico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol districo	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gelico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V (c,p)	Vertisol (crómido,pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol districo	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X	Xerosol (cálcico, háplico,lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
(h,k,l,g,t)				
Y	Yermosol (hálpico, cálcico, lúvico, gipsico, takirico)	0.053	0.079	0.026
(h,k,l,g,t)				
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Soloncha mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takirico	0.053	0.079	0.026

La longitud de la pendiente (Factor LS) está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente. En términos cuantitativos, la longitud de la pendiente influye en la erosión de manera exponencial precisamente por esto se consideraron los siguientes valores para “m”.

- m= 0.5 (pendiente mayor a 5%).
- m= 0.40 (pendiente entre 3% y 5%).
- m= 0.30 (pendiente entre 1% y 3%).
- m= 0.20 (pendiente menor 1%).

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda^m) * (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor depende de la pendiente en porcentaje.

Para determinar la pendiente (Factor S) se considera la longitud y el ángulo de pendiente. Por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L}$$

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m).

L = Longitud del terreno (m).

El factor por cubierta vegetal (Factor C) fue elaborado a partir de los valores de I.C.O.N.A. (1982) donde propone el uso de valores tabulados para determinar el factor C (Cuadro 8).

Cuadro 8. Factor C estimado según el tipo de cubierta vegetal.

I.C.O.N.A. (1982)	
Tipo de cubierta	Factor C
Arbolado forestal denso	0.01
Arbolado forestal claro	0.03
Matorral con buena cobertura	0.08
Matorral ralo y eriales	0.20
Cultivos arbóreos y viñedos	0.40
Cultivos anuales y herbáceos	0.25
Cultivos en regadío	0.04

Finalmente, la pérdida de suelo fue obtenida con ArcGis 10.3. Los valores de los Factores R, K, LS y C fueron agregados a las capas vectoriales de uso de suelo y vegetación, edafología y pendientes. Una vez que las capas de información geográfica fueron creadas, se elaboró la operación de álgebra de mapas. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha clasificación se identifica por niveles según el Cuadro 9.

Cuadro 9. Niveles de clasificación de pérdida de suelo.

Grado de Degradación	Pérdida de Suelo
Muy Ligera	0 a 5 Ton/ha/año
Ligera	5 a 10 Ton/ha/año
Moderada	10 a 50 Ton/ha/año
Severa	50 a 200 Ton/ha/año
Extrema	Más de 200 Ton/ha/año

Índice de sequía. Este indicador se obtuvo con los datos de precipitación de 10 estaciones meteorológicas distribuidas en el área de influencia de la ST. Para cada estación climática, se obtienen valores mensuales de IEP considerando una escala de tiempo de doce meses. La fortaleza fundamental del IEP radica en que puede ser calculado en diversas escalas de tiempo (mensual, bimensual, semestral, anual, etc.). En términos generales, el proceso de cálculo del IEP involucra ajustar las series históricas mensuales de precipitación a la distribución probabilística Gama; el valor de probabilidad acumulada obtenido del ajuste, es transformado a una distribución normal estándar que tiene promedio igual cero y desviación estándar igual a uno. El valor del IEP puede variar de 0 a 2 y 0 a -2. Se presentan los valores del IEP y la categoría conforme al grado de magnitud. El SPI representa el número de desviaciones estándar de cada registro de precipitación se desvía de su promedio histórico, en otras palabras, valores negativos del SPI indican una intensidad de la sequía y precipitaciones superiores al promedio histórico representan condiciones de humedad más altas de esperado.

Clasificación del IEP por su valor y magnitud.

VALOR SPI	CATEGORIA
2.00 o mayor	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
0 a 0.99	Ligeramente húmedo
0 a -0.99	Ligeramente seco
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco (sequía moderadas)
-1.50 a -1.99	Muy seco (sequía severa)
-2.00 o menor	Extremadamente seco (sequía extrema)

Evaluación de Diversidad

En esta investigación se utilizó como unidad piloto la UMAFOR San Juanito, dado que fue la organización que colaboró y proporcionó las fuentes de datos completa de mamíferos y aves. En este estudio se generaron tres de sus índices: Riqueza de Especies (S) que indica el número de especies presentes, sin tomar en cuenta la importancia de cada especie, Índice de Shannon-Wiener (H') que se refiere a un índice de estructura que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) y, Equidad que mide la proporción de la diversidad con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, donde 1 significa que todas las especies son igual de abundantes. Para el análisis geográfico de los índices, se utilizaron 19 cartas topográficas escala 1:50000 de INEGI (H13C63, H13C82, G13A11, G12B29, H13C74, H13C81, G12B19, G13A34, H13C73, H12D89, G13A24, G13A33, H13C72, G13A14, G13A23, G13A32, H13C84, G13A13, G13A22, G13A31).

Sobre esta base cartográfica se proyectaron las coordenadas de 1,072 registros de aves y 712 de mamíferos (Figura 2). El Anexo 4 contiene el inventario de éstos registros. Por cada carta topográfica, se identificó que especies y en cuantas ocasiones se encuentran presentes. Esta información se concentró por cada carta topográfica.

Calidad de Vida

En atención a las inquietudes expresadas por los técnicos durante el primer taller en los Municipios de Bocoyna y Guachochi, con relación a los indicadores sociales y en particular el de calidad de vida, el equipo de trabajo decidió realizar un estudio exploratorio para investigar a nivel local la definición de calidad de vida de los habitantes. Para cumplir con dicho objetivo se realizaron 63 entrevistas en las localidades de Témoris y Corarayvo, municipio de Guazapares. Sin embargo, debido a ciertas condiciones de orden social (principalmente seguridad) no fue posible realizar todas las entrevistas en la localidad de Corarayvo.

Por lo tanto, la información presentada en este documento es de carácter parcial y obedece principalmente al análisis de los datos de la localidad de Témoris. Las entrevistas las realizó una estudiante de ingeniería en Ecología quien pertenece a la etnia Tarahumara, esto con el fin de ganar la confianza de los pobladores y lograr obtener respuestas carentes de sesgo.

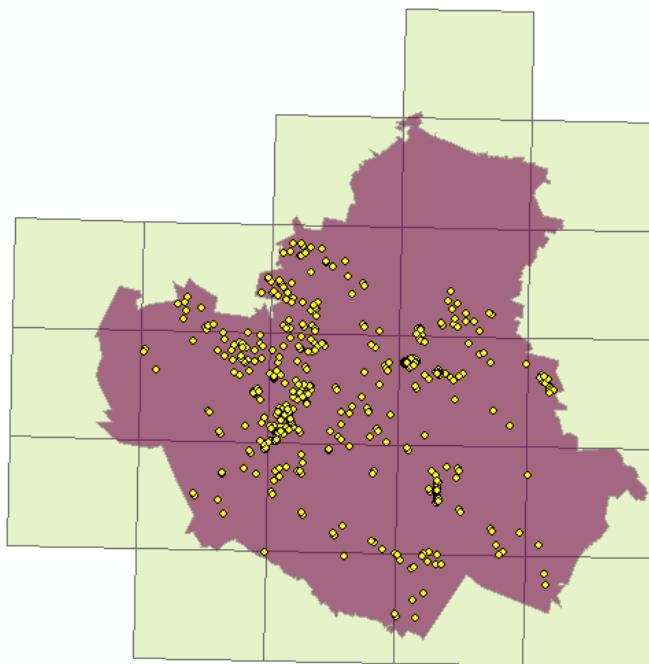


Figura 2. Proyección geográfica de los inventarios de aves y mamíferos en la UMAFOR de San Juanito.

Propuesta de una Red de Monitoreo

En base a los resultados obtenidos de los indicadores de línea base, se diseñó un sistema de monitoreo orientado a cumplir con el propósito estratégico del SMDI-ST y también para dar respuestas eficientes a las demandas de información para apoyar la planeación, monitoreo y la evaluación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la ST. Para asegurar la funcionalidad de la red de monitoreo y calidad de los datos de los indicadores a medir, se analizó la localización adecuada de los sitios de monitoreo y las escalas de representatividad espacial para ubicar dichos sitios. Otros criterios considerados fueron la selección de los indicadores a monitorear de acuerdo a si son fuentes fijas o móviles, características ambientales y accesibilidad (topografía), seguridad, frecuencia y período de monitoreo, selección de métodos de monitoreo, factores socioeconómicos de las áreas de influencia y actores claves que asuman la responsabilidad de monitoreo.

Utilización de las Herramientas de Diagnóstico y las Bases de Datos del PTS

Para lograr este propósito, la consultoría aplicó dos estrategias para involucrar a las partes interesadas, entre ellas las UMAFOR's, con un enfoque de trabajo en dos temáticas; la primera relacionada con el monitoreo de la degradación forestal y la segunda con la evaluación de la biodiversidad y el medio ambiente. Las estrategias utilizadas fueron talleres de capacitación para el monitoreo de la degradación forestal y entrenamiento y asesorías para la evaluación de la biodiversidad.

Detección de Inconsistencias y Altos Costos para la Obtención de los Indicadores del Marco Lógico

El grupo UACH analizo una serie de problemas metodológicos para que permitieran detectar inconsistencias en la información de línea base de los indicadores del marco lógico. Este censo se basó en preguntas como el conocimiento de que áreas son consideradas como potenciales fuentes de los indicadores del marco lógico, ¿a que apunta finalmente el sistema de medición de estos indicadores? Estas preguntas se complementaron con el análisis de la mayor ó menor cobertura de temas y años en el cual se dispone de datos, cobertura de zonas geográficas, subgrupos demográficos, pertinencia de conceptos y métodos, disponibilidad y/o carencia de referencias bibliográficas, oportunidad para la obtención de los datos y la disponibilidad de las instituciones y organismos para remitir los datos o información solicitada. En resultados se presenta un informe que identifica las posibles inconsistencias y altos costos para obtener los datos necesarios para el monitoreo de los indicadores del marco lógico del proyecto Tarahumara Sustentable.

Indicadores de Marco Lógico

Para obtener la línea base de los indicadores del marco lógico se relacionó y contactó las actividades de trabajo con 6 instituciones gubernamentales (SEMARNAT, CONANP, SAGARPA, PROFEPA, CONAFOR, Dirección Forestal del Gobierno del estado de Chihuahua entre otras) y 4 no gubernamentales que tienen trabajos relacionados con los recursos naturales y el sector agropecuario (CEDAIN, CET, CNDI, FT principalmente). Adicionalmente, se revisaron algunos de los informes anuales del 2014 de cada una de las instituciones. Con la información disponible se construyeron parcialmente los indicadores del marco lógico propuestos en la consultoría. Para obtener el **número y población de ejidos y comunidades participando activamente en programas con objetivos, acciones y fondos específicamente para la conservación de la biodiversidad en la región del proyecto**, se visitaron las instituciones y organismos que realizan proyectos de conservación y adicionalmente se consultó a la CFE. El formato utilizado se describe a continuación:

Entidad			
Municipio			
Población total localidad			
Localidad			
Nombre del ejido			
Número de familias participando			
Tipo de Proyecto			
Año de inicio del proyecto			
Año finalización del proyecto			
Superficie estimada del proyecto			
Monto otorgado (\$)			

RESULTADOS

Identificación y Selección de Indicadores

Del total de indicadores propuestos por el PTS, los obtenidos en los talleres participativos, reuniones y entrevistas con actores clave del ST, investigaciones propias y los concensados por el grupo UACH, se seleccionaron 40 indicadores con sus respectivos protocolos, de los cuales el 92% está integrado en el SMDI-ST. Del total de indicadores, 16 corresponden a los biológicos, 7 forestales, 7 ambientales y 10 socioeconómicos (Cuadro 10). La consulta a través de los talleres desarrollados en Guachochi y Creel involucró aproximadamente a 60 participantes (Anexo 5). En la selección de indicadores se muestran los documentos que se consultaron en la sección de literatura citada. Esta incluyó: libros, manuales, artículos, informes y páginas electrónicas.

Cuadro 10. Protocolos de indicadores biológicos, forestales ambientales y socioeconómicos integrados al SMDI-ST.

Indicador	Número y nombre del indicador
Indicadores biológicos	Indicador 1. <i>Ara militaris</i> Indicador 2. <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> Indicador 3. <i>Phantera onca</i> Indicador 4. <i>Ursus americanus</i> Indicador 5. <i>Euptilotis neonexus</i> Indicador 6. <i>Strix occidentalis</i> Indicador 7. <i>Ambystoma rosaceum</i> Indicador 8. <i>Crotalus pricei</i> Indicador 9. <i>Thamnophis melanogaster</i> Indicador 10. <i>Lontra longicaudis</i> Indicador 11. <i>Picea chihuahuana</i> Indicador 12. <i>Pseudotsuga menziesii</i> Indicador 13. <i>Cupressus lusitanica</i> Indicador 14. <i>Pinus engelmannii</i> Indicador 15. <i>Abies concolor</i> Indicador 16. <i>Litsea glaucescens</i>
Indicadores forestales	Indicador 17. Plagas y enfermedades del bosque Indicador 18. Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes Indicador 19. Certificación de manejo forestal sostenible Indicador 20. Incendios forestales Indicador 21. Aserraderos Indicador 22. Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo Indicador 23. Cosecha de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (Incremento medio anual)
Indicadores ambientales	Indicador 24. Uso de suelo Indicador 25. Cambio de uso de suelo y vegetación Indicador 26. Fragmentación del bosque Indicador 27. Índice de disturbio Indicador 28. Erosión Indicador 29. Índice de calidad de agua

	Indicador 30. Índice de sequía
Indicadores socioeconómicos	Indicador 31. Índice de rezago social Indicador 32. Índice de marginación Indicador 33. Índice de GINI Indicador 34. Índice de desarrollo humano Indicador 35. Comunidades indígenas Indicador 36. Gobernadores indígenas Indicador 37. Tenencia de la Tierra Indicador 38. Políticas y leyes relacionadas con los bosques Indicador 39. Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente Indicador 40. Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable

Biodiversidad e Indicadores Biológicos

En total se reportaron 3072 taxones en la base de datos desarrollada sobre biodiversidad (Anexo 6). Existen aún otros listados que han sido desarrollados por diversos investigadores pero que, por no estar aún publicados no pudieron ser incluidos.

El Cuadro 11 muestra en una primera columna, el listado de especies indicadoras señaladas por los participantes en talleres. De este número, sólo se seleccionaron 16 para el desarrollo de protocolos. La selección fue con base en dos criterios: las que tuvieron mayor frecuencia de ser seleccionadas en las encuestas y las que cuentan con línea base. De estas, 15 cuentan con línea base y están debidamente integradas al SMDI-ST. Además de estas 16 especies indicadoras, el resto de las especies indicadoras señaladas por los participantes en talleres (16), son descritas en un Catalogo de Especies Indicadoras para la ST. El catalogo de especies se reporta en el anexo 7 y los protocolos de especies indicadoras se reportan en el anexo 8.1.

Cuadro 11. Listado de especies indicadoras y el nivel al que quedaron en este trabajo.

Señaladas por participantes	Con protocolo	Con línea base	Integradas a un SIG
Abeto (<i>Abies concolor</i>)	X	X	X
Basiáwari (<i>Tauschia tarahumara</i>)			
Biznaga de Lindsay (<i>Mammillaria lindsayi</i>)			
Cascabel cola negra (<i>Crotalus molossus</i>)			
Cotorra (<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>)	X	X	X
Chiltepin (<i>Capsicum annuum</i>)			
Guacamaya verde (<i>Ara militaris</i>)	X	X	X
Guajolote (<i>Meleagris gallopavo</i>)			
Guapaque (<i>Ostrya virginiana</i>)			
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	X	X	X
Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental (<i>Sceloporus jarrovii</i>)			
Laurel (<i>Litsea glaucescens</i>)	X		

Nogal silvestre (<i>Juglans major</i>)			
Nutria (<i>Lontra longicaudis</i>)	X	X	X
Órgano pequeño pelón (<i>Echinocereus sublinermis</i>)			
Oso negro (<i>Ursus americanus</i>)	X	X	X
Pájaro bandera o koa (<i>Trogon elegans</i>)			
Pinabete (<i>Pseudostuga menziesii</i>)	X	X	X
Pinabete espinoso (<i>Picea chihuahuana</i>)	X	X	X
Pino Chihuahua (<i>Pinus engelmannii</i>)	X	X	X
Rana ladadora (<i>Craugastor tarahumaraensis</i>)			
Salamandra (<i>Ambystoma rosaceum</i>)	X	X	X
Salamandra de bosque de pino (<i>Ambystoma silvensis</i>)			
Tascate sabino (<i>Cupressus lusitanica</i>)	X	X	X
Tecolote moteado (<i>Strix occidentalis</i>)	X	X	X
Trogon orejón (<i>Euptilotis neoxenus</i>)	X		
Trucha aparique (<i>Oncorhynchus</i> sp.)			
Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)			
Vibora de agua (<i>Thamnophis melanogaster</i>)	X	X	X
Víbora de cascabel (<i>Crotalus pricei</i>)	X	X	X
Víbora de cascabel variable (<i>Crotalus lepidus</i>)			

Indicadores forestales

De acuerdo a los mecanismos de identificación y análisis de indicadores, el anexo 8.2 presenta los protocolos con su línea base de los indicadores forestales seleccionados.

Plagas y enfermedades del bosque. El conocimiento de su presencia y magnitud de daño es un parametro esencial en los procesos de gestión forestal para detener la pérdida de biodiversidad y el valor de los servicios ecosistémicos. La línea base del indicador se apoya en 18 puntos de presencia de plagas proporcionados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Los principales sitios con plagas de descortezadores del género *Dendroctonus* se localizan en los municipios de Ocampo, Guachochi, Maguarichi y Guadalupe y Calvo (Mapa anexo, 8.2). Aunque el mapa del protocolo identifica los registros y ubicación espacial de las plagas y enfermedades, la base de datos integrada al SMDI-ST presenta el porcentaje de árboles y superficie n con daños moderados, graves o totales. La variabilidad climática combinada con las sequías recurrentes se relacionan con la presencia de diferentes descortezadores por lo que es factible aplicar modelos de distribución para identificar las áreas de riesgo potencial e implementar los planes de control, tal y como se aprecia en el mapa correspondiente a este indicador.

Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes. En el anexo 8.2, se presenta el mapa de ocupación de tierras agrícolas en 2015 en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable. Las áreas agrícolas comprenden una extensión aproximada de

178,200 ha en la ST. Basicamente predominan los cultivos de temporal para obtener granos básicos, huertos familiares y cultivos para mercado local bajo esquemas de barbecho temporal (menos de cinco años).

Certificaciones de manejo forestal sostenible. Con respecto a las certificaciones de manejo forestal sostenible, el Anexo 8.2 presenta el mapa que identifica los predios cuyos productos maderables provienen de bosques manejados de manera sustentable de acuerdo a los estandares de la entidad certificadora. Este mapa muestra los predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal en el período comprendido entre 2014 y 2016. El número y nombre de los predios está integrada en el SMDI-ST.

Incendios forestales. Los datos del número de incendios, su localización y superficie siniestrada se encuentra debidamente integrada en el SMDI-ST. El mapa que se presenta en el anexo correspondiente a los indicadores forestales, presenta el mapa con los predios con registro de ocurrencia de incendios forestales sobre la sierra Tarahumara durante el período de 1997 al 2014.

Aserraderos. El mapa de este indicador presenta su localización y distribución en la ST. Su línea base integrada en el SMDI-ST presenta su estatus (activo/inactivo), referencia geográfica de localización y municipio. Los registros de asentamientos de los aserraderos son importantes para los reportes de visitas de inspección en el cual se puede verificar la operatividad de esta industria.

Proporción de superficie de bosque productivo bajo manejo. En cuanto a este indicador, se generó el protocolo que incluye el mapa que identifica las zonas conocidas como área de productividad (Anexo 8.2). En este mapa se identifica que superficie con características de medio y alto potencial se encuentra con actividades de manejo y aprovechamiento maderable y no maderable. La superficie forestal bajo manejo en los municipios de Batopilas y Uruachi es relativamente baja en relación a la superficie forestal productiva en dichos municipios. En contraste, Ocampo y Bocoyna presenta mayor superficie forestal bajo manejo en relación a su superficie forestal productiva.

Cosecha de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (Incremento Medio Anual). En los protocolos del anexo 8.2 se presenta el mapa que muestra los municipios que proveen información de la cantidad de madera acumulada así como la cantidad de madera extraída en el periodo de tiempo reportado, lo cual permite ajustar la planeación del manejo en términos de sustentabilidad.

Indicadores ambientales

Como resultado de las estrategias y mecanismos de identificación y análisis de indicadores, se seleccionaron y generaron los protocolos de 7 indicadores ambientales, los cuales están integrados en el SMDI-ST. Los protocolos de estos indicadores se presentan en el Anexo 8.3. Es necesario mencionar que los resultados de los indicadores de uso del suelo, cambio de uso de suelo y vegetación, fragmentación, índice de disturbio e índice de calidad de

agua, son descritos en el apartado de investigaciones propias. Aunque los indicadores de Sequía y Erosión se desarrollaron en gran parte bajo procesos de investigaciones propias, sus resultados son descritos en este apartado bajo el criterio de que se generaron con los datos existentes de precipitación de CONAGUA e INIFAP y cartas temáticas de INEGI, respectivamente.

Sequía. Como línea base histórica y actual se utilizaron 13 estaciones climáticas. La base histórica comprendió al menos 30 años de registro de precipitación mensual acumulada y la actual se enfocó al análisis del año 2015. La Figura 3 presenta el clinograma de la sequía derivado del Índice Estandarizado de Precipitación (IEP). Enfocado en su estudio al territorio de la Sierra Tarahumara, los resultados de la sequía muestran una mayor frecuencia y severidad debido a la mayor variabilidad de la precipitación de los últimos años. Las barras inferiores de la línea base del clinograma muestran este comportamiento. El ancho y longitud de las barras (valores de -4 en el año 2011) denotan la presencia de sequías severas a extremadamente secas, con repercusiones en el estado de salud y productividad de los ecosistemas de la ST.

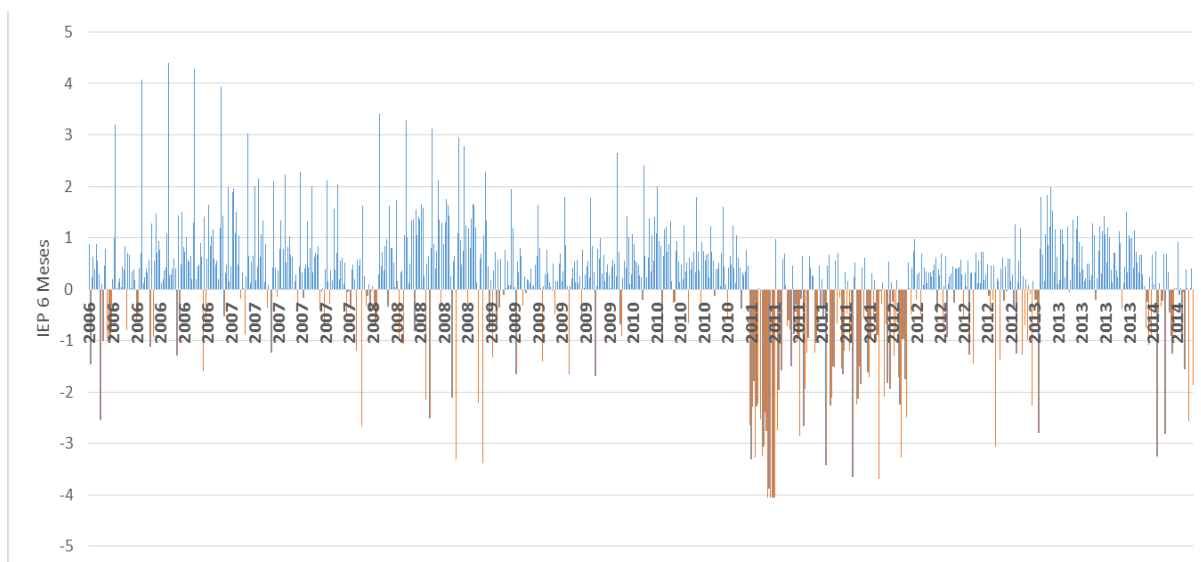


Figura 3. Clinograma de la sequía en la región de la Sierra Tarahumara.

La línea base actual para el análisis del índice de sequía actual se fundamenta en los datos de la precipitación mensual acumulada para el año 2015. Para la obtención de su clinograma y el mapa de distribución de este índice se aplican los mismos procesos realizados con la base histórica. Como una base para estimar el Índice de Sequía, la figura 4 muestra la distribución de la precipitación pluvial del año 2015 y su distribución en la ST.

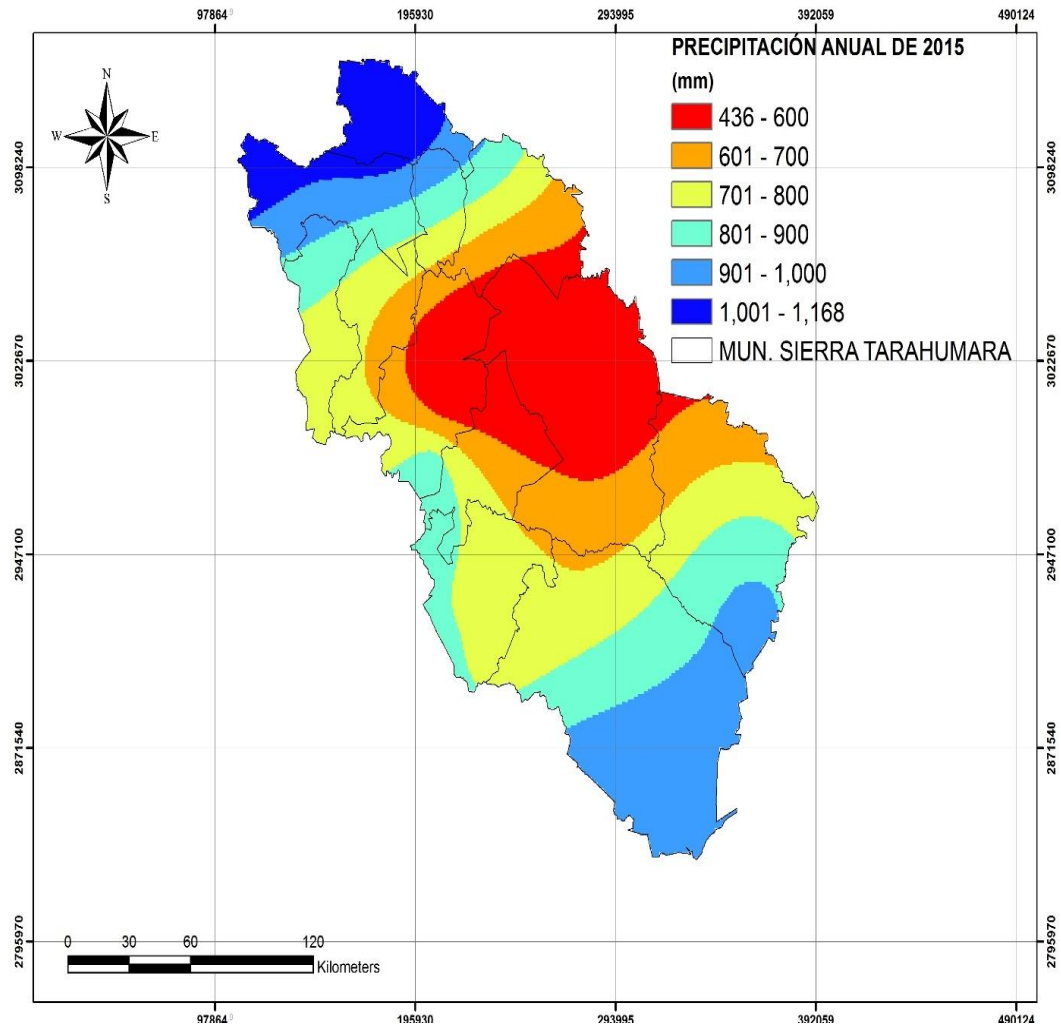


Figura 4. Mapa derivado de la precipitación pluvial del año 2015 y su distribución en la ST.

Erosión del suelo. De acuerdo a los resultados obtenidos por el método USLE, la erosión total de la superficie de la ST presenta una estimación de 115.4 ton/año, valor que representa un grado de degradación severa al ubicarse en el rango de 50 a 200 ton/ha/año de pérdida de suelo. Sin embargo, el grado de degradación de suelo moderada predomina con un 47% en la extensión de la ST. La clase de erosión severa se distribuye aproximadamente en el 7.5% de la superficie de la ST con pérdidas de suelo de 62 ton/ha/año mientras que la clase muy severa se presenta aproximadamente en el 5% del territorio, con valores muy altos (2010 ton/ha/año) de pérdida de suelo.

El mapa de la figura 5 presenta la distribución de las principales clases de erosión del suelo en la ST.

Otros indicadores ambientales. Con base en el orden de la sección de metodología, los indicadores de uso del suelo, índices de disturbio, fragmentación y cambios de uso del suelo fueron generados a través de investigaciones propias. Los resultados de éstos se muestran en la sección de resultados de las investigaciones propias.

Cuadro 12. Erosión total de suelo por clase y por ha/año en los 12 municipios de la ST.

Clases Erosión	Erosión Total (Ton/año)	Superficie (ha)	Ocupación (%)	Ton/ha/año
Muy Ligero	1652346.58	428929.58	10.32	3.85
Ligero	10847238.53	1255922.32	30.22	8.63
Moderado	42149486.63	1955491.71	47.06	21.55
Severo	19488101.35	313643.05	7.55	62.09
Muy severa	405451192.79	201658.83	4.85	2010
Total	479588365.87	4155645.49	100	115.40

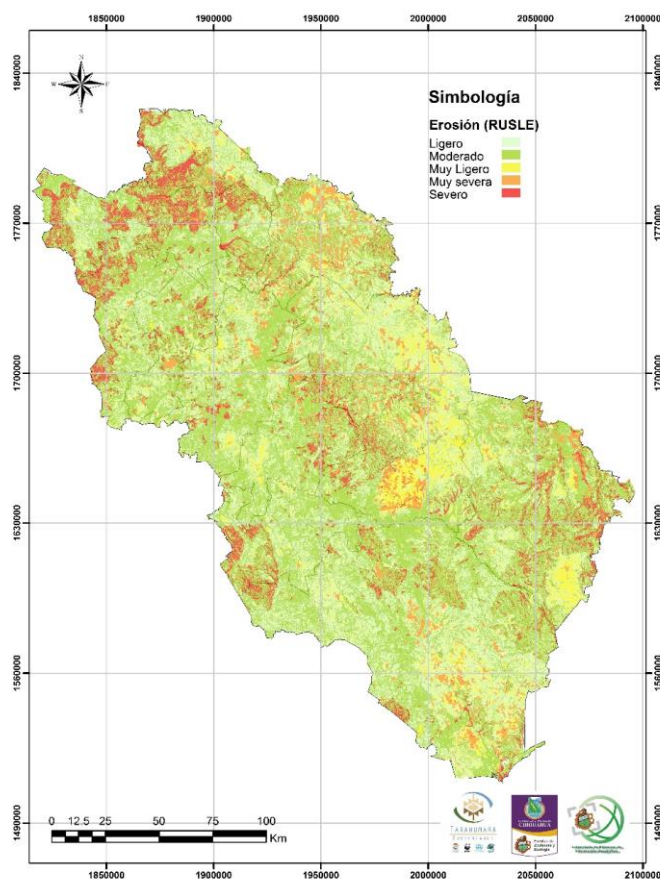


Figura 5. Distribución de las principales clases de erosión del suelo en la ST.

Indicadores socioeconómicos

En el Anexo 8.4 se presentan los 10 protocolos de indicadores socioeconómicos seleccionados, mismos que se encuentran integrados en el SMDI-ST.

Índice de Rezago Social (IRS). La Figura 6 presenta el mapa que muestra el comportamiento del IRS en los 12 municipios de la ST. En general, los 12 municipios presentan valores altos de IRS, los cuales varían de alto a muy alto en su Grado de Rezago Social. En comparación a los demás municipios del estado de Chihuahua, los doce municipios de la ST presenta el mas alto rezago social. Los valores de índice varían de 0.88 en el municipio de Ocampo a 3.40 en Batopilas lo cual ubica a este como el municipio con el mas alto Grado de Rezago Social.

Índice de marginación (IM). De acuerdo a los valores por municipio que se presentan en el Cuadro 13, este índice identifica el impacto municipal de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes. Los municipios de Bocoyna y Ocampo presentan los valores mas bajos del índice de marginación, en tanto Batopilas presenta el valor de índice mas alto, seguido de Guadalupe y Calvo, Morelos y Guachochi.

Índice de GINI. La Figura 7 presenta los valores de GINI para los 12 municipios de la ST. Aplicado como un indicador que valora la incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales en individuos y hogares, su comportamiento identificó a Ocampo y Chínipas como los municipios en donde las personas u hogares tienen igualdad de ingresos mientras que Guachochi presentó la mayor desigualdad. A este municipio le preceden Guadalupe y Calvo, Bocoyna y Urique con valores altos del índice GINI.

Índice de Desarrollo Humano (IDH). La figura 8 presenta la perspectiva del IDH para los doce municipios de la Sierra Tarahumara en comparación a los demás municipios del estado de Chihuahua. En el contexto estatal, los 12 municipios presentan un bajo desempeño en los ámbitos de salud y educación. Dichos municipios se encuentran por debajo de la media estatal (0.83). En el contexto de la ST, los municipios de Urique, Morelos y Batopilas presentan los valores mas bajos de este índice, principalmente este último municipio (3.947). Con un valor de 0.47. Bocoyna y Ocampo presentan los valores mas altos (0.72 y 0.68) (Figura 9).

Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente. Registrado como protocolo 9 de la sección del Anexo 8.4 de indicadores socioeconómicos, este indicador presenta como verificador, el porcentaje de comunidades-hogares que tienen acceso a agua entubada en cada municipio de la ST. El mapa producto de este análisis, muestra como el municipio de Batopilas dispone del menor porcentaje de agua entubada por vivienda (6.6%), seguido de Guachochi y Morelos. Ocampo y Uruachi son municipios que disponen del mayor porcentaje de viviendas con acceso a agua entubada (51.8%).

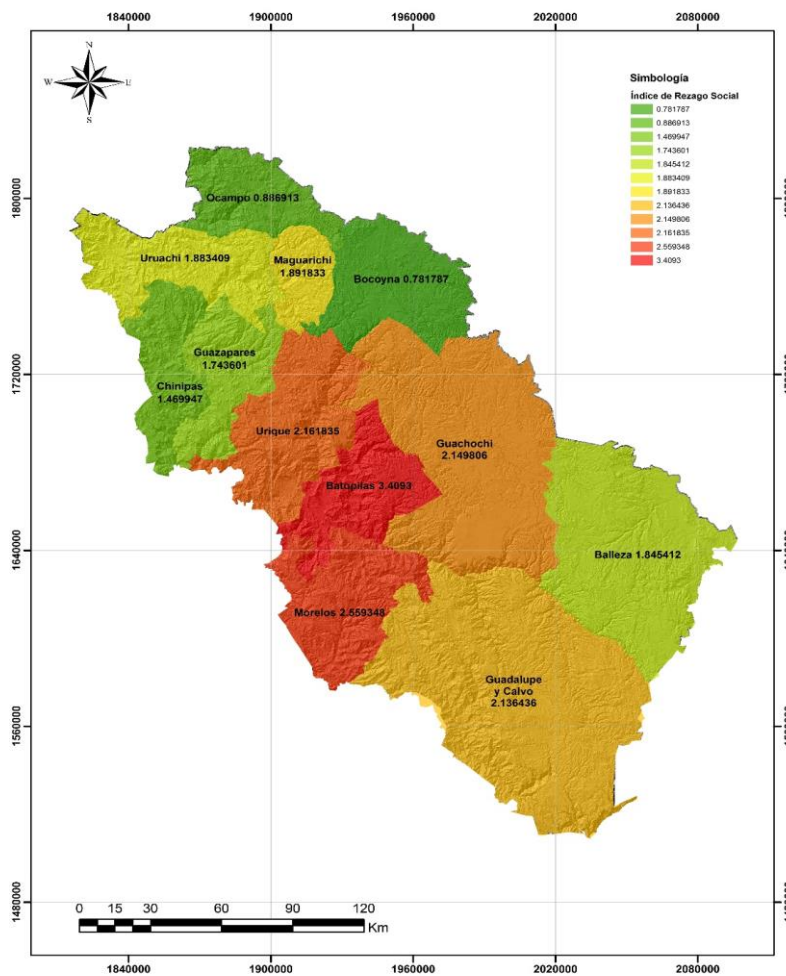


Figura 6. Mapa con la distribución del IRS en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

Cuadro 13. Valores de IM en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

Municipio	IM
Ocampo	0.435
Uruachi	1.887
Bocoyna	0.363
Maguarichi	1.137
Chinipas	1.903
Guazapares	1.711
Guachochi	2.383
Urique	1.875
Batopilas	3.947
Balleza	1.997
Morelos	2.504
GpeyCalvo	2.564

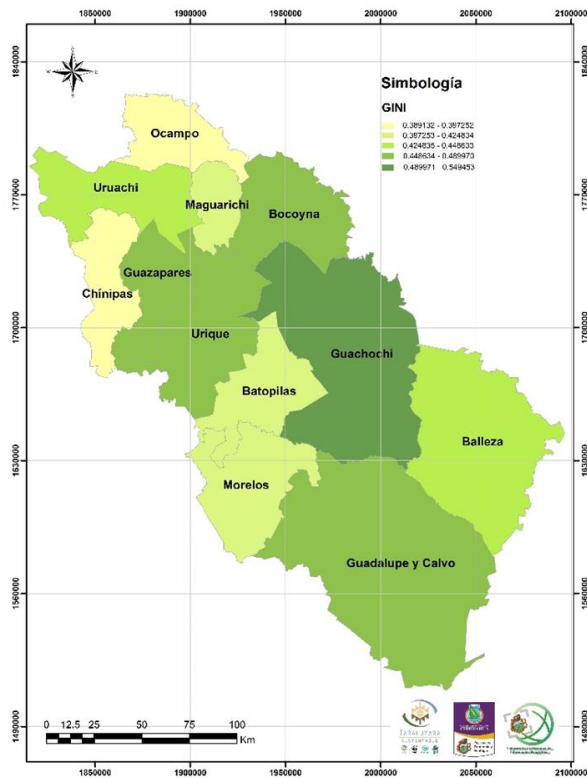


Figura 7. Distribución de los valores del índice GINI en los 12 municipios de la ST

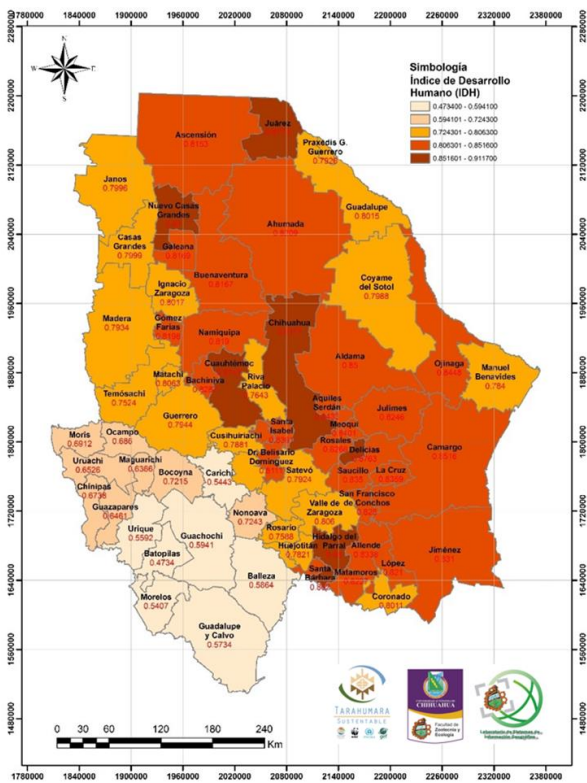


Figura 8. Índice de Desarrollo Humano para los doce municipios de la Sierra Tarahumara en comparación al resto de los municipios del estado de Chihuahua.

Indicadores de Gobernanza

Comunidades indígenas. Es un indicador importante dentro del criterio de bienestar social ó socioeconómico. En la ST se han inventariado alrededor de 2,261 comunidades indígenas, cuyo listado es fundamental por el aporte en sus valores espirituales y culturales y sus valores de acceso. Está estrechamente ligado al indicador de gobernadores en base al reconocimiento de las pláticas qu reconocen el derecho de los Pueblos Indígenas a la libre determinación que se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad en el territorio de la ST y en general de México.

Gobernadores Indígenas. El Cuadro 14 muestra el número de gobernadores por género en cada uno de los municipios. Para las 2,261 comunidades indigenas existen 384 gobernadores de los cuales 325 son hombres y 59 son mujeres. Los municipios de Bocoyna, Guadalupe y Calvo, Urique y Guachochi presentan el mayor número de gobernadores y comunidades que gobiernan, mientras que Balleza y Chínipas presentan el menor número de gobernadores.

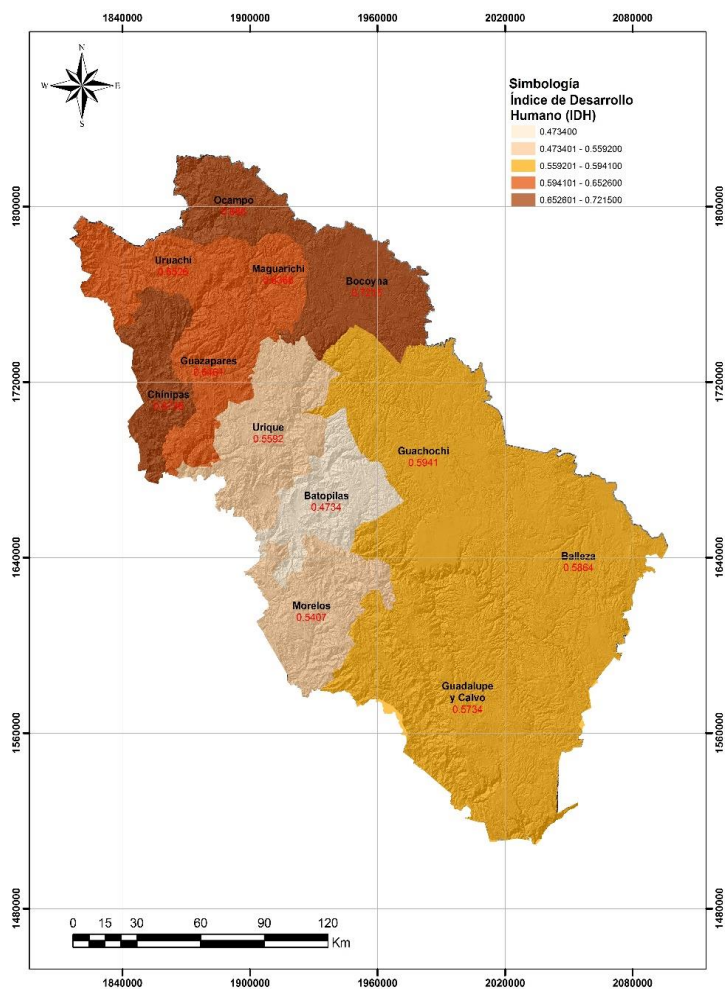


Figura 9. Mapa con la distribución del IDH en los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

Cuadro 14. Número de gobernadores por municipio y total de comunidades que gobiernan.

Municipio	Hombres	Mujeres	Total comunidades
Balleza	13	0	62
Batopilas	41	0	173
Bocoyna	60	19	568
Chínipas	12	0	48
Guachochi	44	6	448
Guadalupe y Calvo	53	16	363
Guazapares	12	4	109
Maguarichi	4	1	25
Morelos	10	0	45
Ocampo	9	3	45
Urique	46	7	333
Uruachi	21	3	87

Tenencia de la tierra. Es un indicador del criterio de valor de acceso que se asocia a los derechos y responsabilidades de tenencia y usos de la tierra. La mayor parte de la superficie de la ST está en manos de ejidatarios comunidades indígenas, pequeños propietarios y colonias. En menor proporción existen tierras públicas. La propiedad colectiva se divide en colonias, comunidades indígenas y ejidos. El protocolo de este indicador (anexo 8.4) inventaria 53 comunidades distribuidas en una superficie de 244,142 ha y 224 ejidos distribuidos en una superficie de 2,785,412 ha. Para obtener un permiso de aprovechamiento forestal se requiere de la acreditación actualizada de la tenencia de la tierra y un programa de manejo forestal y en comunidades indígenas la aplicación del reglamento interno del grupo y la identificación de representantes mediante asamblea.

En la visita realizada en la primera semana de Marzo del 2016 al Registro Nacional Agrario, los funcionarios manifestaron la complejidad de obtener la información solicitada. Esto es, principalmente, por la falta de capital humano que atienda específicamente la base de datos de los beneficiarios y por qué los beneficiarios no tienen conocimiento del procedimiento necesario para transferir o adquirir títulos. Con respecto a esta última problemática, los funcionarios recomiendan que las instituciones que trabajan en la ST ayuden a compartir esa información de manera local.

Políticas y leyes relacionadas con los bosques. Se identificaron y revisaron las leyes relacionadas con la tenencia de la tierra y el cuidado y aprovechamiento de los recursos naturales, considerando que son una herramienta útil para la toma de decisiones y formulación de proyectos de desarrollo. Un documento de referencia es el realizado por Azarcoya en su documento “La Sierra Tarahumara, el bosque y los pueblos originarios: estudio de caso de Chihuahua (México). El marco general de donde se desprenden todas las leyes es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Las políticas y leyes que son importantes para la ST son:

- con relación a la propiedad y tenencia de la tierra y el agua, la Ley Agraria (LA), la Ley de Aguas Nacionales (LAN), la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley Federal de Derechos (LFD);

- con relación a la organización de los propietarios de tierras de vocación forestal, la Ley Agraria (LA), la Ley de Sociedades de Solidaridad Social (LSSS), la Ley General de Sociedades Cooperativas (LGSC), la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM) y el Código Civil Federal (CCF);
- con relación al uso del suelo, la Ley Agraria (LA), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley para el Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) y la Ley de Capitalización del PROCAMPO (LCPROCAMPO);
- el marco legal para la protección, conservación y restauración de terrenos de vocación forestal y del agua se encuentra en las siguientes leyes: la LGEEP A, la LGDFG, la LDRS y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS);
- con relación a la vigilancia forestal, infracciones, sanciones y delitos, el artículo 158 de la LGDFS. Completan las leyes mencionadas las Normas Oficiales Mexicanas, que son dictadas por la Secretaría de Medio Ambiente, y se relacionan con la calidad del agua residual, los recursos naturales forestales, el control de plagas y suelos, la protección de especies, el impacto ambiental y el agua.

En virtud que el proyecto TS cuenta con una consultoría de carácter legal, en el anexo 8.4 se presenta la ficha técnica necesaria para dar seguimiento al protocolo de políticas y leyes relacionadas con los bosques.

Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable.

Este indicador es de relevancia a nivel de comunidad y en este contexto se clasificó bajo un principio de Bienestar Social. En este estudio no se determinó su línea base debido a que es un indicador cualitativo y se requiere identificar el acopio de reglamentos y estatutos por cada comunidad así como determinar el diagnóstico de: un cierto porcentaje de los adultos de una comunidad determinada conocen las reglas internas relacionadas con la tenencia y uso de la tierra y, número de sanciones en una comunidad determinada en relación con el uso de la tierra y registradas ante una autoridad legal competente.

Diseño y Planificación del SMDI-ST

Instrumentación e integración de indicadores al SMDI-ST. La comprensión del ámbito o alcance de operación del SMDI-ST, facilitó al grupo consultor, seleccionar un SIG empresarial en donde todos los usuarios acceden a los datos del SMDI-ST para atender las demandas de información en las diversas temáticas de biodiversidad y servicios ecosistémicos. La higiene y minería de datos permitió integrar la información cartográfica y atributos de 40 indicadores de línea base y alrededor de 100 capas de datos de variables base que requiere el sistema para su funcionalidad. Los datos se ajustaron a una escala 1:50,000, bajo el datum ITRF92 y proyección cartográfica de Cónica de Lambert.

Con esta información se definió el propósito estratégico del SMDI-ST: Desarrollar una base de datos científica y metodológica que integrada en un Sistema de Monitoreo de Datos e Información (SMDI-ST), se dé respuesta eficiente y anticipada en las necesidades de información de línea base para apoyar la planeación, monitoreo y la evaluación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la Sierra Tarahumara.

Este propósito está alineado al propósito general del proyecto **Gestión integrada del territorio para la conservación de la biodiversidad en áreas de protección y producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México** conocido como proyecto **“Tarahumara Sustentable”**. Este proyecto declara que los planes de manejo y los procesos de toma de decisiones de las partes interesadas clave involucradas en el manejo de la conservación de la biodiversidad en la Sierra Tarahumara, utilizan las herramientas diagnósticas del proyecto y bases de datos. El propósito estratégico del SMDI-ST también se alineó al objetivo estratégico del Programa de Desarrollo Forestal Sustentable Chihuahua 2012-2016 de la Dirección de Desarrollo Forestal del gobierno del estado de Chihuahua, el cual puntualiza la necesidad de **“desarrollar y actualizar el Sistema Estatal de Información Forestal, que integre información actualizada y oportuna, para ser utilizada en la toma de decisiones y en sus cuatro acciones estratégicas promovidas en el área de política institucional”**.

Además de su estructura de indicadores de línea base, en su estructura funcional el SMDI-ST se diseñó e instrumentó para cumplir con las siguientes actividades;

- Actualizar la información cartográfica de apoyo a los programas de protección, fomento y desarrollo de proyectos y servicios asociados al monitoreo, conservación y evaluación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.
- Aplicar el programa de sensibilización y fortalecimiento de capacidades en los diferentes actores de la Sierra Tarahumara, para involucrarlos y empoderarlos en el uso de las herramientas y las bases de datos producidas por el SMDI-ST.
- Desarrollar y aplicar metodologías basadas en SIG para evaluar los diferentes impactos ambientales en los indicadores de productividad forestal, social y de gobernanza. Esta actividad apoyará el proceso de toma de decisiones sobre el beneficio de las estrategias para mejorar la calidad del medio ambiente.
- Desarrollar productos informativos provenientes de los grupos de investigación de diferentes instituciones, consultorías y organizaciones no gubernamentales que den respuesta a los altos grados de incertidumbre a que están avocadas las dependencias de gobierno como SAGARPA, SEMARNAT, CONAFOR, PROFEPA, Dirección Forestal del Gobierno del Estado, entre otras.
- Desarrollar un consorcio de red de UMAFOR's que participen en la construcción de una agenda común para monitorear de manera sostenida la biodiversidad de la Sierra Tarahumara.

Instituciones con capacidad para dar seguimiento al proyecto de monitoreo

De las 15 encuestas enviadas, se recibieron y procesaron 4 provenientes, una de un centro educativo (Facultad de Zootecnia y Ecología), de una organización gubernamental (SAGARPA), una UMAFOR (San Juanito A.C.) y una persona moral (Jesús Heredia Sapién). Las cuatro actores contestaron que en la actualidad están utilizando los sistemas de información geográfica; además, cuentan con uno o más CPU y monitores con las características necesarias para resguardar las bases de datos. Del resto de las características

mencionadas en la encuesta: servidores, software, dispositivos de salida, scanner para mapas y regulador de alto voltaje solamente dos cuentan con esa capacidad. La Universidad Autónoma de Chihuahua es la entidad educativa que cuenta con el mínimo requerimiento de software y hardware necesarios para dar seguimiento al sistema de información. El análisis de la capacidad de la UMAFOR San Juanito, mostró que esta también tiene la capacidad para mantener y dar seguimiento al SMDI-ST.

Investigaciones Propias

Calidad y cantidad de agua. Si bien son diversos los parámetros ambientales que pueden funcionar como indicadores, el agua fue el componente al que se enfocó este trabajo, por la relevancia ecológica, económica y de salud que representa. El agua es primordial para que los seres humanos y los ecosistemas puedan prosperar, el agua debe estar limpia y perdurar limpia. El agua está contaminada cuando sus características naturales se alteran por elementos extraños como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o domésticos.

A nivel internacional existen normas para cada uso que se le da al agua, tales como los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud y Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. A nivel nacional existe la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. El índice de calidad de agua es una herramienta que permite asignar un valor de calidad al agua a partir del análisis de diferentes parámetros. Este es utilizado para detectar el nivel de contaminación por la influencia de parámetros físicos, químicos y biológicos. Otra herramienta base para determinar la cantidad de agua disponible en arroyos o ríos es el caudal hidrológico. En hidrografía, hidrología y en general en geografía se denomina caudal al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados.

El Cuadro 15 muestra los resultados obtenidos en 32 puntos muestreados en ríos de los municipios de Bocoyna, Balleza, Urique, Ocampo y Guachochi. En el agua colectada se evaluó sólo la contribución de parámetros físico químicos. Asimismo, en el Cuadro 16 se muestran los resultados de caudal hidrológico. El 25% de los puntos de muestreo presentan valores por arriba de los límites permisibles. Lo cual, la suma de nitratos y nitritos se atribuye a descargas por actividades industriales y/o aguas residuales domésticas.

Se determinó el ICA con los parámetros medidos en el agua muestreada. El agua presenta condiciones de buena a muy pobre (Figura 10). De la totalidad de los puntos, un 41% mostró calidad de agua “media”, mientras que un 19% presentó condiciones de “buena”. El resto del agua analizada se encuentra en un intervalo de pobre a muy pobre. Sin embargo, se presentan condiciones (buena a media) para ser utilizada como agua para irrigación y con condiciones óptimas para la vida acuática. Por otra parte, aproximadamente el 50 % de los caudales registrados en los sitios de muestreo correspondieron a flujos menores a 100 L/s (Figura 11). Lo anterior es debido a que los puntos seleccionados corresponden a partes altas de la cuenca, arroyos tributarios. El otro 50% correspondió a flujos mayores a 100 L/s, lo cual indica flujos moderadamente alto.

Cuadro 15. Resultados de parámetros físicoquímicos así como del índice de calidad de agua en 32 puntos de ríos en los municipios de Bocoyna, Balleza, Urique, Ocampo y Guachochi en el estado de Chihuahua (valores en negritas están por arriba de la normatividad).

Fecha y lugar de muestreo	Muestra	T °C	CE µS/cm	pH	Tb NTU	SDT mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	PO ₄ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻ mg/L	Ca ⁺ mg/L	DBO mg/L	DO mg/L	DQO mg/L	ICAO
	NOM127			8.5	5	500	10	1	20	250	400	75	75	14.6	7	
Noviembre 2015	PM1	9.5	0.02	7.2	34.6	18.4	17	2.8	19.1	25	4	7	15.9	9.9	6	5.6
San Juanito, Presa	PM2	9.6	0.17	8.4	8.6	100.9	12	0.5	3.2	34	10	10	12.6	9.8	9	39.9
Situriachi, Bocoyna,	PM3	20.5	0.03	7.6	26.4	27.1	14	3.4	11.5	26	15	21	14.4	9.8	2	5.6
Cuiteco y Bahuichivo	PM4	14.1	0.01	7.7	33.6	27.1	11	6.8	16.1	21	18	21	15.0	9.8	8	5.6
	PM5	14.8	0.3	7.5	21	192	21	3.1	25.7	42	18	83	12.0	9.7	30	5.6
	PM6	14.3	0.03	9.4	20.2	34.1	25	5.3	33.2	29	15	27	15.3	10.1	12	5.6
	PM7	14.5	0.01	9.2	16.7	35.8	14	3.8	10.1	24	13	30	12.9	9.9	12	5.6
	PM8	11.4	0.01	7.9	0.5	82.7	11	0	8.4	15	41	90	12.9	9.8	0	13.8
	PM9	14.3	0.01	8.6	0.9	87.9	15	1.8	5	22	18	110	14.1	10	8	28.0
	PM10	13.4	0.01	8.4	2.7	95.2	8	1.4	4.6	23	30	132	14.4	9.9	7	29.5
	PM11	12.5	0.01	8.1	2.5	89.8	5	0	6.6	21	89.8	157	17.4	10.1	6	22.2
	PM12	15.4	0.01	8	2.7	102.5	14	0.1	10	18	22	166	14.4	10	5	8.4
Febrero 2016	PM13	13.25	0.11	8.15	2.6	40	2.2	0.007	0.001	0.7	2	0.7	1.9	10.3	9	86.3
El Vergel, Balleza,	PM14	16.9	0.21	7.98	3.1	110	0	0.005	0.85	0.9	3	0.32	3.8	10.6	7	82.9
Guachichi, Norogachi	PM15	8.3	0.16	7.52	65	80	0.7	0.014	1.28	0.8	0	0.74	4.5	9.2	0	58.7
	PM16	13.6	0.13	7.7	3.6	70	0.5	0.002	0.92	0.9	1	0.76	4.5	8.9	6	79.4
	PM17	13.7	0.14	7.3	3.3	70	0.1	0.008	0.001	0.9	0	0.72	4.8	8.8	3	78.8
	PM18	12.8	0.14	8.3	55	70	2.3	0.012	3.88	0.8	3	0.66	4.8	9.8	3	31.9
	PM19	18.4	0.9	8.5	3.7	50	0	0.006	0.001	0.7	2	0.28	4.5	12.5	9	78.4
Marzo 2016	PM20	13.1	0.1	8.34	1.4	40	4.2	0.009	0.53	6	2	10.9	8.2	9.7	1	74.0
Ocampo,	PM21	19.45	0.09	8.1	11.7	40	15.7	0.01	1.55	5	3	4.5	8.4	9.6	20	65.7
	PM22	15.5	0.04	7.73	14.1	20	19.7	0.004	1.33	45	4	14	8.7	21.5	3	61.8
	PM23	18.5	0.1	8.83	15.1	50	15.2	0.006	0.13	8.5	4	5.7	8.3	19.4	2	65.5
	PM24	16.4	0.08	8.57	3.1	40	17.7	0.009	1.76	2.5	4	6.5	8.3	15.5	11	64.1
	PM25	17.6	0.1	8.36	0.3	50	17.3	0.006	2.07	6	2	12.4	8.3	13.3	4	64.7
	PM26	14.3	0.16	7.85	0.6	80	19.9	0.002	0.72	4.5	35	6.7	8.5	15.4	29	64.6
	PM27	15.94	0.14	7.4	0.2	60	20.1	0.004	0.24	7	24	5.3	8.4	16.7	9	65.3
	PM28	10.2	0.23	7.2	7.6	110	20.9	0.002	0.16	45	51	6.7	8.7	12.8	13	63.5
	PM29	10.5	0.12	7.23	11.9	60	9.9	0.004	0.5	4.5	3	4.9	8.5	13.1	28	67.9
	PM30	14.3	0.35	8.7	28.9	170	26.2	0.014	0.63	3.5	77	10.8	8.6	14.1	6	54.1
	PM31	18.7	0.08	8.3	7.2	40	29.7	0.005	1.04	5	5	7.2	8.5	9.8	20	55.1
	PM32	18.7	0.1	6.71	6.5	50	32.4	0.008	0.16	4.5	4	8.3	8.5	10.1	4	55.8

Cuadro 16. Resultados de caudal hidrológico (m³/s y L/s) en 32 puntos de ríos en los municipios de Bocoyna, Balleza, Urique, Ocampo y Guachochi en el estado de Chihuahua.

Fecha y lugar de muestreo	Sitio muestreo	Ancho	Profundidad Media	Área promedio	Velocidad promedio	Caudal estimado	
		m	cm	m ²	m/s	m ³ /s	L/s
Noviembre 2015	PM1	nm*	nm	nm	nm	nm	nm
San Juanito, Presa Situriachi, Bocoyna, Cuiteco y Bahuichivo	PM2	1.9	8.5	0.157	0.308	0.049	48.6
	PM3	3.5	6.1	0.210	0.220	0.046	46.2
	PM4	7.5	16.5	1.238	0.574	0.710	710.4
	PM5	4.9	12.7	0.621	0.508	0.315	315.1
	PM6	7.3	34.2	2.494	0.631	1.573	1573.1
	PM7	8.6	19.5	1.677	0.900	1.509	1508.8
	PM8	2.4	21.0	0.504	0.095	0.048	48.0
	PM9	1.4	10.5	0.144	0.151	0.022	21.8
	PM10	2.1	16.0	0.333	0.473	0.157	157.5
	PM11	7.2	12.0	0.858	0.135	0.115	115.4
	Febrero 2016	PM13	17.5	12.5	2.188	0.237	0.519
El Vergel, Balleza, Guachichi, Norogachi	PM14	3.5	7.2	0.252	0.390	0.098	98.3
	PM15	4.3	11.5	0.495	0.257	0.127	126.9
	PM16	5.0	23.5	1.175	0.634	0.745	745.1
	PM17	12.8	8.8	1.126	0.206	0.232	232.4
	PM18	nm	nm	nm	nm	nm	nm
	PM19	nm	nm	nm	nm	nm	nm
	Marzo 2016	PM20	6.7	17.2	1.150	0.166	0.191
Ocampo,	PM21	2.5	17.5	0.438	0.172	0.075	75.3
	PM22	3.5	8.5	0.298	0.259	0.077	77.1
	PM23	2.3	8.3	0.190	0.222	0.042	42.1
	PM24	nm	nm	nm	nm	nm	nm
	PM25	1.2	11.5	0.138	0.246	0.034	34.0
	PM26	5.0	9.0	0.446	0.214	0.095	95.3
	PM27	3.2	6.8	0.217	0.526	0.114	114.0
	PM28	1.6	10.0	0.162	0.187	0.030	30.2

PM29	1.5	9.3	0.135	0.223	0.030	30.0
PM30	3.5	9.3	0.319	0.212	0.068	67.7
PM31	15.3	12.3	1.887	0.216	0.407	407.0
PM32	9.0	10.7	0.960	0.603	0.578	578.4

* nm = no medido

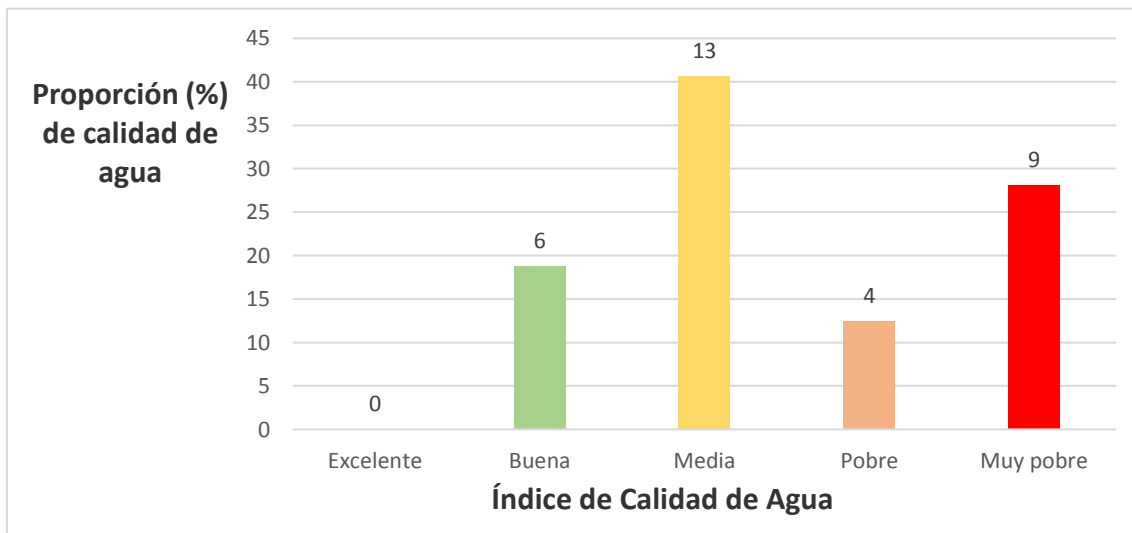


Figura 10. Evaluación (%) de la calidad de agua para los sitios muestreados en la ST.

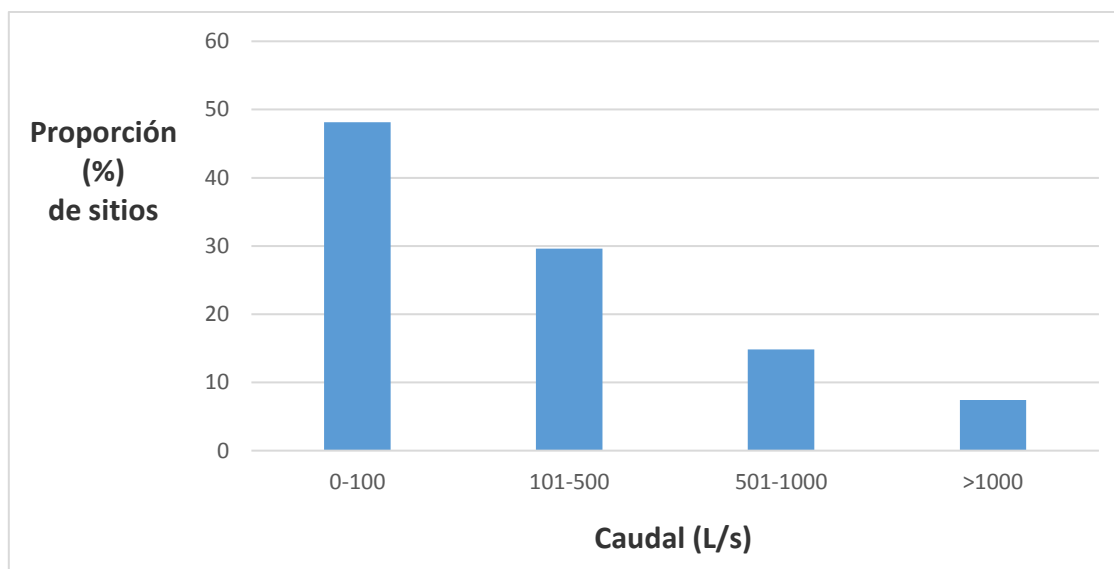


Figura 11. Proporción (%) del caudal hidrológico evaluado en los puntos de muestreo.

Análisis del Impacto de la Industria Minera en el municipio de Ocampo como área piloto de la Sierra Tarahumara. La actividad minera es una actividad preponderante y creciente en la ST. Aunque la minería en particular crea empleos y otras oportunidades, lo cual debería tener un impacto positivo en las economías de las localidades; no siempre este desarrollo económico se refleja en un bienestar en las poblaciones locales y circundantes. Además, los impactos a menudo están asociados a la degradación del paisaje forestal con

consecuencias en la pérdida de biodiversidad y el valor de los servicios ecosistémicos. Por ello, esta investigación se orientó a evaluar el impacto de la actividad minera sobre los componentes ambiental, social y económico en el municipio de Ocampo. Los indicadores obtenidos a nivel local podrían ser correlacionados e interpolados a otras regiones bajo aprovechamiento de minerales en la ST. Los valores de los Índices de Sustentabilidad de la Dimensión Económica (ISE), Índice de Sustentabilidad de la Dimensión Social (ISS), Índice de Sustentabilidad de la Dimensión Ambiental (ISA) e Índice de Sustentabilidad Local (ISL) se presentan en el Cuadro 17.

Las comunidades de Huajumar, Gasachi y Ocampo alcanzaron los valores más altos en el ISE con 0.6073, 0.5309 y 0.4277, respectivamente. En cambio y como referencia al estudio, las localidades de Yepachi y Tutuaca presentaron un bajo valor de ISE e inversamente, un alto valor de ISA. Las localidades Huevachi y Tutuaca presentaron los valores de ISL más bajos 0.3542 y 0.2482, respectivamente. En cambio, Huajumar y Las Estrellas alcanzaron los valores más altos de ISL con 0.6654 y 0.6537, respectivamente.

Cuadro 17. Índices de sustentabilidad para evaluar el impacto de actividades mineras en la ST.

Localidad	ISE	ISS	ISA	ISL
Basaseachi	0.4151	0.5905	0.5696	0.5108
El Pilar	0.2329	0.4548	0.5783	0.3862
Gasachi	0.5309	0.9092	0.4733	0.6537
Huajumar	0.6073	0.7855	0.5812	0.6654
Huevachi	0.2047	0.4407	0.5091	0.3542
Jesús del Monte	0.3024	0.5058	0.4014	0.3963
La Batería	0.2565	0.4244	0.7363	0.4193
Las Estrellas	0.2973	0.7374	0.6376	0.5274
Moris	0.3041	0.6797	0.6582	0.5141
Ocampo	0.4277	0.7817	0.2095	0.5074
Tutuaca	0.0305	0.2826	0.6010	0.2428
Yepachi	0.2701	0.5334	0.7441	0.4657

Uso de suelo. Un producto informativo básico y actualizado, fue el desarrollo y disponibilidad del mapa de uso del suelo al 2015, mismo que esta formalizado como un protocolo de indicador e integrado al SMDI-ST. La Figura 12 presenta el mapa de uso del suelo de la ST derivado de la combinación de las bandas 7, 5 y 4 en los canales azul, verde y rojo del espectro del sensor Landsat OLI 8. A partir de esta composición se definieron las 12 clases temáticas de uso de suelo. Las clases resultantes fueron: agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos, bosque bajo abierto, bosque de encino, bosque de picea, bosque de pino, bosque de pino-encino (incluye encino-pino), cuerpos de

agua, pastizal natural, selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva pino (Figura 13). Esta decisión se apoyó en los registros de las clases en campo, su interpretación en el mapa compuesto y el posterior reconocimiento de las firmas espectrales a través del método de clasificación supervisada. Así mismo, también se consideró las cartografías temáticas del Gobierno del Estado de Chihuahua (1:50,000) e INEGI (1:250,000). Este método ajustó a las mismas 12 clases de uso de suelo a través del algoritmo de máxima probabilidad gaussiana o máxima verosimilitud.

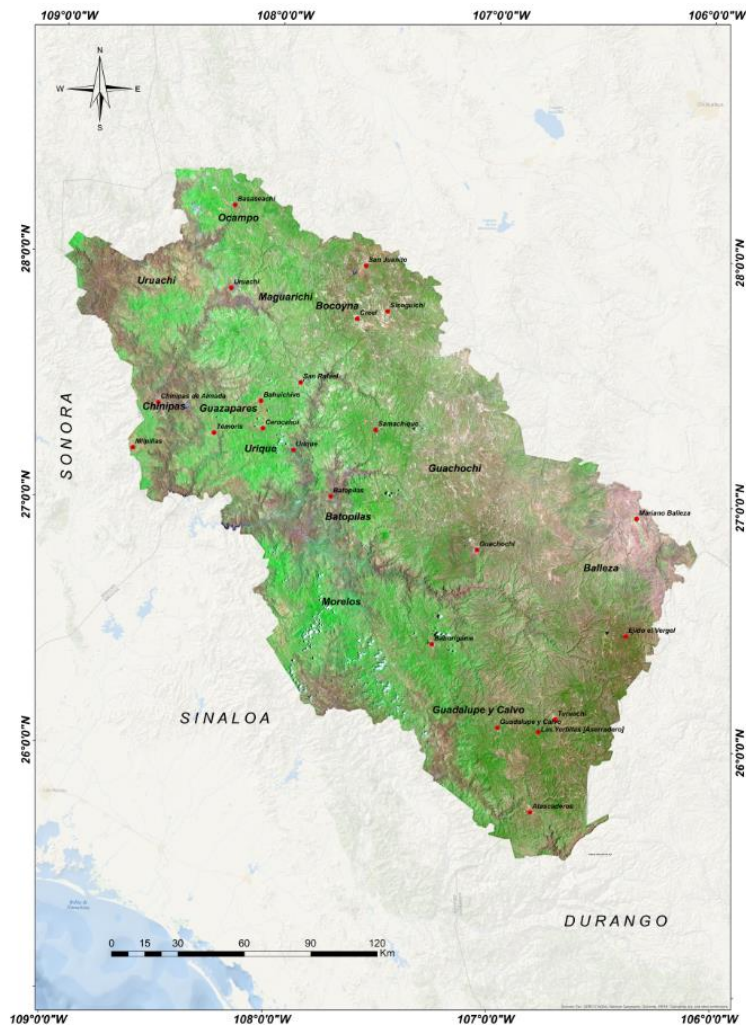


Figura 12. Mapa de Uso de Suelo del año 2015 derivado de la combinación de las bandas 7, 5 y 4 del satélite Landsat OLI.

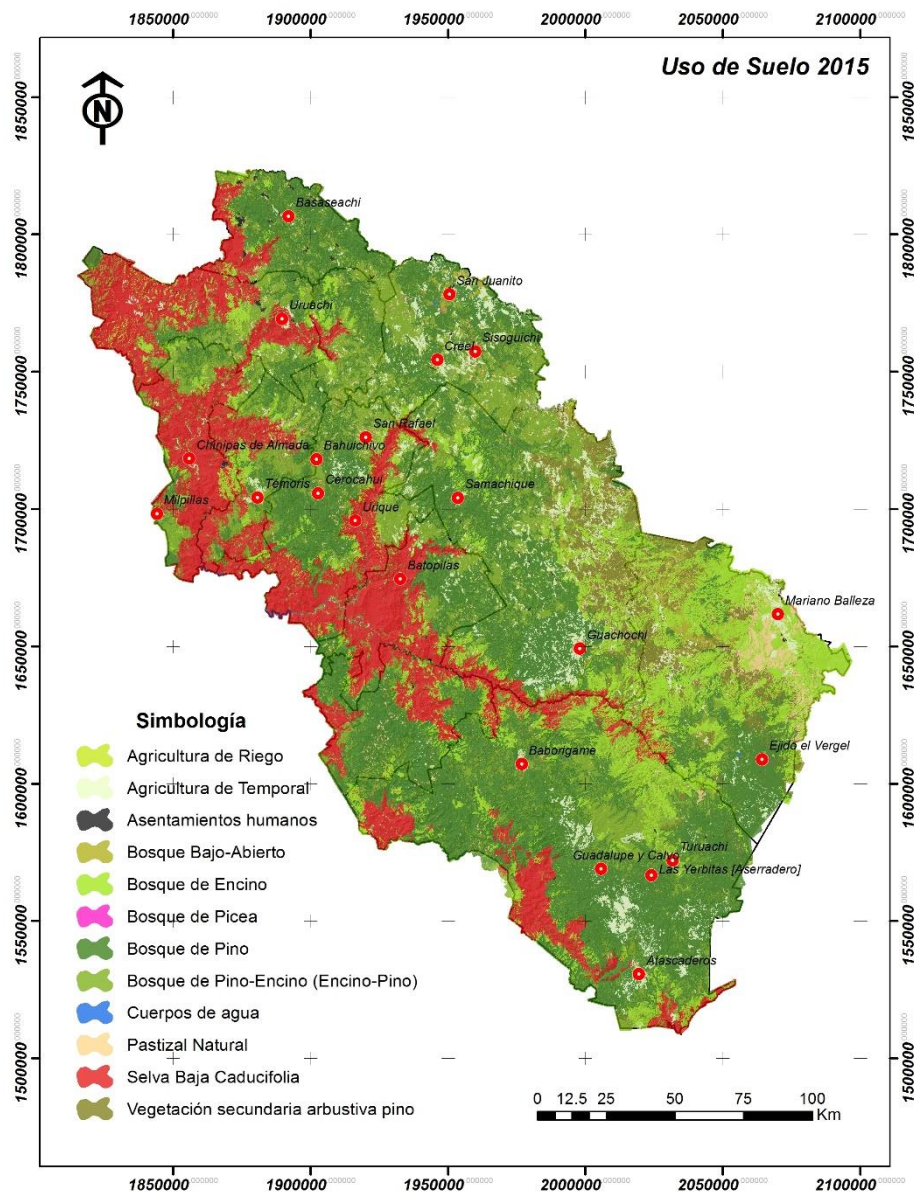


Figura 13. Mapa de las 12 clases de uso del suelo del 2015 derivadas del proceso de clasificación supervisada.

En relación a la superficie que ocupa cada clase de uso de suelo, el cuadro 18 presenta la superficie en ha y el porcentaje de las coberturas de uso de suelo del año 2015. La superficie de bosque de pino representó la mayor cobertura de clase con una extensión de 1,443,912.93 ha (34.08%). La segunda clase con mayor cobertura fue la representada por las comunidades de pino-encino y/o encino-pino (22%) con una distribución aproximada de 912,298.89 ha. La selva baja caducifolia y los bosques de encino se distribuyeron en el

17.3% y 12.7% del territorio de la ST respectivamente. Los asentamientos humanos ocuparon 10,114.70 ha. Los cuerpos de agua representadas por las presas, lagos y presones fue la clase de menor extensión (3,348.42 ha).

Cuadro 18. Superficie en hectáreas de los tipos de uso de suelo distribuidos en el 2015, determinados por técnicas de clasificación supervisada del sensor Landsat OLI de la región de estudio.

Uso de Suelo	Superficie ha	%
Agricultura de Riego	1425.45	0.03
Agricultura de Temporal	177658.79	4.19
Asentamientos humanos	10114.70	0.24
Bosque Bajo-Abierto	27484.79	0.65
Bosque de Encino	536669.51	12.67
Bosque de Picea	321.65	0.01
Bosque de Pino	1443912.93	34.09
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	912298.89	21.54
Cuerpos de agua	3348.42	0.08
Pastizal Natural	12130.81	2.86
Selva Baja Caducifolia	733253.37	17.31
Vegetación secundaria arbustiva pino	267660.20	6.32

Índice de Disturbio. La detección de disturbios en suelos de la ST, es un elemento importante para la planeación de las actividades de manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas forestales. El procedimiento utilizado permitió evaluar el nivel de disturbio que presenta el área de estudio. De acuerdo con el cuadro 19, existe un 10.4 % de disturbio alto, representando un total de 433,025 ha, mientras que 1,194,000 ha presentaron un disturbio medio, y finalmente 2,505,400 ha se encontraron en un nivel bajo de disturbio. Las figuras 14 y 15 presentan los niveles de disturbio y la distribución de los mismos hasta el año 2015 en la ST.

Cuadro 19. Superficie en hectáreas del nivel de disturbio presente en la Sierra Tarahumara.

Tipo	Superficie (Ha)	%
Disturbio Alto	433,025	10.4
Disturbio Medio	1,194,000	28.8
Disturbio Bajo	2,505,400	60.6

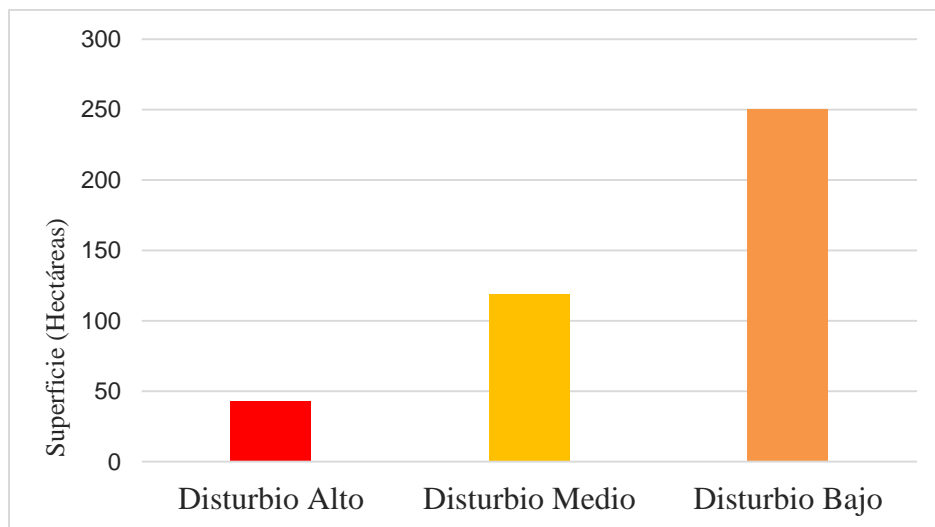


Figura 14. Diferentes niveles de disturbio al año 2015 en la ST.

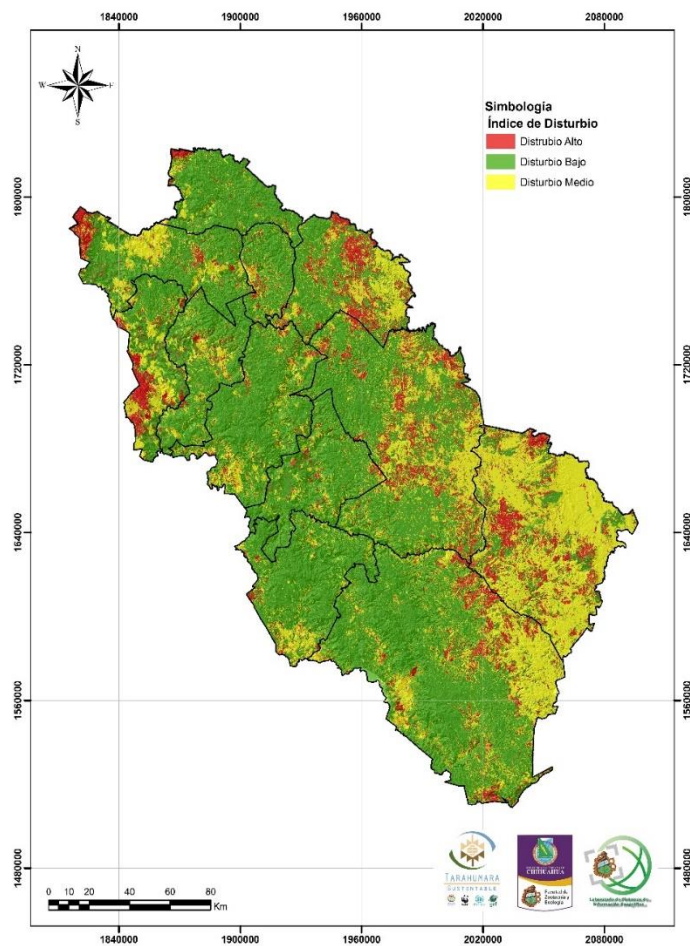


Figura 15. Distribución de las clases de disturbio en el territorio de la ST.

Fragmentación. La evaluación de los procesos de fragmentación utilizó métricas del paisaje como métodos cuantitativos de ecología del paisaje. Las evaluaciones de las métricas del paisaje son el resultado de los procesos de las clases de cobertura realizadas con el módulo de patch analyst de ArcGIS. El Cuadro 20 presenta los resultados de las métricas del paisaje en la ST.

El número de parches (Nump) fue el principal indicador de tendencia que mostró la heterogeneidad del paisaje en relación al uso de suelo. La ST experimenta un proceso de fragmentación asociado al número de parches. Los bosques de pino-encino y encino-pino presentaron el mayor número de parches (128,402) lo cual denotó una tendencia hacia los procesos de fragmentación. La vegetación secundaria arbustiva de pino (29,306), el pastizal natural (21,669), el bosque de encino (18,390) y la selva baja caducifolia (17,894) precedieron la tendencia hacia el proceso de fragmentación. El tamaño medio del parche (MPS) proporcionó el nivel del grado de fragmentación basado en la descripción del cambio en el paisaje de acuerdo con McGarigal y Marks (1995). El uso de suelo de bosque de pino-encino (encino-pino) es el más representativo en el MPS dado su valor (9) y lo numeroso de los parches. El mismo comportamiento presentaron la vegetación secundaria arbustiva de pino, el pastizal natural, el bosque de encino y la selva baja caducifolia. Las figuras 16 y 17 presentan los histogramas de Nump y MPS para las clases de cobertura de la ST.

Por otro lado, el índice de dimensión fractal (IDF) se utilizó para evaluar la magnitud de la fragmentación, de manera que describió que tan heterogéneo u homogéneo es el paisaje. El Cuadro 21 presenta los criterios de reclasificación usados para determinar el índice de dimensión fractal. En general, los valores de 0 a 1.3 de IDF se distribuyen por toda la ST y representa áreas de bosque de pino, pino encino con fragmentación de ligera a moderada; los valores de 1.3 a 1.4 se asocian a vegetación de transición (asociación pastizal- encino, bosques de encino), vegetación secundaria en bosques de pino y selva baja caducifolia con mayor grado de complejidad en su estructura que explica una fragmentación moderada. Los IDF mas altos se presentan en áreas donde predominan los pastizales naturales e inducidos, agricultura de temporal, áreas de agricultura de riego, áreas perturbadas por extracción de madera, minerales y asentamientos humanos. Estas áreas representan los niveles más complejos de degradación de los suelos, en los cuales es importante explicar la estabilidad en la interacción entre las especies. Esto debido a que la subdivisión influenciada por el número de parches tiene efectos en la propagación y disturbios de las especies en un ecosistema. Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 18.

Cambio de uso de suelo. El Cuadro 22 muestra los cambios de uso de suelo en un período de 25 años. De 1990 al 2015, los bosques de pino y pino-encino presentaron las mayores pérdidas de superficie, 93,506 y 62,035 ha para un total aproximado de 155,540 ha. En contraste, la vegetación secundaria arbustiva en zonas de pino y los bosques de encino se incrementaron en conjunto 146,920 ha. También se expandieron los asentamientos humanos (4,152 ha) y se abrieron 762 ha para agricultura de temporal. , Bosque de pino

encino y Vegetación secundaria arbustiva de pino presentaron los mayores incrementos (Figura 13).

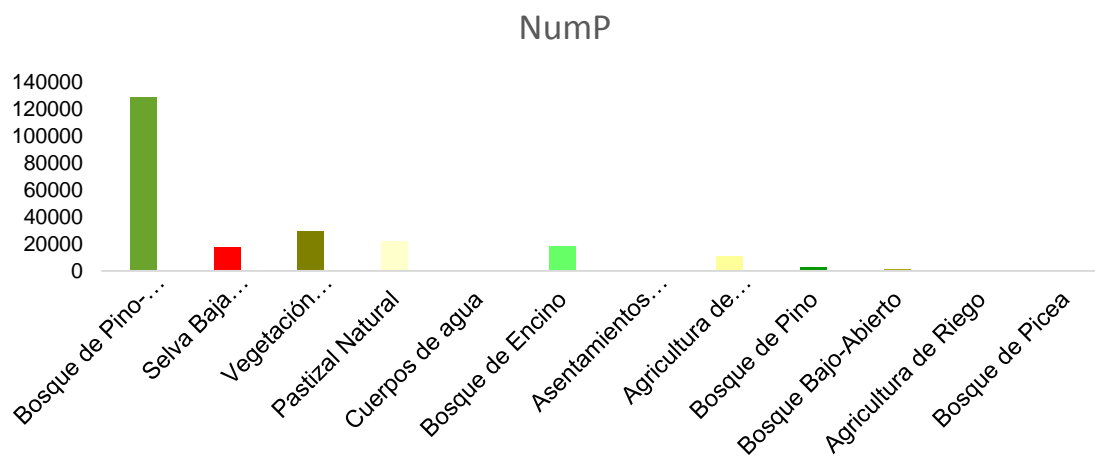


Figura 16. Histograma del número de parches (NumP) o fragmentos para el periodo de evaluación 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.

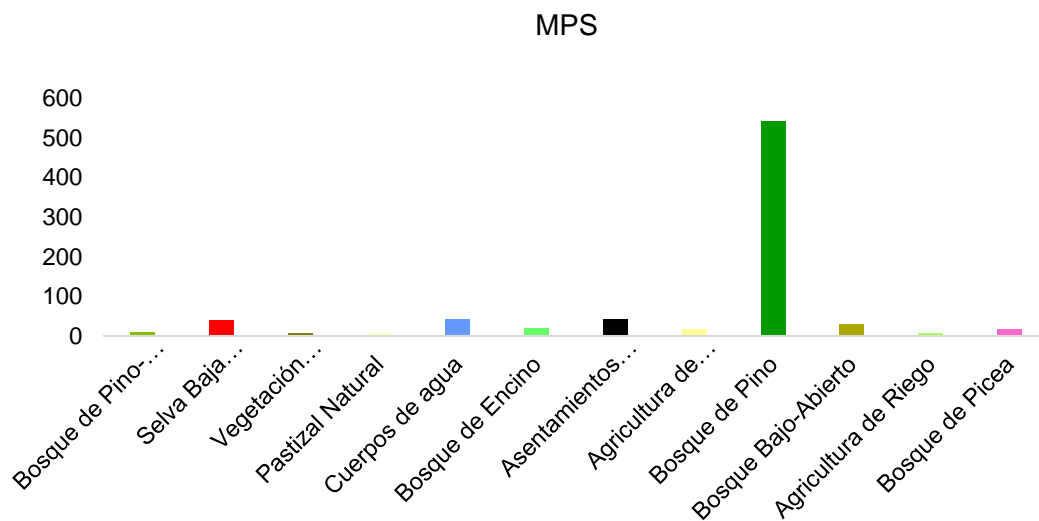


Figura 17. Histograma del tamaño medio de los parches (MPS) o fragmentos para el periodo de evaluación 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.

Cuadro 20. Valores de las métricas que determinan la condición del paisaje en la región de la Sierra Tarahumara.

Tipo de vegetación	AWMSI	ED	MPE	MPS	NumP	MedPS	PSCoV	PSSD	CA
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	5.288	47.56	1528.256	9.000	128402.0	2.733	1479.9	133.193	1155635.
Selva Baja Caducifolia	11.776	16.17	3729.073	40.474	17894.0	3.069	1486.6	601.689	724237.1
Vegetación secundaria arbustiva pino	2.967	8.284	1166.209	5.542	29306.0	2.454	674.43	37.374	162400.9
Pastizal Natural	2.937	5.719	1088.826	5.420	21669.0	2.453	1010.3	54.764	117449.3
Cuerpos de agua	8.238	0.147	9162.669	43.096	66.0	11.548	205.09	88.387	2844.305
Bosque de Encino	7.605	10.82	2428.080	18.548	18390.0	2.989	1107.6	205.442	341103.8
Asentamientos humanos	3.031	0.207	4087.128	42.413	209.0	7.189	220.37	93.469	8864.399
Agricultura de Temporal	3.726	5.571	2098.143	15.841	10954.0	3.512	493.85	78.233	173525.3
Bosque de Pino	79.310	18.94	29986.007	541.287	2607.0	3.013	2670.6	14455.9	1411136.
Bosque Bajo-Abierto	3.753	0.795	3433.564	27.975	955.0	5.165	298.78	83.586	26716.28
Agricultura de Riego	1.777	0.067	1177.114	6.020	234.0	3.028	155.71	9.374	1408.657
Bosque de Picea	2.193	0.012	2600.671	16.823	19.0	13.349	87.675	14.750	319.646

Cuadro 21. Descripción de los criterios de reclasificación para determinar el Índice de Dimensión Fractal.

FD	Descripción
0.0 – 1.3	Las áreas que se localizan bajo estos valores de dimensión fractal están distribuidos por toda la región de estudio. Se encuentran en las zonas de bosque templado, compuestos por bosques de pino y bosques de encino. Estas comunidades forman masas más homogéneas y ligeramente fragmentadas, principalmente se ubican en altitudes que superan los 1900 msnm.
1.3 – 1.4	Este rango está definido por tipos de vegetación de transición (asociación pastizal-encino, bosques de encino), vegetación secundaria en bosques de pino, selva baja caducifolia influenciada por condiciones ambientales y la orografía muy accidentada y asociada a actividades humanas que provocan una fragmentación moderada.
1.4 – 2.0	Las áreas con mayor índice FD y las que conforman paisajes más heterogéneos en la región, son los usos de suelos compuestos por pastizales naturales e inducidos, agricultura de temporal, áreas de agricultura de riego, áreas perturbadas por extracción de madera, minerales y asentamientos humanos. Estos conforman pequeños mosaicos que se extienden a lo largo de toda la región de la ST.

AWMSI= Media del índice de forma del área ponderada, ED= Densidad del borde, MPE= Media del borde del parche, MPS= Media del tamaño del parche, NumP= Número de parches, MedPS= Mediana del tamaño del parche, PSCoV= Coeficiente de varianza del tamaño del parche, PSSD= Desviación estándar del tamaño del parche. CA= Área del parche

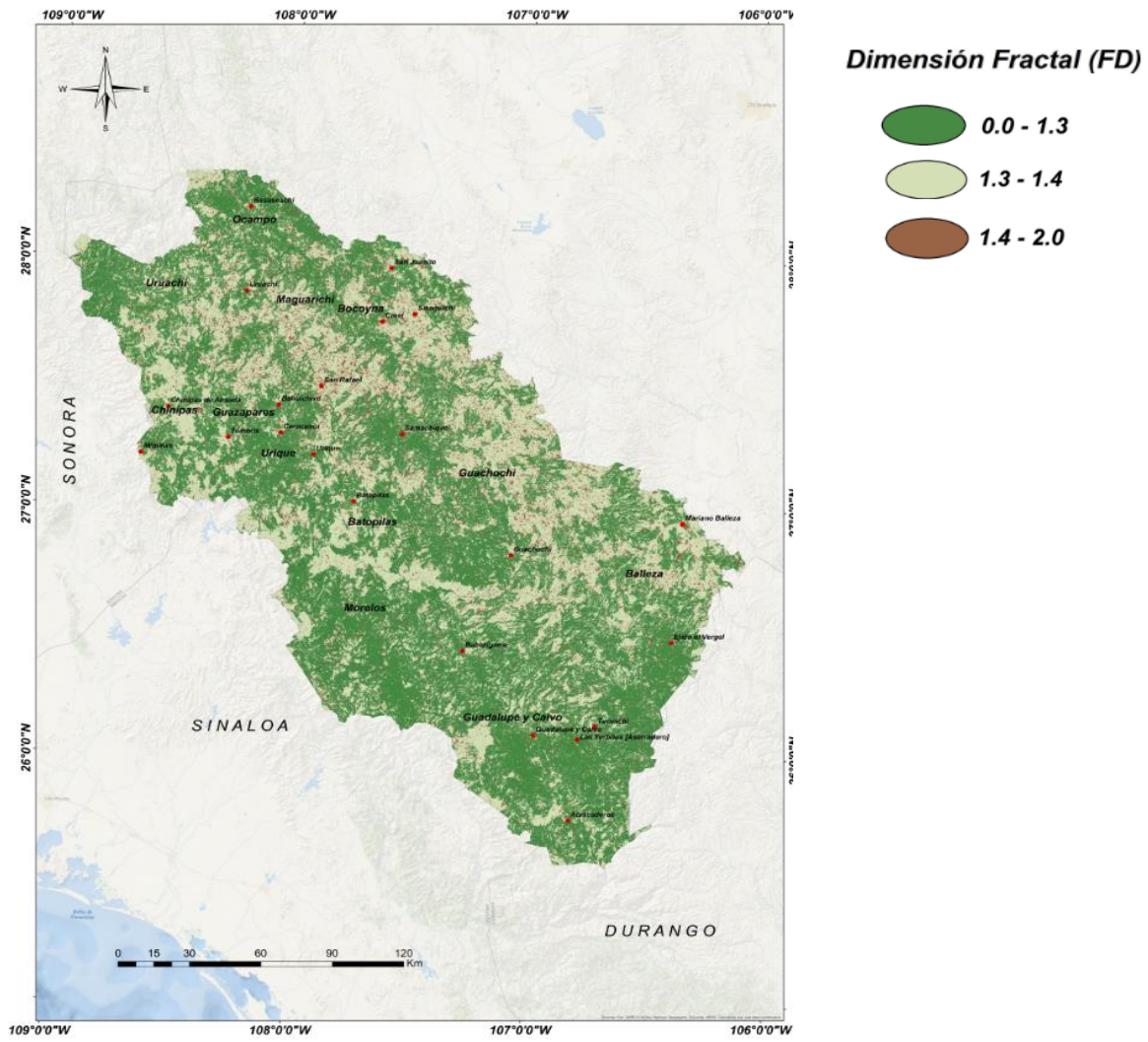


Figura 18. Mapa de fragmentación de la región de estudio, empleando el FD.

Cuadro 22. Análisis de cambios de usos de suelo de 1990 al 2015, de la región de la Sierra Tarahumara (valores positivos denotan decremento e inverso).

Tipo de vegetación	Superficie en hectáreas				Diferencia Cambio
	1990	%	2015	%	
Agricultura de Riego	1516.5	0.03	1425.4	0.03	-91.0
Agricultura de Temporal	176,895.8	4.17	177658.8	4.20	762.9
Asentamientos humanos	5,959.8	0.14	10114.7	0.21	4,154.9
Bosque Bajo-Abierto	26,882.7	0.63	27484.8	0.64	602.1
Bosque de Encino	488,550.3	11.53	536669.5	12.67	48,119.2
Bosque de Picea	321.6	0.007	321.6	0.007	0
Bosque de Pino	1,537,419.6	36.30	1443912.9	34.08	-93,506.7
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	974,334.3	23	912298.8	21.20	-62,035.4
Cuerpos de agua	3,253.7	0.07	3348.4	0.07	94.7
Pastizal Natural	120,764.5	2.85	12130.8	2.86	263.3
Selva Baja Caducifolia	730,422.0	17.24	733253.4	17.65	2831.4
Vegetación secundaria arbustiva pino	168,858.7	3.98	267660.2	6.33	98,801.5
Total	4,235,179.6		4235179.6		

En general, los cambios de superficie los tipos de cobertura del suelo, tienen gran importancia para la estabilidad de los paisajes de las comunidades de la Sierra Tarahumara. La Figura 19 muestra los cambios de uso de suelo y vegetación de 1990 a 2015.

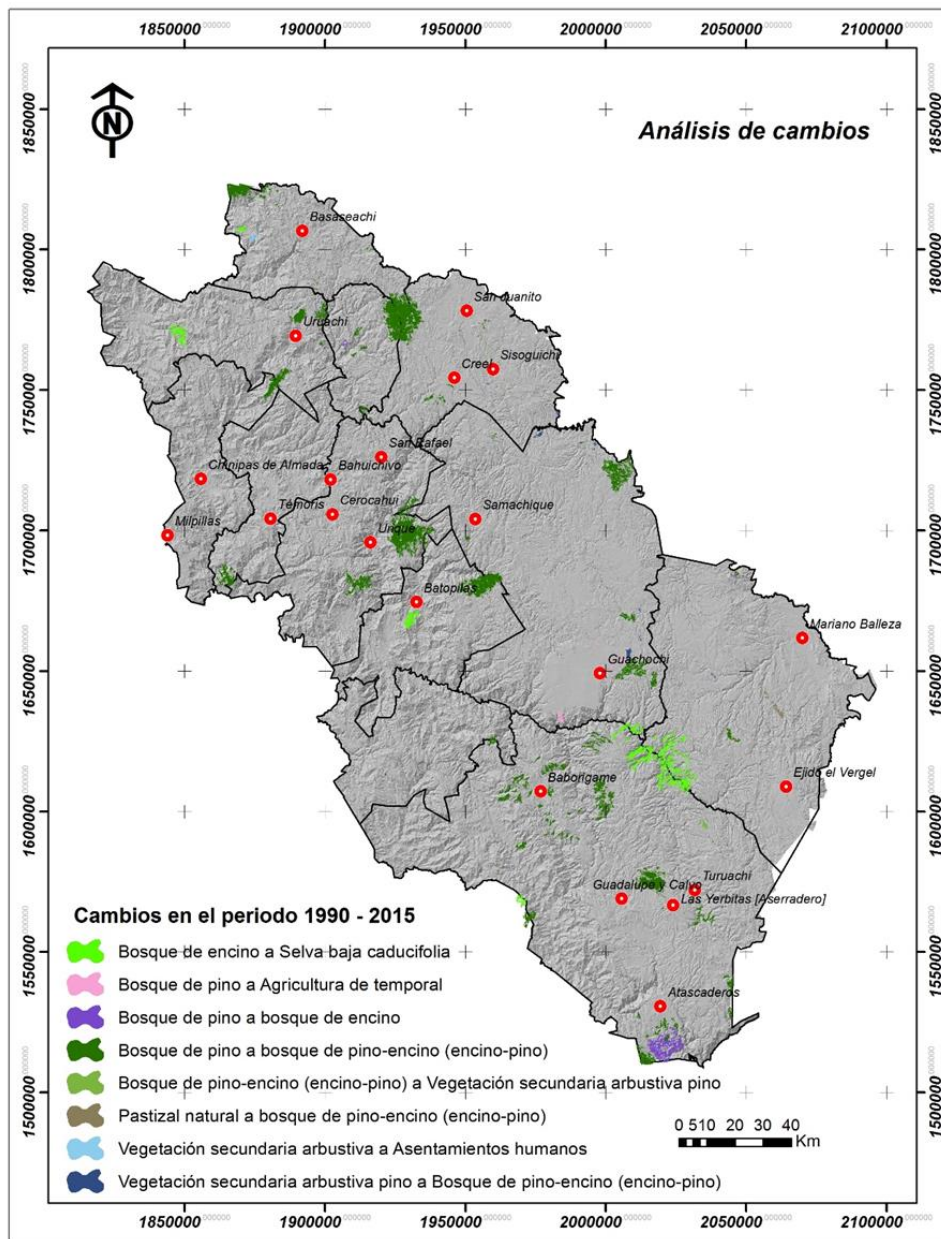


Figura 19. Análisis de cambios de uso de suelo y vegetación del periodo 1990 – 2015 de la Sierra Tarahumara.

Evaluación de diversidad

La Figura 20 presenta el índice de riqueza de especies en la UMAFOR San Juanito. Los valores más altos de este índice (42- 59) se localizan en un gradiente latitudinal al centro de la superficie de la UMAFOR. Los valores más bajos de éste índice se localizan hacia el norte y oeste de la UMAFOR.

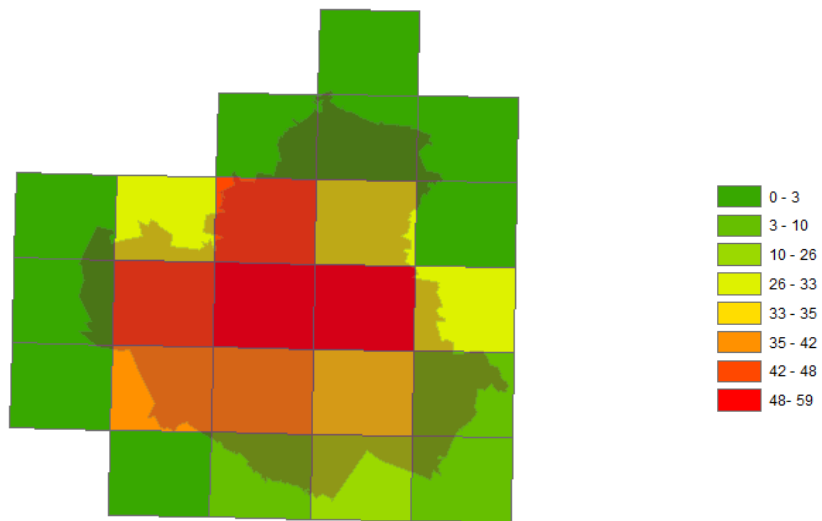


Figura 20. Distribución geográfica del Índice de Riqueza de Especies.

El Índice de Shannon-Wiener (H') muestra una estructura de diversidad < 0.07 en el gradiente latitudinal al centro y coincide en su distribución con el índice de riqueza de especies (Figura 21).

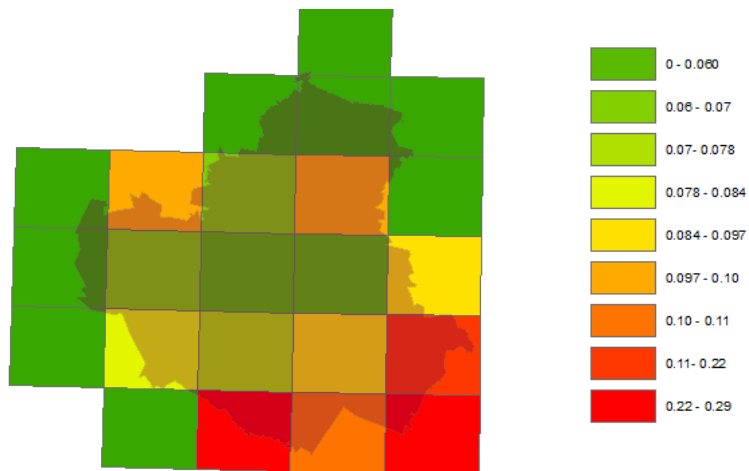


Figura 21. Distribución geográfica del índice de Shannon-Wiener en la UMAFOR San Juanito.

La Figura 22 presenta la distribución geográfica del índice de equidad con valores que varían de 0.07 a 0.29. Conforme al rango de valores en que opera este índice, no necesariamente al encontrarse una riqueza de especies, estas no presentan una igual abundancia.

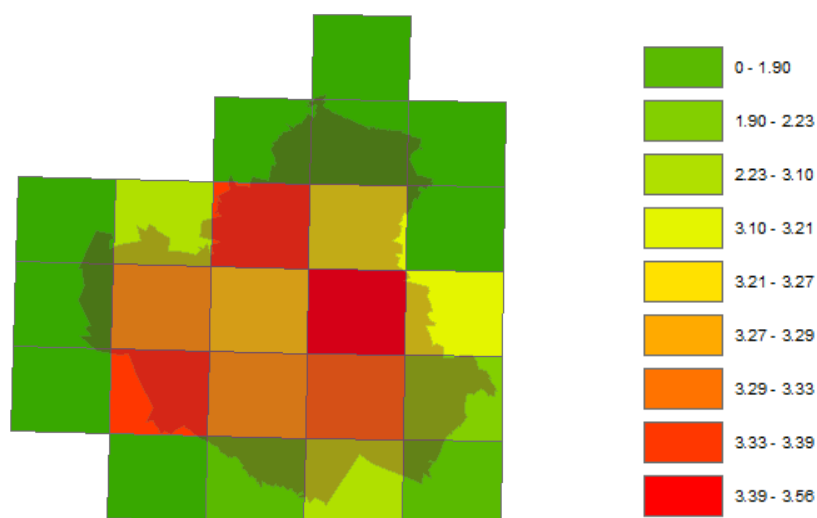


Figura 22. Distribución geográfica del índice de equidad en la UMAFOR San Juanito.

Calidad de Vida

El 77% de los entrevistados fueron mujeres y el otro 33% hombres; ambos mayores de edad. El análisis de los datos se realizó teniendo en cuenta los tres principales componentes del IDH, educación, salud e ingreso. El objetivo central del estudio fue el de determinar si los pobladores incluyen estos tres componentes en su definición de calidad de vida. Mediante un análisis de contenido se logró determinar que los componentes salud y disponibilidad de agua son determinantes en la calidad de vida de las pobladores de Témoris. Lo anterior es de importancia ya que el componente acceso a fuentes de agua no es parte del IDH.

Es necesario resaltar que atender el requerimiento de los técnicos locales y determinar cuáles son los determinantes de la calidad de vida de las comunidades de la Sierra Tarahumara, requiere un estudio riguroso de carácter local, el cual puede resultar de alto costo; pero muy valioso en la toma de decisiones.

Propuesta de Red de Monitoreo

El monitoreo de la biodiversidad es fundamental para conocer los cambios que suceden en los componentes bióticos y abióticos de la región de la Sierra Tarahumara. Esto como respuesta a las actividades antrópicas tales como la extracción forestal controlada y no controlada, industria minera, turismo y cambio climático entre otras. Con base en las características funcionales del SMDI-ST y los indicadores de la línea base ya integrados en este sistema, se proponen 8 Sitios Permanentes de Investigación Ambiental (SPIA), ver Figura 23. En la selección de los SPIA se consideró las características ambientales y socioeconómicas de cada municipio a partir de lo cual se obtuvieron los indicadores biológicos, ambientales, forestales, sociales y de gobernanza. También se ponderó el conjunto de indicadores potenciales de medición por sitio, el acceso, el peso de la

contribución del indicador a la biodiversidad y el área de trabajo de las UMAFOR para realizar el monitoreo.. Para el monitoreo de variables de indicadores forestales, se propone utilizar las mediciones y/o en su caso realizar las mismas en los Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS) localizados en tres localidades de los municipios de Bocoyna, uno en el municipio de Guachochi y cuatro en el municipio de Guadalupe y Calvo; en total existen 119 SPIS.

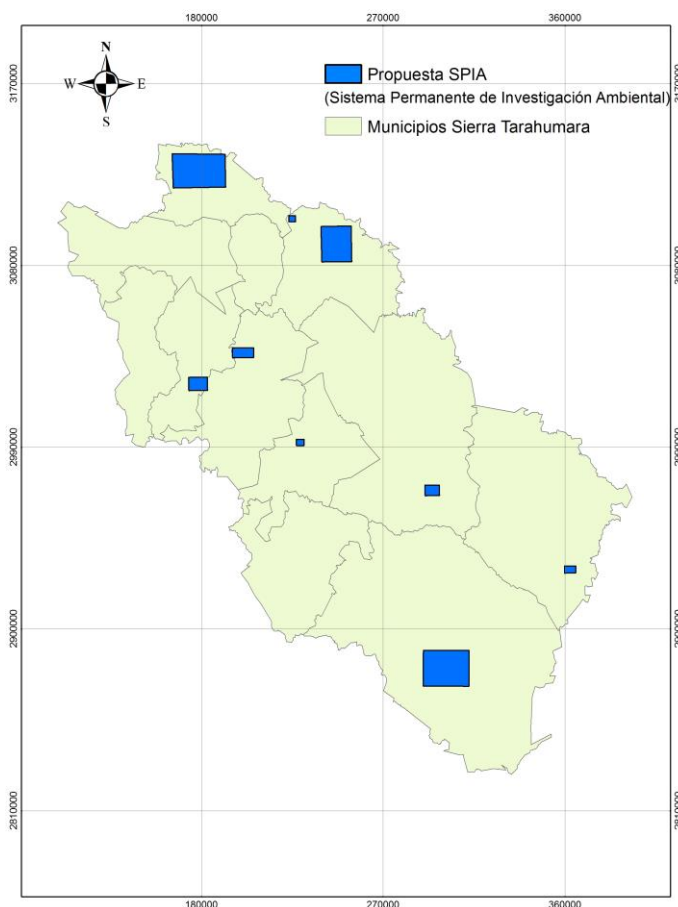


Figura 23. Localización de las áreas de monitoreo con los SPIA en la ST.

El Cuadro 23 presenta los SPIA propuestos, los municipios en donde se ubican, los protocolos de los indicadores que se recomiendan en su medición y su referencia geográfica de monitoreo.

Cuadro 23. Propuesta de una red de monitoreo de 8 SPIA, indicador a monitorear y su referencia geográfica de medición.

SPIA	Protocolo(s) de indicador	Referencia Geográfica	de
------	---------------------------	-----------------------	----

Monitoreo		
SPIA_Bocoyna	Monitoreo de 3 poblaciones de <i>Picea chihuahuana</i>	107° 37.813, 27° 55.4
	Indice de disturbio.....	107°38, 28° 0.25
	Fragmentación.....	107° 34.6, 27° 53.9
	Calidad y cantidad de agua.....	107° 39.6, 27° 58.5
	Monitoreo nidales cotorra serrana.....	107° 47.5, 28°2.97
SPIA_Basogachi	Fragmentación.....	107° 47.1, 28° 3.8
	Monitoreo de <i>Pseudotsuga menziesii</i>	107° 47.7, 28° 0.9
SPIA_Ocampo	Calidad y cantidad de Agua.....	108° 12.6, 28°13.1
	Cambios de uso del Suelo.....	108° 17.4, 28° 15.9
	Indice de Desarrollo Humano.....	108° 16.7, 28° 11.1
	Indice de GINI.....	108° 16.7, 28° 11.1
SPIA_Urique	Monitoreo de Jaguar.....	Pendiente en Urique
	Monitoreo de Guacamaya Verde.....	108° 7.3, 27° 19.4
	Indice de Desarrollo Humano.....	107° 59.8, 27° 26.6, 108° 4.23, 27° 24.4,
	Calidad y cantidad de agua.....	107° 59.8, 27° 26.6, 108° 4.23, 27° 24.4
	Indice de Marginación.....	107° 59.8, 27° 26.6, 108° 4.23, 27° 24.4
	Índice GINI.....	107° 59.8, 27° 26.6, 108° 4.23, 27° 24.4
SPIA_Batopilas	Indice de Desarrollo Humano.....	107° 44.3, 27° 1.64
	Indice de Marginación.....	107° 44.3, 27° 1.64
	Índice GINI.....	107° 44.3, 27° 1.64
	Acceso a agua limpia.....	107° 44.3, 27° 1.64
SPIA_Guachochi	Cantidad y Calidad de agua.....	107° 44.3, 26° 49.50, 107° 3.8, 26° 49.2
	Cambio de uso del suelo.....	107° 6.6, 26° 43.7
	Fragmentación.....	107° 14.9, 26° 46.9
	Sequía.....	Toda la ST
	Estructuras forestales.....	107° 14.9, 26° 46.9
SPIA_El Vergel	Monitoreo de <i>Picea chihuahuana</i>	106° 22.1, 26° 28.1
	Fragmentación.....	106° 25.3, 26° 24.5
	Estructuras forestales.....	106° 25.3, 26° 24.5
	Calidad y Cantidad de agua.....	106° 29.4, 26° 16.8
SPIA_Guadalupe y Calvo	Indice de Desarrollo Humano.....	106° 57.8, 26° 5.6
	Indice de Marginación.....	106° 57.8, 26° 5.6
	Índice GINI.....	106° 57.8, 26° 5.6

Utilización de las Herramientas de Diagnóstico y las Bases de Datos del PTS.

Para lograr este propósito se aplicaron 2 estrategias; talleres de capacitación y actualización y asesorías técnicas. Para la primera estrategia, en agosto del 2015, se realizó un primer taller orientado a la capacitación y actualización de personal de las UMAFOR's y de ONG's para establecer una línea base de Manejo del programa ARCGIS para aplicaciones

forestales (Anexo 9). Con esta base, un segundo taller realizado en noviembre del 2015, apoyó el análisis de los cambios de uso de suelo, fragmentación e índice de degradación como indicadores de biodiversidad y servicios ecosistémicos (Anexo 10). En mayo del 2016 se realizó un tercer taller el cual se orientó a explorar la funcionalidad y el alcance del SMDI-ST como instrumento técnico y científico, para desarrollar intervenciones innovadoras de manejo y conservación de los recursos y servicios que ofrece la Sierra Tarahumara. Esta estrategia pretendió mejorar la sensibilización y fortalecimiento de las capacidades de las partes interesadas a nivel local, estatal y federal para involucrarlos y empoderarlos en el uso de los datos e información generada. En esta actividad se obtuvo una participación de 30 actores que representaron al menos cuatro UMAFORES, gobiernos federal y estatal, consultorias técnicas y ONG's (Anexo 11).

Las asesorías como segunda estrategia de sensibilización hacia los actores clave, fue finalmente consistente solo hacia la UMAFOR San Juanito A.C. Su participación fue evidente en cinco reuniones con demandas de actualización y asesoría en la generación de los indicadores de Índices de Disturbio, Fragmentación, Usos del Suelo y evaluación de diversidad. La misma UMAFOR apoyó con las bases de datos de fauna silvestre (aves y mamíferos) y de vegetación. Estas bases referenciadas en la sección de Metodología fueron indispensables para generar los índices de diversidad de especies como apoyo al componente de Biodiversidad demandadas por CONAFOR. En el tema de Evaluación de diversidad se presentaron los resultados.

Detección de Inconsistencias y Altos Costos de la Información de Línea Base de los Indicadores del Marco Lógico.

Para la selección y consecución de buenos indicadores, principalmente sociales, existen barreras relacionadas con diversos ámbitos metodológicos. Por un lado, la generación de datos actuales y confiables tienen un alto costo. Este factor afecta la cobertura mayor o menor de temas y años en los cuales se disponen los datos. Otro factor es la forma de obtener los datos, la cobertura geográfica de los mismos y el acceso y disponibilidad de grupos de poblaciones pequeñas y comunidades indígenas. Además, en el acceso a los datos, muchas veces la información existente no se utiliza plenamente a causa de problemas en la accesibilidad de los datos, como la que presentó esta fase del estudio. En algunas ocasiones, los usuarios no están al tanto de la gama completa de datos disponibles en publicaciones y otras fuentes, y en otras ocasiones, los datos no se presentan en los formatos que necesitan y comprenden los usuarios.

En la revisión de los indicadores propuestos en el proyecto Tarahumara Sustentable, es factible utilizarlos (indicadores ecológicos, sociales y económicos) para el monitoreo de los cambios, estado de salud y componentes de biodiversidad bajo escalas grandes del paisaje. Nuestro análisis sugiere que son fiables y rentables en sus costos. Esto debido a que la disponibilidad de fuentes de datos o cruce de los mismos es posible realizarlos. Sin embargo, la selección y monitoreo de indicadores bajo escalas locales del paisaje o con aplicaciones específicas, son un reto. Esto tiene que ver con las condiciones específicas del

paisaje y las escalas de manejo de la información, en las cuales, en la mayoría de los casos es complejo definir y seleccionar los indicadores idóneos que den respuesta a las demandas locales. El Cuadro 24 presenta los resultados del análisis de detección de inconsistencias y altos costos de la información de línea base de los indicadores del marco lógico del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Cuadro 24. Análisis de detección de inconsistencias y altos costos de la información de línea base de los indicadores del marco lógico del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Indicador	Costo y/o factibilidad
<p>Número de actores clave gubernamentales y no gubernamentales fuera del sector ambiental* que hayan incluido de manera explícita consideraciones y metas de biodiversidad en sus políticas, programas, planes y acciones, adoptando criterios de BD del PAR, compromisos de financiamiento y parámetros de evaluación.</p>	<p>La factibilidad institucional es baja debido a la dificultad en la obtención de la información por la confidencialidad de la misma, y además se cuentan con metas e indicadores diferentes. La factibilidad económica es buena ya que presenta gastos reducidos y solamente se basa en la revisión de literatura, entrevistas con actores y un foro de socialización. La factibilidad social es buena, debido a que solo es necesario la socialización de la información. En la factibilidad ambiental no existe ningún contratiempo. Sin embargo, técnicamente es necesario la creación del indicador, metodológicamente, no existe dificultad. En general es factible.</p>
<p>2. Número y población de ejidos y comunidades participando activamente en programas con objetivos, acciones y fondos específicamente para la conservación de la biodiversidad en la región del proyecto.</p>	<p>Es un indicador factible de obtener, medible, y cuantificable ya que se puede expresar en número. Se puede obtener mediante revisión de proyectos inscritos en las entidades responsables de la conservación de la biodiversidad (por ejemplo, CONANP, WWF, SEMARNAT, PRONATURA, Gobierno del Estado). El costo para obtención del indicador es bajo, se requiere de una persona que llene la base de datos y visite a las entidades con regularidad. El reto a enfrentar para obtener el indicador es la disponibilidad de las instituciones para entregar este tipo de información, así como los formatos de entrega y la variabilidad en la información. Se recomienda generar un formato de captura para que el encargado de la base de datos pueda homogenizar información.</p>
<p>3. Cantidad de fondos proporcionados por las diferentes partes interesadas gubernamentales y no gubernamentales clave para programas explícitos de conservación de la biodiversidad del 2014 al 2018 en la región del proyecto.</p>	<p>Factible, ya que se puede obtener con visita a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. El costo es bajo, una persona encargada de coleccionar información, manejar la base de datos y depurarla. El reto a enfrentar radica en la disponibilidad de las instituciones para proveer ese tipo de información.</p>
<p>4. Porcentaje de familias/mujeres que participen en las actividades del proyecto que confirmen a) una mejora en su calidad de vida; b) una mejora en el valor de su capital natural.</p>	<p>Indicador factible de medir, pero tiene un nivel de complejidad muy alto, lo que resulta en costos elevados tanto para la definición de términos, diseño de metodologías a adoptar, planeación y ejecución de la colecta de datos. Calidad de vida es un concepto multidimensional, incluye aspectos materiales y no materiales; objetivos y subjetivos; individuales y colectivos. Las variables más comunes para medir este indicador están</p>

-
- en función del ingreso disponible, empleo, acceso a servicios de salud, educación, agua potable, seguridad, y vivienda. También existen otras variables de carácter subjetivo tales como percepción de satisfacción y seguridad entre otras. Por lo tanto su medida y monitoreo pueden ser tan complejos como se quiera llegar a nivel de detalle.
- En cuanto al capital natural, su valoración y monitoreo son igualmente complejos. Capital natural está definido como las existencias naturales de un lugar, incluido agua, aire, suelo, formaciones geológicas y seres vivos. La valoración del capital natural está en función de los servicios eco-sistémicos, ya sean de aprovisionamiento, regulación, soporte o cultural. Por lo que para medir una mejora en el valor del capital natural será necesario precisar los recursos y los servicios eco-sistémicos que estos proveen. Al igual que para medir calidad de vida, el valor del capital natural puede ser tanto subjetivo como objetivo.
- Otro de los grandes retos a enfrentar es determinar la línea base tanto el indicador de calidad de vida como para el de capital natural, sin línea base será muy difícil medir si existe o no una mejora.
- El indicador es factible de llevarse a cabo pues existen metodologías para monitorear estas especies y diversas organizaciones están dispuestas a financiar este tipo de proyectos. Sin embargo, no existe seguridad en el constante financiamiento para esto. Por otro lado, las especies que oficialmente están en estatus en la NOM 059 no son necesariamente indicadoras. Debido a esto se continúa consensando con actores y expertos de la ST para determinar que especies serían las indicadoras, por ejemplo: de importancia económica, con restricciones ambientales, raras, obvias, entre otras.
- La aplicación de este indicador es posible llevarlo a cabo en el área de estudio. Los Estudios Regionales Forestales incluyen análisis de cambios de uso de suelo usando imágenes de satélite, además de que están disponibles en forma gratuita. En este sentido con la disponibilidad de imágenes y las metodologías existentes es factible llevar a cabo su implementación.
- La aplicación como tal de los métodos del SMDI-ST en la evaluación de la biodiversidad y los servicios del ecosistema, todavía se encuentra en una etapa de construcción para que se empiecen a aplicar. Sin embargo, muchas de las metodologías y fuentes de información oficial son usadas por los responsables técnicos de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR), de esta forma paralelamente están siendo usadas como fuentes de información, faltando al finalizar este proyecto el uso de metodologías para evaluar biodiversidad y servicios ecosistémicos. En este sentido, es muy factible el uso de las herramientas de diagnóstico y bases de datos del proyecto.
- Aunque existe factibilidad en varias instancias y niveles (federal, estatal, municipal, UMAFORES, consultores privados y universidades), estos actores-productores tienen diferentes capacidades técnicas y científicas para asumir la responsabilidad de administrar y coordinar los procesos de monitoreo. La infraestructura en los SIG de la Facultad de Zootecnia y Ecología y el personal capacitado podrían asumir esta responsabilidad para mantener y fortalecer el SMDI-ST. El reto sería la disponibilidad de
-
5. Número de especies indicadoras de BD (en alguna categoría de riesgo y otras) y sus condiciones de hábitat y amenazas sistemáticamente monitoreadas por el SMDI-ST desarrollado por el proyecto como una herramienta para mejorar la producción sustentable y efectividad en el manejo de las áreas protegidas.
6. Número de UMAFORES monitoreando la degradación forestal (aplicando el índice de degradación forestal basado en los indicadores propuestos por la FAO)
7. Número de partes interesadas clave utilizando las herramientas de diagnóstico y bases de datos del proyecto (SMDI-ST y Evaluación de la Biodiversidad y los Servicios del Medioambiente en la ST) en sus procesos de planeación y toma de decisiones.
8. Una institución con la capacidad técnica y financiera suficiente ha asumido la responsabilidad de administrar el SMDI-ST y coordinar los procesos de monitoreo entre las partes interesadas clave.

9. Número de actores clave gubernamentales y no gubernamentales que participan en la construcción de una agenda común y coordinada basada en el Plan de Acción Regional para conservar de manera sostenible la biodiversidad en la Sierra Tarahumara.	una fuente de financiamiento para mantener y mejorar el sistema de pilotaje del SMDI-ST.
10. Porcentaje de mujeres que participan en la elaboración del PAR.	Aunque existe dificultad en la obtención de la información por la confidencialidad de la misma, y además se cuentan con metas e indicadores diferentes instituciones, la factibilidad económica es buena. Los gastos son reducidos ya que solamente se basa en la revisión de base de datos de los involucrados, entrevistas con actores y un foro de socialización. Socialmente es necesario homologar criterios y metas entre los distintos actores para el uso y construcción de la agenda en común. Es necesario la creación de la agenda en común, metodológicamente, no existe dificultad, el problema radica en llegar puntos de acuerdo; el costo es bajo. En general la factibilidad es media. Indicador factible de medir a bajo costo. Sólo se requiere que la institución encargada del PAR establezca protocolos y formatos para el registro y seguimiento de los proyectos.
11. Número de municipios en la región del proyecto que incluyen de manera explícita consideraciones y metas de BD en sus políticas, programas y planes (adoptando criterios de BD del PAR, financiando compromisos y con parámetros de evaluación).	Existe dificultad en la obtención de la información por falta de sistematización a nivel municipal. Los gastos son reducidos, debido a que solamente se basa en la revisión de base de datos de los involucrados y visitas a cada uno de los municipios. Es necesario la creación del indicador, metodológicamente, no existe dificultad, el problema radica la obtención de la información base. El costo es medio y en general la facilidad es buena.
12. Número de organizaciones de la sociedad civil (productores, ONG) que participan en la elaboración del PAR y alinean sus objetivos y acciones para incluir de manera explícita criterios de BD del PAR y parámetros de evaluación.	Es factible que en el primer año, al menos cuatro organizaciones de la sociedad civil participan activamente en el desarrollo de políticas, programas, planes y acciones alineando sus objetivos a los criterios de BD en el desarrollo del PAR.
13. El Plan de Acción Regional toma explícita y específicamente en cuenta las necesidades a largo plazo de las áreas protegidas en la Sierra Tarahumara, incluyendo la aplicación de prescripciones de uso de suelo y criterios de BD y SE para los programas de desarrollo en estas áreas.	Es factible y no tiene altos costos, pero si requiere de tiempo para reunir a los actores involucrados y consensar objetivos, metas y acciones.
14. Número y extensión en hectáreas de áreas protegidas (AP) comunitarias y privadas voluntarias.	Muy factible su obtención la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en formato Shapefile dispone de las áreas naturales protegidas.
15. Número y extensión en hectáreas de proyectos de conservación y restauración de la biodiversidad y el ecosistema (excepto las AP voluntarias).	La actuación de diferentes dependencias y organismos no gubernamentales en el área de estudio, generan información referente a proyectos de conservación y restauración de la biodiversidad y el ecosistema. Su consulta e integración como indicador hace factible este indicador en bajo costo
16. Número y extensión de hectáreas	Indicador factible de obtener a bajo costo. Se requiere tener la lista de las

de áreas de manejo de bosque certificadas (por diversos estándares como FSC, el estándar nacional mexicano para el manejo forestal sostenible NMX 143 y certificado CONAFOR de buen manejo forestal por las auditorias técnicas preventivas – ATP).

entidades certificadoras que operan en México, quienes posteriormente podrán y proveerán la información solicitada al administrador del sistema. Sin embargo, a la fecha se ha observado falta de consistencia en la información, debido a que

Las entidades capturan información de diferente manera. Por ejemplo, algunas entidades proporcionan información de fecha de registro y fecha de emisión del certificado. Dado el reducido número de entidades certificadoras, se pudiera recomendar un formato de captura que permita homogenizar la base de datos. Otra limitante es el desfase en tiempo de colección y actualización de la base de datos. La certificación forestal *per se* provee una amplia gama de información con relación a indicadores sociales, ambientales y económicos a nivel ejidal, lo ideal sería poder mapear los predios certificados. Esto se logra si las instituciones encargadas registran las coordenadas del bosque bajo esquema de certificación. Sin embargo, cabe resaltar que el nivel de mapeo del proyecto es de una escala regional.

17. Número y área cubierta por los proyectos locales de producción bajo un manejo de respeto a la BD y los SE.

La factibilidad es buena, debido a que solamente se basa en la revisión de base de datos de los proyectos locales en instancias institucionales, que no obstante la limitación principal pudiera ser la dificultad en la obtención de la información por falta de sistematización a nivel municipal. Otro inconveniente son los costos involucrados y visitas a cada uno de los municipios.

18. Porcentaje de mujeres que participan en proyectos de producción locales bajo un manejo de respeto a la BD y los SE.

Indicador factible de medir y monitorear a bajo costo. Sin embargo, es importante precisar y definir qué significa respeto a la BD y los SE. El termino respeto en el contexto es muy amplio. Se recomienda una definición más precisa del indicador.

19. Número de municipios con Planes de Manejo con Integración del Paisaje y los Recursos Naturales (IPRN), dentro del marco del PAR, combinando áreas para la conservación de la BD y actividades de producción con respeto a la BD y los SE.

Después de un análisis, se determinó que es completamente factible llevar a cabo un monitoreo sobre el número de municipios que incluyen en sus planes al paisaje y los recursos naturales, combinando áreas para la conservación de la biodiversidad y actividades de producción con respeto a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos. Para llevar a cabo este monitoreo, será necesaria la consulta de los Planes de Desarrollo Municipales y los Estudios Regionales Forestales. Los 12 Municipios que comprende la región en que incide este proyecto tienen sus Planes publicados en la web y disponibles para el público en general. Por lo tanto, buscar información sobre este criterio en estas fuentes conllevará un bajo costo. De igual manera, la consulta de los Estudios Regionales Forestales involucrará bajos costos pues el acceso a esta información es gratuito. Entonces, la construcción parcial del indicador con información de estas fuentes, los costos consistirán en pago de salarios para el personal que esté encargado del análisis de esta información. Fuentes de consulta alternativas para construir este indicador incluye entrevistas con personal de las presidencias municipales para recabar información sobre las áreas que tengan para la conservación y las actividades de producción que lleven a cabo con un enfoque de respeto a la biodiversidad. En este caso, se deberán realizar visitas a los municipios y los costos incluirán salarios y gastos de traslado. Finalmente, es completamente factible la construcción de este

20. La implementación del proyecto se basa en el monitoreo y evaluación de indicadores de objetivos y resultados.	<p>indicador durante la vigencia del proyecto tarahumara Sustentable.</p> <p>Es factible la implementación del proyecto con base en indicadores de objetivos y resultados. Sin embargo, una barrera importante es la alineación del desarrollo estratégico del monitoreo del proyecto con los planes de desarrollo en tiempos de administración política (municipales, estatales y federales). Además, las UMAFORES alinean sus actividades a disponibilidad de recursos por parte de instancias gubernamentales. Finalmente, los costos de implementación serán variables dependiendo del tipo de indicadores (simples y compuestos), acceso a datos de campo e información temática y bibliográfica pertinente y al tamaño de la información.</p>
21. Las lagunas de información de línea base sobre los indicadores utilizados en el monitoreo del proyecto se cubren.	La factibilidad en las lagunas de información está expresada en los cuatro indicadores faltantes, así como en el resto de éstos.
22. Se realiza la evaluación a mediación del proyecto y final.	No representa ningún costo y es factible. Esta evaluación se basará en los reportes parciales de cada componente (I, II y III) del proyecto Sierra Tarahumara.

Indicadores del Marco Lógico

Número y población de ejidos y comunidades participando activamente en programas con objetivos, acciones y fondos específicamente para la conservación de la biodiversidad en la región del proyecto. El número de personas y poblaciones involucradas en este tipo de proyecto reflejó el interés por el tema de la conservación y su importancia en la calidad de vida de los habitantes de áreas rurales de la ST. Por otro lado, también mostró el grado de esfuerzo que las instituciones están haciendo en la difusión de resultados e información en general sobre la relación de calidad de vida y conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. El cuadro 25 y el anexo 13 presenta ejidos y comunidades con programas de manejo forestal orientados a la conservación de la biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Con documentación limitada debido a las restricciones de acceso a la información, los datos disponibles muestran que CONANP y SEMARNAT, fueron las instituciones que contribuyeron a este indicador. CONANP apoyó básicamente a 3 municipios con tres comunidades cada uno. Participaron 76 habitantes en proyectos de vigilancia comunitaria, y programas de conservación de maíz criollo con una inversión promedio de 161,000.00/comunidad.

Número y área cubierta por los proyectos locales de producción bajo un manejo de respeto a la BD y los SE. El cuadro del anexo 13 se presenta la información relacionada con los proyectos, montos y superficies en hectáreas, así como cantidad aprobada con programas de manejo forestal orientados a la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Cuadro 25. Ejidos y Comunidades con Programas de Manejo Forestal orientados a la conservación de la biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

No. Ejidos/comunidades	Municipio	Superficie (Ha)
6	Balleza	81162.02
2	Batopilas	38383
13	Bocoyna	65690.66
1	Chinipas	4830
14	Guachochi	116077.79
12	Guadalupe y Y Calvo	165741.33
4	Morelos	15280.46
4	Ocampo	22332.62
4	Urique	9648.08

Cantidad de fondos proporcionados por las diferentes partes interesadas gubernamentales y no gubernamentales clave para programas de conservación de la biodiversidad del 2014 al 2018. En la consulta del informe SEMARNAT 2013-II y 2014-I bajo la línea de acción: Fomentar esquemas de conservación bajo otras modalidades diferentes a las ANP se declaro, para el 2014 la RAMSAR el Humedal de Guachochi, compuesto por ocho presas y lagunas endorreicas, con una superficie de 57.5 ha; así como Laguna La Juanota, con una superficie de 232 ha.

En la consulta del informe SEMARNAT 2014-II y 2015-I bajo la línea de acción: Incrementar la superficie del territorio nacional dedicada a la conservación mediante áreas naturales protegidas de competencia federal, para julio de 2015 se decretó el Área de Protección de Flora y Fauna, la zona conocida como Cerro Mohinora en el municipio de Guadalupe y Calvo, con una superficie de 9,126 ha. Adicionalmente, se logró compilar la información de las autorizaciones de los programas de manejo forestal para los años 2014 y 2015.

En el Anexo 12a se presentan la autorización de programas de manejo 2014. Así mismo, en el Anexo 12b se muestran los programas de manejo para el 2015. De los programas de SEMARNAT 2014, la superficie incluida son 250 mil ha y en los programas SEMARNAT 2015 la superficie son 500 mil ha.

La Secretaría de Desarrollo Rural en 2014 invirtió \$43,715,000.00 en acciones de competitividad y sustentabilidad del sector forestal en beneficio de 103 mil productores y habitantes de las áreas maderables y no maderables. Dentro de la estrategia de conservación de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad, se apoyaron 10 proyectos de manejo y tecnificación de unidades de vida silvestre en seis municipios, con una cobertura de 10,623 ha y 102 beneficiarios. El programa PRONATURA 2014 estableció 46 nidos artificiales para cotorra serrana en los municipios de Madera y Papigochic. Asimismo, se dio tratamiento de infecciones por larva a poblaciones de cotorra serrana. Este mismo programa reporta el nacimiento de una camada de Lobo mexicano.

El informe CONAFOR -2014 incluye una línea de acción sobre la realización y análisis del potencial de diseminación nacional y el monitoreo de especies de riesgo. A través de éste se realizó el diagnóstico de *Pinus strobi* en el Municipio de Guachochi. En el Anexo 12c se muestran los proyectos aprobados dentro de cada una de las categorías de PRONAFOR para el 2014. El total de superficie asignada fue de 500 mil ha en donde se invirtió la cantidad de \$66,196,786.30. Es de aclarar que de la información de CONAFOR no se registran las evaluaciones participativas, los talleres de capacitación, asesorías para ejidos y comunidades con actividad empresarial, agencias de desarrollo local, seminarios comunidad a comunidad, talleres para la formulación de reglamentos, comité de vigilancia, y promotor forestales, ya que aunque estos sean esfuerzos de la institución por garantizar al cubierta vegetal y el desarrollo forestal sustentable, no se especifica claramente su relación con el manejo y respeto de la BD y los SE.

Con respecto a los programas de manejo, la institución clarifica que todos los programas tienen un componente de conservación principalmente en los márgenes de los ríos. También, la institución clarifica que solo los programas de manejo aprobados en 2016 consideran un componente más amplio de biodiversidad, pero en la actualidad no se cuenta con esa información digitalizada. En el programa de capacidades se invirtieron un total de \$3,522,000.00 en actividades como talleres principalmente (Anexo 12d).

En relación a la compensación ambiental por cambios de uso de suelo se aprobó una superficie de 189.4 ha en el ejido Chinatu en el municipio de Guadalupe y Calvo con un monto de \$3,637,699.74. El Cuadro 26 muestra el nombre de la organización y monto asignado del programa PROFOS. El monto total de este programa fue de \$5,473,737.82. En el Cuadro 27 se enlistan los proyectos de restauración y conservación 2014 con una superficie de 8591 ha y un monto por \$17,933,782.00.

En el programa SEMARNAT 2015 reporta que el total de la superficie de los predios que tuvieron acceso a los programas fue de 783,974 ha, de la cual la superficie a intervenir fue sólo de 252,338 ha.

En el Anexo 12e se presentan las certificaciones forestales. El total de superficie de certificaciones forestales fue 807,654.54 ha para los años del 2012 a 2015. En el Cuadro 27 se muestra el programa CONANP de conservación para el periodo 2014-2015, en el cual se invirtieron \$1,440,000.00.

Cuadro 26. Programa de fomento a la organización social, planeación y desarrollo regional forestal (PROFOS).

Nombre de la organización	Concepto de apoyo	Monto Asignado
Asociación Regional De Silvicultores Zona Norte-Centro, A.C.	PROFOS, Elaboración Del Plan Estratégico De Mediano Plazo (Pem) De La Organización, 2014	\$ 100,000.00
Unidad De Manejo Forestal Centro Norte,A.C.	PROFOS, Elaboración Del Plan Estratégico De Mediano Plazo (Pem) De La Organización, 2014	\$ 100,000.00
Umafor Cuenca Santa María A.C.	PROFOS, Elaboración Del Plan Estratégico De Mediano Plazo (Pem) De La Organización, 2014	\$ 100,000.00
Unidad De Manejo Forestal Baja Tarahumara, A.C.	PROFOS, Elaboración Del Plan Estratégico De Mediano Plazo (Pem) De La Organización, 2014	\$ 100,000.00
Asociación Regional De Silvicultores De Guadalupe Y Calvo	PROFOS, Elaboración O Actualización De Instrumentos Internos De La Organización, 2014	\$ 200,000.00
Unidad De Manejo Forestal Baja Tarahumara, A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 2	\$ 450,000.00
Silvicultores Unidos De Occidente De Chihuahua,A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 1	\$ 500,000.00
Silvicultores Unidos De Balleza A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Fortalecimiento De La Organización, 2014	\$ 500,000.00
Asociación Regional De Silvicultores Zona Norte-Centro, A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Fortalecimiento De La Organización, 2014	\$ 500,000.00
Silvicultores Unidos De Balleza A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 2	\$ 500,000.00
Región De Manejo Silvícola De Guachochi,A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 1	\$ 499,999.92
Asociación Regional De Silvicultores De Guadalupe Y Calvo	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 2	\$ 500,000.00
Silvicultores Unidos De Occidente De Chihuahua,A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 2	\$ 500,000.00
Unidad De Manejo Forestal Baja Tarahumara, A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Alcance Regional 2014, 1	\$ 500,000.00
Silvicultores Unidos De Occidente De Chihuahua,A.C.	PROFOS, Ejecución De Proyectos De Fortalecimiento De La Organización, 2014	\$ 423,737.90
Total		\$ 5,473,737.82

Cuadro 27. Programas de CONANP del 2014-2015 para programas de conservación.

Año	Programa	Concepto de apoyo	Solicitante	Monto asignado	Localidad	Municipios
2014	Programa de conservación de especies en riesgo 2014	Conservación de hábitat de la Guacamaya verde en la Región Prioritaria Sierra Tarahumara	PRONATURA México A.C.	\$250,000.00	No reportada	Guachochi y Guadalupe y Calvo
2014	Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas	Monitoreo de la cotorra serrana occidental en las Áreas de Protección de Flora y Fauna Tutuaca, Campo verde, Papigochic y Cerro Mohinora y la Región Prioritaria para la Conservación Madera y Sierra Tarahumara	PRONATURA México A.C.	\$420,000.00	No reportada	ANP -Tutuaca, Campo verde, Papigochic y Cerro Mohinora y la Región Prioritaria para la Conservación Madera y Sierra Tarahumara

					La finca vallecillo y Uruachi,	Uruachi
					Gorogachi, Parmalejo, Milpas, San Antonio, Cerro En medio y Chinipas	Chinipas
2015	Programa de conservación de especies en riesgo	Conservación y manejo de la Guacamaya verde en la Región Prioritaria Sierra Tarahumara	PRONATURA México A.C.	\$370,000.00	Témoris	Guazapares
					Norogachi, San Pedro, Santa Rita	Guadalupe y Calvo
					Samova, Chiltepin, El Chapote, El Guayabo, Cuiteco, Los Tempisques, Higuierillas, El Gallego, La Mezcalera	Urique
					Huerachi	Guachochi
2015	Programa de Monitoreo Biológico en Áreas Naturales Protegidas	Monitoreo de la cotorra serrana occidental en las Áreas de Protección de Flora y Fauna Tutuaca, Campo verde, Papigochic y Cerro Mohinora y la Región Prioritaria para la Conservación Madera y Sierra Tarahumara	PRONATURA México A.C.	\$400,000.00	No reportada	ANP -Tutuaca, Campo verde, Papigochic y Cerro Mohinora y la Región Prioritaria para la Conservación Madera y Sierra Tarahumara

Número de incentivos financieros y fiscales. El Cuadro 28 muestra la lista de incentivos financieros y fiscales para el 2014.

Cuadro 28. Incentivos financieros y fiscales.

Tipo de ayuda	Dependencia	Concepto de ayuda	Modalidad	Descripción	Legislación
Financiera	CONAFOR	Estudios regionales para apoyar el manejo forestal sustentable.	No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$500,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Estudios de cuenca de abasto	No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$500,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Programa de manejo forestal maderable	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$800,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Manifestación de impacto ambiental particular	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$270,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Estudios técnicos forestales	Estudio técnico para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$250,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Documento técnico unificado de aprovechamiento forestal maderable	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$1,040,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016

Financiera	CONAFOR	Evaluaciones Participativas	Rurales	No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$50,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Seminarios de comunidad a comunidad		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$85,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Ordenamiento comunitario	territorial	No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$300,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Promotor forestal comunitario		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$60,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Cursos y talleres de capacitación		Desarrollo de capacidades gerenciales	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$80,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR			Desarrollo de capacidades técnicas	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$80,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Becas para alumnos en sistema educativo CECFOR		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$24,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Plan estratégico de mediano plazo de las organizaciones sociales del sector forestal		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$100,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Proyectos de fortalecimiento de las organizaciones sociales del sector forestal		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$1,000,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Ejecución de proyectos de alcance regional de las organizaciones sociales del sector forestal		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$500,000 por proyecto	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Restauración integral		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$7,836 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Restauración complementaria		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$5,222 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Restauración focalizada		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$3,000 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Mantenimiento de zonas restauradas		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$1,500 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Restauración de cuencas prioritarias		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$14,800 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Sistemas agroforestales		No aplica	Se otorgará una ayuda económica de \$4,772 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Cultivo forestal y manejo del hábitat		No aplica	En maderable se otorgará \$900,000 , en no maderable \$300,000 y en Vida Silvestre 200,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Caminos forestales		No aplica	\$800,000 (Predial) \$3,000,000 (Regional)	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Innovación y transferencia de tecnología		Innovación tecnológica para operaciones silvícolas	\$800,000 (Predial) y \$3,000,000 (Regional)	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR			Transferencia de tecnología	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$300,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016

Financiera	CONAFOR		Auditoría preventiva	técnica	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$240,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Certificación nacional internacional	forestal y/o	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$240,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
		Certificación forestal			Para elaboración del sistema de gestión o sistema documentado de control se otorgará un máximo de \$30,000. Para evaluación o certificación de cadena de custodia se otorgará un máximo de \$75,000	
Financiera	CONAFOR		Certificación de cadena de custodia	de la		Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Inversión para el comercio y la industria foresta	para el	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$565,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Fortalecimiento de los procesos de transformación y comercialización	Apoyo a la administración, producción y comercialización	la y	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$750,00	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Ferias y exposiciones		Se otorgará una ayuda económica de máximo \$140,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Incubación e integración de la empresa o cadena productiva forestal	de la	Se otorgará una ayuda económica de máximo \$350,000	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR		Servicios ambientales hidrológicos	ambientales	Se otorgará una ayuda económica por año de máximo \$1100 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
		Pago por servicios ambientales			Se otorgará una ayuda económica por año de máximo \$700 por hectárea	
Financiera	CONAFOR		Conservación de la Biodiversidad	de la		Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes	No aplica		Se otorgará una ayuda económica por año de máximo \$600 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Establecimiento y mantenimiento inicial de plantaciones forestales Comerciales	No aplica		Se otorgará una ayuda económica por año de máximo \$5,900,000 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera	CONAFOR	Plantaciones forestales comerciales establecidas	No aplica		Se otorgará una ayuda económica por año de máximo \$5,900,000 por hectárea	Reglas de operación PRONAFOR 2016
Financiera			Pago de jornales para la ejecución de recorridos de vigilancia comunitaria y/o monitoreo.		Se pagará un monto máximo de \$200.00 por día por persona	
Financiera			Pago de equipamiento de insumos del Comité de Vigilancia Comunitaria.		Se cubrirá hasta con el 25% de los gastos	Lineamientos internos para el otorgamiento de apoyos de programa de vigilancia comunitaria en áreas naturales protegidas y sus zonas de influencia.
Financiera	CONANP	Comités de Vigilancia Comunitaria dentro de las Áreas Naturales Protegidas	Pago de cursos de capacitación del Comité de Vigilancia Comunitaria.		Se cubrirá hasta el 10% de los gastos	
Financiera			Pago de seguro de cobertura de riesgos de los integrantes del Comité de Vigilancia Comunitaria.		Se cubrirá hasta el 10% de los gastos	

Financiera			Jornales	El pago de cada jornal por persona que integre la brigada de contingencia ambiental será de hasta \$220.00 por día	
Financiera			Cobertura de riesgos de los participantes	Se cubrirá hasta el 10% de los gastos	
Financiera	CONANP	Brigadas de contingencia ambiental	Equipo, herramienta tradicional y especializada, prendas de protección, contratación de maquinaria e insumos, refracciones menores y reparación de vehículos.	Se cubrirá hasta el 30% de los gastos	Reglas de Operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES).
Financiera			Capacitación para atender la contingencia	Se cubrirá hasta el 10% de los gastos	
Financiera			Gastos de operación de la RP	Se cubrirá hasta el 3.00% de los gastos	
Financiera		Apoyos Directos	Apoyo económico al beneficiario o beneficiaria	Se otorgará un apoyo económico consistente en jornales equivalentes al 99% de un salario mínimo general diario	
Financiera	CONANP	Apoyos para la ejecución de proyectos	Apoyo para adquisición, arrendamiento de herramientas, materiales y equipo; así como costos de transporte.	Se podrán otorgar apoyos económicos para la adquisición o arrendamiento de materiales, herramientas, maquinaria o equipo	Reglas de operación del Programa de empleo temporal para el ejercicio fiscal 2015
Participación social		Apoyos a la participación social	Acciones de protección social y participación comunitaria	Son aquellas orientadas a favorecer la participación de las y los beneficiarios para el desarrollo personal, familiar y comunitario	

DISCUSIÓN

Los ecosistemas de la ST son fundamentales a corto y largo plazo para el bienestar de las poblaciones, las economías locales y nacionales y para la biósfera en general. Los bosques manejados sustentablemente pueden brindar una amplia gama de bienes y servicios económicos, sociales y ambientales que son esenciales para el beneficio de las generaciones actuales y futuras. A partir de la Cumbre de la Tierra en Rio, los criterios e indicadores para el manejo forestal sustentable se fortalecen como una herramienta para monitorear, evaluar e informar sobre la tendencia del estado de los bosques a escala local, nacional y mundial. Para la selección y desarrollo de los protocolos de este estudio, se revisaron las metodologías de definición y estandarización de criterios e indicadores del proyecto Bosques Nativos y su Biodiversidad de Argentina, Departamento de Sustentabilidad y Ambiente de Australia, criterios e indicadores del PNUMA, los Estándares Mexicanos para la Certificación del Manejo Forestal FSC, INIFAP y los procesos de Montreal. Este estudio se referenció con los 7 elementos temáticos del manejo forestal sustentable reconocidos por las entidades mencionadas y propuestos en el 2004, por el Foro de las Naciones Unidas para los Bosques (FNUB) identificados a través del proceso de Montreal:

- Diversidad biológica
- Extensión de los recursos forestales
- Salud y vitalidad de los ecosistemas
- Funciones socioeconómicas
- Función de protección de los bosques
- Función productiva
- Marco legal, político e institucional

En función de estos criterios, se identificaron los protocolos de los 40 indicadores documentados en el anexo 8.0, para que los organismos e instituciones encargados de formular políticas se apoyen en la evaluación de las tendencias y el avance hacia el manejo forestal sustentable. Entonces estos 40 indicadores se alinean al marco común en que se fundamentan los criterios e indicadores del proceso de Montreal.

Biodiversidad e Indicadores Biológicos

La biodiversidad se reconoce como una piedra angular en la salud de los ecosistemas de la ST y su conservación se convierte cada vez en uno de los objetivos importantes de la gestión ambiental. De acuerdo con Siddig et al. (2016), la evaluación de las ventajas y desventajas de las estrategias de gestión requiere de estimaciones cuantitativas de los costos y beneficios de su resultados, incluyendo el valor de la biodiversidad perdida y preservada. Entre las estrategias que este estudio propone, es el de adoptar las técnicas de monitoreo que faciliten el detectar los cambios ecológicos, tanto a corto como a largo plazo. Los indicadores de biodiversidad proporcionan medidas cuantitativas claras e información sobre el papel de la biodiversidad en el funcionamiento y la salud de los ecosistemas. En este estudio, los indicadores biológicos proponen el nivel mínimo de datos de línea base que permitan el monitoreo para mantener un medio ambiente saludable.

Para ello, esta consultoría consideró las especies con estatus según la NOM 059 para ser consideradas como especies indicadoras. Las ANP y los programas de diversas instituciones gubernamentales requieren la identificación y monitoreo de estas poblaciones, por lo que la mayoría de los actores consultados señalaron a este grupo. Sin embargo, la falta de estudios taxonómicos en la ST hace difícil poder evaluar y monitorear la biodiversidad. Aunque no completamente conocido, el grupo de vertebrados es el mejor conocido. Pero sólo tres trabajos florísticos existen para esta área en localidades que se reducen a unas pocas hectáreas. Además de esto, los grupos menos conspicuos (insectos, hongos, microorganismos en suelo, entre otros) son aún más desconocidos. A pesar de esto, la línea base establecida en esta consultoría en relación a biodiversidad es importante por la recopilación de la información disponible.

Indicadores ambientales

Las actividades humanas y los procesos naturales pueden tener un impacto en la diversidad biológica al alterar y fragmentar los hábitats, introducir especies invasivas o reducir la población o el rango de distribución de las especies. Es necesario mantener la variedad y la calidad de los ecosistemas forestales para la conservación de las especies. Sin un tamaño suficiente del hábitat, una adecuada conectividad, y la diversidad estructural necesaria y a través de las medidas de protección y manejo adecuadas, es posible que se produzca una merma de especies y que estas se vuelvan vulnerables a la extinción.

Fragmentación. La fragmentación del paisaje forestal es un componente importante del cambio ambiental global. Su relación con la pérdida de hábitat, el cambio de uso del suelo y los procesos de degradación son temas que han cobrado interés en los últimos años. La fragmentación puede conducir al aislamiento y a la pérdida de grupos de especies y genes, a una degradación de la calidad del hábitat y a una reducción de la capacidad de los bosques para sustentar los procesos naturales necesarios para preservar la salud del ecosistema. En este sentido, los resultados de este estudio relacionan los niveles de fragmentación y disturbio como un producto de la actividad humana en gran escala que han implicado la sustitución de cubiertas terrestres naturales por paisajes de tipo antropogénico, dando como resultado parches aislados y desconectados. Los bosques de pino-encino y encino-pino presentaron el mayor número de parches (128,402) que presentan una serie de parches de vegetación remanente rodeados por una matriz de vegetación distinta y/o uso de la tierra. La misma tendencia presentaron la vegetación secundaria arbustiva de pino (29,306), el pastizal natural (21,669), el bosque de encino (18,390) y la selva baja caducifolia (17,894). De continuar los procesos de fragmentación, es altamente probable que sus efectos primarios se reflejen en las alteraciones microclimáticas dentro y alrededor del remanente (parche), el otro efecto es el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje, afectando los corredores biológicos y la biodiversidad.

Sequía. De acuerdo con las estadísticas disponibles de los últimos años, los desastres se asocian con mayores pérdidas cada día. Entre las pérdidas asociadas a desastres por amenazas de sequía, no solamente están las de vidas humanas, sino los medios de producción y la vida de comunidades, pueblos y regiones. La variabilidad climática asociada a la sequía, tiene efectos importantes en la estructura y condición de los ecosistemas de la ST. Las tendencias interanuales e interdecadales de la sequía presuponen una disminución en el estado de salud de las estructuras ecosistémicas con efectos en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Aunque se requieren estudios detallados del impacto de la sequía en la productividad de los bosques de la ST, resultados de investigación en otras regiones de México, relacionan la vulnerabilidad de la diversidad genética de las poblaciones a estas fluctuaciones ambientales. En su diagnóstico del impacto del cambio climático en los pastizales de Chihuahua, Pinedo et al. (2013) reportan como la sequía y el cambio climático causarán pérdidas en comida, agua y otros bienes y servicios con impactos importantes sobre la biodiversidad.

En este contexto, el desarrollo y la aplicación del protocolo de este indicador, es un paso esencial para el monitoreo de la sequía a corto y largo plazo, ayudando a gobiernos locales a priorizar y enfocar esfuerzos económicos para la prevención y mitigación de fenómenos climáticos extremos. El conocimiento del comportamiento de este indicador, también apoyará a los programas de contingencias climatológicas para que sean articulados, coordinados y alineados entre las diversas instituciones y actores para solventar en forma eficaz la problemática de las sequías recurrentes y severas en los ecosistemas de la ST.

Erosión. Es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o viento transportan parte del suelo de un lugar a otro. Invariablemente es un resultado de las acciones imprudentes del hombre tales como las malas prácticas de manejo forestal, cambios de usos del suelo, incendios, extensión de las fronteras agropecuarias y asentamientos humanos. En forma natural, el cambio climático y el relieve juegan un papel importante. Los datos derivados de muestreos de campo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004 – 2009 mencionan que los bosques son los más degradados por erosión con 88.56% mientras que las selvas en condición de barrancas presentan solo el 1.2%. Este último valor pensamos que subestima el porcentaje de erosión por la baja reducida intensidad de muestreo (29 sitios de 2406). En este estudio, la presencia de erosión es notoria en las pendientes de cañadas y cañones del relieve de la ST. Sin embargo, municipios como el de Bocoyna presentan grados de erosión de severa a muy severa en diferentes grados de pendiente debido a procesos de deforestación, incendios, plagas y enfermedades que expresan un aumento de los índices de disturbio. En contraste, el municipio de Guachochi presenta una menor severidad en los niveles de erosión.

Calidad y del agua. En agua superficial la concentración media del OD se encuentra alrededor de de 10 mg/L. El 100% de las muestras de agua presentó valores muy cercanos al valor promedio establecido para agua superficial. Por otra parte, el parámetro de DBO

nos indica el grado de oxidación de la materia orgánica de origen biológico (residuos de materia vegetal y animal). Se determina midiendo la concentración de OD al inicio y después de un periodo de tiempo. Los valores medidos de DBO en las muestras estuvieron por debajo de los límites que establece la norma, NOM-001-SEMARNAT-1996, límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas a aguas y bienes nacionales.

Los parámetros que presentaron valores por arriba de los límites establecidos por la norma oficial mexicana (NOM-127-SSA1-1994) fueron: turbidez, pH, calcio, fosfatos, nitratos y nitritos. La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia. Esto es debido a la presencia de partículas en suspensión, por lo que se puede saber cuántos sólidos (compuestos por arena, limo, arcilla y materiales orgánicos) hay en suspensión. Para el agua de consumo humano un valor de turbidez de 5 NTU es por lo general aceptable (Secretaría de Salud, 1994), aunque esto puede variar de acuerdo con las características de la fuente. Sin embargo, los valores de turbidez recomendados deben estar por debajo de 0.1 NTU para la calidad del agua de consumo humano según la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2008). De la totalidad de los puntos muestreados, un 44% mostró un valor de turbidez por arriba de la norma oficial mexicana. Un valor alto de turbidez es de gran importancia en la calidad de agua para condiciones de vida acuática (CCME, 2007). Los principales impactos a ecosistemas acuáticos son: a) afectar la fotosíntesis, ya que limita el paso de la luz solar y b) respiración y la reproducción de la vida acuática.

En las muestras analizadas, el intervalo de valores de pH se encontró entre neutro y básico, de 7.2 a 9.4. Debido a lo anterior, la mayoría de las muestras (22%) son de agua “alcalina”. El Ca es un catión que se encuentra presenta de manera natural en el agua superficial. De manera general, sólo 5 puntos de muestreo presentaron valores por arriba de la normatividad mexicana para uso y consumo humano.

Por otra parte, los nitratos fueron encontrados por arriba de normatividad en un 66% de los puntos muestreados. Las fuentes de contaminación por nitratos en suelo y agua (superficial y subterránea) se asocian principalmente a actividades agrícolas y ganaderas, aunque en determinadas áreas, también pueden estar relacionadas a algunas actividades industriales. El uso de fertilizantes nitrogenados, en zonas donde las plantas lo aprovechan en bajos porcentajes o condiciones de suelo que no permitan absorberlos, llegan a ser arrastrados por agua a nivel superficial llegando formar parte de ríos, lagos, e inclusive al mar. Esto hace que el nitrógeno no esté disponible para las plantas y al ser arrastrado puede disminuir la calidad del agua. En las zonas rurales, en la agricultura y ganadería no se tiene un cuidado específico para el tratamiento y disposición de desechos producidos. Así, por ejemplo, estiércol o abonos representa una fuente de contaminación hacia el agua de nitrógeno. Los nitritos son contaminantes del agua superficial, lo cual nos indica contaminación por descargas municipales. En aguas con un buen sistema de oxigenación la concentración de nitritos no supera el 0.1 mg/L. Por lo tanto, valores por encima de 1 mg/L (NOM-127-SSA1-1994) representan un problema para la salud humana, el desarrollo de la vida acuática y el establecimiento de un ecosistema en buenas condiciones. Así, el 25% de los

puntos de muestreo presentan valores por arriba de los límites permisibles. Lo cual, la suma de nitratos y nitritos se atribuye a descargas por actividades industriales y/o aguas residuales domésticas.

Finalmente, se determinó el ICA con los parámetros medidos en el agua muestreada. Tomando en cuenta las escalas presentadas en el Cuadro 4, el agua presenta condiciones de buena a muy pobre. Esto se puede observar de una manera gráfica en la Figura 10. De la totalidad de los puntos, un 41% mostró calidad de agua “media”, mientras que un 19% presentó condiciones de “buena”. El resto del agua se encuentra en un intervalo de pobre a muy pobre. Esto se traduce en que el agua muestreada, desde el punto de vista físicoquímico, no es estrictamente para el uso y consumo humano. Sin embargo, la mayoría de los puntos presentan condiciones (buena a media) para ser utilizada como agua para irrigación y con condiciones óptimas para la vida acuática.

Por otra parte, el 50 % aproximadamente de los caudales registrados en los sitios de muestreo correspondieron a flujos menores a 100 L/s, ver Figura 11. Lo anterior es debido a que los puntos seleccionados corresponden a partes altas de la cuenca, arroyos tributarios. El otro 50% correspondió a flujos mayores a 100 L/s, lo cual indica flujos moderadamente alto.

Impacto de la minería. La explotación de minerales es una actividad creciente en las diferentes regiones de la ST. Este estudio evaluó el impacto de la actividad minera sobre los componentes ambiental, social y económico en la región minera Ocampo. Los resultados de esta área piloto puede referenciarse hacia las demás áreas en las cuales la actividad minera es importante.

Las vías de comunicación y el mayor ingreso económico son algunos de los factores importantes que se asocian a los índices de sustentabilidad. Como ejemplo, Ocampo y Huajumar son localidades grandes, de fácil acceso y arriba del 50% de la población obtienen ingresos de la actividad minera. El diagrama por radar denota la mayor contribución y el mayor peso del índice de sustentabilidad económica (ISE) de estas comunidades (Figura 23). En cambio y como referencia al estudio, las localidades de Yepachi y Tutuaca presentaron un alto valor de índice de sustentabilidad ambiental (ISA) e inversamente un bajo valor de ISE. Los valores altos de ISA en estas localidades son debidos a la conservación y al valor cultural del bosque, así como a la lejanía de los centros de producción. En contraste, la localidad de Ocampo presenta el valor más bajo de ISA con 0.209, lo cual denota el mayor grado de fragmentación forestal y degradación del entorno (Figura 24). Para validar lo anterior, la Figura 25 presenta el diagrama por radar en donde se denota el impacto del ISA en los procesos de disturbios y la cambiante estructura del paisaje en la localidad de Ocampo.

Las localidades Huevachi y Tutuaca presentaron los valores de ISL más bajos 0.3542 y 0.2482, respectivamente. Estas localidades se encuentran alejadas de los centros de población grandes, por lo cual carecen de fuentes de ingresos fijas y bien remuneradas. Esto se ve reflejado en las condiciones precarias de vivienda, el poco acceso a servicios básicos y a una alimentación inadecuada. En cambio, Huajumar y Las Estrellas alcanzaron los

valores más altos de ISL con 0.6654 y 0.6537, respectivamente. Los valores en este índice evidenciaron que las actividades mineras tienen importancia económica, ambiental y social en escalas locales.

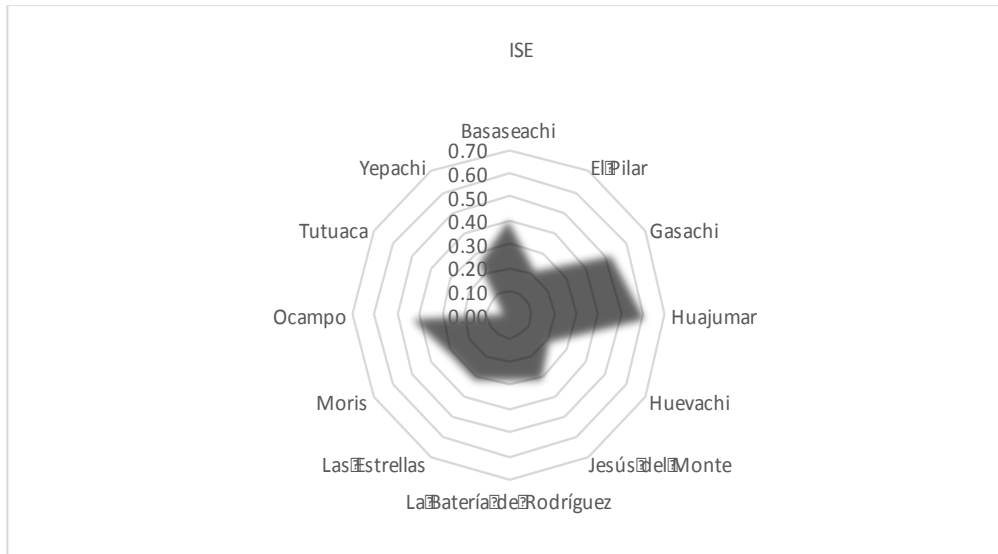


Figura 24. Índice de sustentabilidad económica por localidad en la región de Ocampo.



Figura 25. Impacto de la extracción de minerales en el ISA en Ocampo.

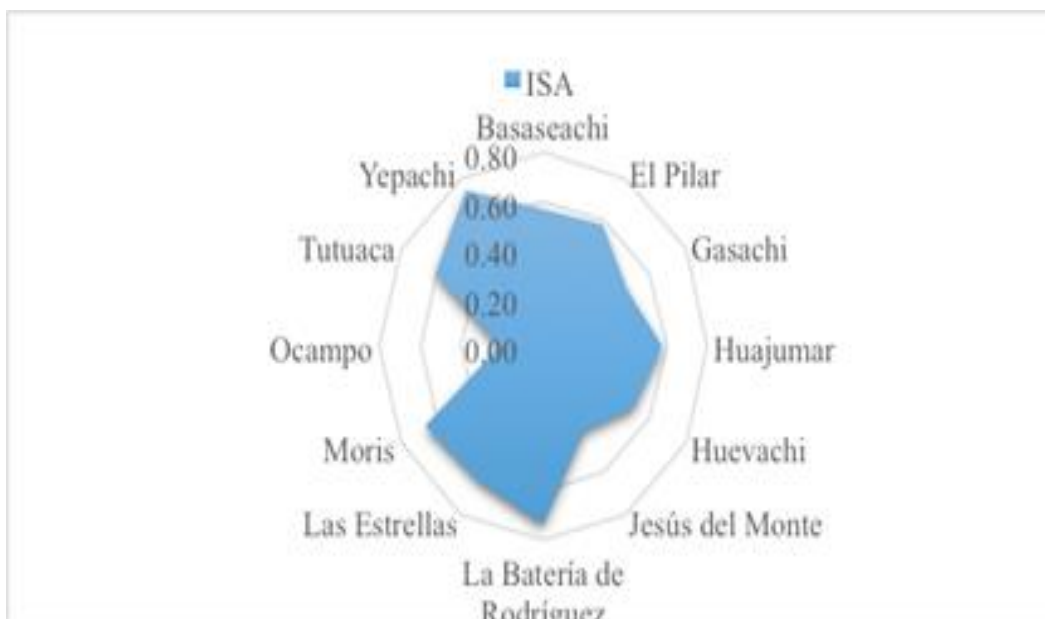


Figura 26. Índice de sustentabilidad ambiental (ISA) por localidad.

Indicadores socioeconómicos

Los indicadores son variables cuantitativas y en menor escala cualitativas que de algún modo reflejan las condiciones humanas en un contexto socioeconómico. Los indicadores sociales nos facultan para medir niveles, distribución y cambios en el bienestar social, así como identificar, describir y explicar relaciones relevantes entre distintas variables referidas al bienestar de las personas. Asimismo, son instrumentos fundamentales para las políticas sociales, dado que permiten el seguimiento y la evaluación de los programas y proyectos de desarrollo y reducción de la pobreza.

La construcción de los indicadores sociales enfrentó barreras complejas en el contexto local, considerando su comportamiento en la escala nacional y estatal. Responden a los intereses específicos de las políticas gubernamentales y principalmente de las regiones y aun más de las localidades quienes son las que deciden hacia dónde quieren ir, cuáles son sus metas, y, en consecuencia, qué indicadores permitirían darle seguimiento a esas metas.

Como ejemplos, los valores de IRS e IM indican que los 12 municipios de la ST son de los más rezagados en el entorno estatal. En la escala nacional, algunos de los municipios, principalmente batopilas, son de los más rezagados en el país. Muestran los impactos de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes.

Al igual que los indicadores de gobernanza, los indicadores socioeconómicos enfrentan problemas para la consecución de datos dado que existe una mayor o menor cobertura de temas y años de los cuales se disponen los datos: las encuestas por muestreo no siempre proporcionan estimaciones fiables, principalmente en comunidades marginadas e

indígenas, la oportunidad de obtener datos en el momento en que se requieren, incongruencias entre las fuentes que proporcionaron los datos, definiciones diferentes aplicadas al mismo indicador y superposiciones entre las actividades de las organizaciones. No obstante, los indicadores socioeconómicos seleccionados en este estudio, se desarrollaron en su mayoría de un sistema integrado de indicadores socioeconómicos. Bajo su línea base e integrados en el SMDI-ST, estos indicadores tienen como propósito facilitar la toma de decisiones, apoyar el desarrollo de políticas públicas eficientes y contribuir a evaluar el impacto de las distintas políticas económicas y sociales.

Desarrollo humano. Con base en los comentarios de los técnicos relacionados con el índice de calidad de vida local, el estudio de campo preliminar indica que en efecto las comunidades tienen una manera diferente de definir calidad de vida. Sin embargo, la información presentada en este informe no se debe extrapolar para toda la Sierra, ya que cada comunidad es diferente y define su calidad de vida de acuerdo con su entorno y el número de personas que conforman su hogar entre otras variables.

Componente gobernanza. La gobernanza es un proceso multidimensional y multiescalar que ha ocupado la agenda ambiental y forestal en las últimas décadas, debido en principio, a la dificultad de identificar quienes asumen los costos y/o los beneficios de las externalidades generadas por el deterioro y/o conservación de los recursos naturales que son de propiedad común. Esto es el caso de más del 90% de los recursos naturales de los 12 municipios del proyecto, ya que son de propiedad común o son bienes públicos.

FAO (2011) recomienda que la selección de indicadores de gobernanza atienda los tres pilares y seis principios de buena gobernanza, basados principalmente, en los 8 principios para manejar los bienes de propiedad común definidos por Ostrom (1990). En este sentido, el primer paso a seguir para determinar los indicadores de gobernanza es el de clarificar los límites de la propiedad común, razón por la cual el grupo de trabajo quiso tener una lista de pobladores con derechos de propiedad. Sin embargo, para el caso particular de los 12 municipios dicha lista no fue posible adquirir debido a varias razones señaladas a continuación:

- 1- En los 12 municipios del proyecto existen 2444 comunidades indígenas, quienes a su vez pueden o no ser miembros de ejido, la fuente de datos no especifica quienes pertenecen a que grupo.
- 2- El registro agrario se actualiza solamente en la medida que los propietarios se acercan a legalizar su propiedad.
- 3- Los propietarios desconocen la importancia de inscribirse en el registro agrario por lo tanto no se acercan al registro para inscribirse.
- 4- El registro agrario cuenta con una oficina central, encargada de todos los procesos, lo cual dificulta la movilidad de los habitantes rurales.

Indicadores del Marco Lógico

Los indicadores propuestos por el proyecto tienen un alto grado de complejidad para la captura de la línea base, en particular debido a la poca claridad de los términos respecto a la diversidad y proyectos locales de producción. Adicionalmente, las diferentes organizaciones que pudieran estar relacionadas con proyectos de biodiversidad no cuentan con una base de datos homogénea entre ellas y a través de los diferentes años, lo cual se entiende ya que cada una tiene objetivos particulares diferentes. Asociado a este problema, este estudio también menciona como las organizaciones de productores tienen poca capacidad para influir en la toma de decisiones para orientar las políticas de un manejo integral sustentable de los servicios ecosistémicos para orientar las políticas hacia un manejo integral sustentable.

La gobernanza y los bosques y selvas son objeto de una creciente atención en los últimos años. Con respecto a la ST, algunos de los factores que han estimulado este interés, es el reconocimiento de la creciente deforestación y degradación que está contribuyendo de forma significativa al mantenimiento de los bajos niveles de progreso y bienestar social con repercusiones en la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Sin embargo, la corrupción y la extracción ilegal de madera, y en particular los intereses creados detrás de estas dos prácticas, fomentan la mala gobernanza y obstaculizan los esfuerzos para promover prácticas forestales sostenibles. De acuerdo con el Banco Mundial, los “fracasos de la gobernanza forestal – caracterizados por la extracción ilegal de madera, vinculada al comercio ilegal y la corrupción – socavan los esfuerzos por lograr un crecimiento económico sostenible, equilibrio social y protección del medio ambiente.

Es indudable que una buena gobernanza forestal significa aplicar leyes y reglamentos equitativamente. Sin embargo, en el ámbito de la ST estas leyes y reglamentos no se aplican de manera adecuada (ver la tala de *Picea chihuahuana* como especie en peligro de extinción);

La extracción ilegal de madera depende de la corrupción, por lo tanto, si se unen capacidad y experiencia en la aplicación de la ley en el sector forestal con los esfuerzos por combatir la corrupción y el lavado de dinero, se puede, en términos generales, reducir la delincuencia forestal. Otro mecanismo alternativo para mitigar los efectos por deforestación y degradación en las poblaciones locales, es el mejorar los vínculos con el programa REDD+ para buscar y emplear incentivos financieros que proporcionen beneficios directos como el aumentar las reservas de carbono, fertilidad de los suelos, mantener el equilibrio ecológico, mejorar la cantidad y calidad del agua. La captura y preservación de estos valores, indudablemente proporcionarán beneficios como la conservación de la biodiversidad y el alivio a la pobreza en la ST.

La instrumentación y disponibilidad del SMDI-ST tiene potencial para ejercer una influencia beneficiosa sobre la gobernanza forestal y promover tendencias positivas en el estado de salud de los ecosistemas. No obstante, la relación de gobernanza – SMDI-ST deberá enfrentar algunas barreras existentes tales como;

- enfoques burocráticos cerrados con toma de decisiones muy centralizadas, de arriba abajo,
- marco jurídico confuso y complejo e inadecuada aplicación de la ley,
- débil implementación de mecanismos de participación,
- escasa capacidad en las instituciones forestales y ambientales y en las administraciones locales,
- falta de planteamientos integrados para los bosques y, por lo tanto, políticas contradictorias que llevan a incentivar la deforestación y,
- competición y falta de claridad en la tenencia forestal y los derechos de carbono.

CONCLUSIONES

El SMDI-ST tiene los elementos necesarios para convertirse en una herramienta de uso generalizado que apoya los instrumentos rectores de la política forestal y de desarrollo sustentable en la ST, dado que incluye los elementos y áreas de influencia (temas diversos) que requieren los programas asociados a la conservación de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

El SMDI-ST es una herramienta pertinente que apoyará con un esfuerzo coordinado a todos los sectores que inciden en la ST, mejorando la calidad, la interoperabilidad (producir información comparable a través del uso de procedimientos estandarizados) y la disponibilidad oportuna de datos e información a bajo costo y tiempo, con resolución espacial pertinente, consistente y eficiente, aspectos que ayudarán a definir el perfil de la información estratégica necesaria, producirla, manipularla y mantenerla actualizada.

El desarrollo de 38 protocolos de indicadores, de los cuales aproximadamente el 70% tienen línea base y están integrados en un SMDI-ST instrumentado, constituye una contribución importante a los programas de desarrollo sustentable de la ST, que inciden principalmente en una mejor gobernanza para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos. Estos indicadores fueron consensados a través de talleres participativos, consultas con expertos en diversas áreas, encuestas y revisión de literatura.

Las investigaciones propias generaron una línea base sobre calidad del agua, caudal hidrológico, índice de disturbio, cambio de uso de suelo, fragmentación, erosión y calidad de vida a nivel de comunidad. Estas investigaciones incluyeron indicadores locales para evaluar el impacto de la minería en la dimensión social, económica y ambiental.

Con base en los resultados obtenidos de los indicadores de línea base, se propone una red de monitoreo sustentada en 8 Sitios Permanentes de Investigación Ambiental. Su objetivo es dar respuesta eficiente a las demandas de información para apoyar la planeación, monitoreo y la evaluación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la ST.

Para promover el uso de las herramientas diagnósticas y las bases de datos del SMDI-ST, se llevaron a cabo talleres de capacitación y consultas técnicas con actores clave en el manejo del bosque, principalmente UMAFOR's, para incrementar su participación en los programas de monitoreo de degradación forestal y en la Evaluación de la Biodiversidad y los Servicios del Medio Ambiente. Su objetivo, mejorar la sensibilización y fortalecimiento de las capacidades de las partes interesadas.

Las asesorías como estrategia de sensibilización hacia los actores clave fue consistente particularmente con la UMAFOR San Juanito A.C. Además de trabajar en forma conjunta

con la generación de los indicadores de Índices de Disturbio, Fragmentación y Usos del Suelo, se utilizaron bases de datos de aves y mamíferos para generar índices de diversidad de especies como apoyo al componente de Biodiversidad demandadas por CONAFOR.

Se presentaron algunos problemas metodológicos en la adquisición de datos por factores de difícil acceso a algunas zonas geográficas, poblaciones marginales e indígenas e inseguridad.

Falta mayor compromiso de los actores involucrados, además de persistir la lentitud y burocracia para el flujo de información por parte de instituciones. Dicha información es necesaria para elaborar la línea base de ciertos indicadores.

RECOMENDACIONES

Para dar continuidad al SMDI-ST, se recomienda acoger las 5 principales actividades enunciadas en el propósito del SMDI-ST.

Vincular los procesos y desarrollo de datos del SMDI-ST al Sistema Estatal de Información Forestal de acuerdo de acuerdo a la normatividad vigente de las instituciones y organismos clave.

Continuar con el monitoreo de los indicadores seleccionados e integrados en el SMDI-ST y ampliar el monitoreo de indicadores en más sitios. Una estrategia es el utilizar los SPIA propuestos en la red de Monitoreo orientada a detectar cambios ecológicos, tanto en la fase inicial y como en el largo plazo.

Utilizar al menos 4 especies indicadoras (2 animales y 2 plantas) como indicadores biológicos para detectar cambios en los ecosistemas. Esta vigilancia biológica permite tomar decisiones de gestiones mejor informadas y más rentables.

Disminuir la incertidumbre con respecto a quienes y como se llevará a cabo el monitoreo y seguimiento del SMDI-ST.

Desarrollar, y en algunos casos solamente afinar, indicadores sociales y de gobernanza a las condiciones locales de las comunidades.

Es importante trabajar en forma conjunta con el Registro Agrario Nacional, ya que cualquier proyecto de conservación que entre en el sistema de pagos por servicios ambientales (PSA) debe tener en cuenta los derechos de propiedad y los principios de manejo de los bienes comunes, como primera regla de aplicación.

PRODUCTOS ACADÉMICOS Y DE INVESTIGACIÓN

Estudiantes que como asistentes técnicos del proyecto, se beneficiaron con desarrollo de tesis de licenciatura, doctorado, prácticas profesionales y servicios social.

Yenizet Peña Arcubia

Tesis de licenciatura: Calidad de vida desde la percepción local en dos comunidades del municipio de Guazapares.

Fecha tentativas finalización: tesis en curso

Esta estudiante fue seleccionada para realizar una estancia en New Mexico State University, principalmente porque el programa de estancia busca un intercambio de experiencias entre los estudiantes indígenas de México y los Estados Unidos pertenecientes a los pueblos indígenas.

Karla Ozuki Chacón Chumacero:

Tesis de doctorado: Impacto de la actividad minera y forestal en el desarrollo sustentable de comunidades en Ocampo, Chihuahua.

Tesis finalizada en enero del 2016.

Víctor Manuel Aguilar Soto

Tesis de doctorado: Distribución potencial de *Picea chihuahuana* y su respuesta al cambio climático en la Sierra Madre Occidental, México.

Tesis en segunda revisión.

Tanya Karina Rojo Maldonado

Realización de Prácticas profesionales. Apoyo en la implementación, acomodo y análisis de información geográfica. Apoyo en la edición del Atlas del Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara 2016.

María Trinidad Realyvazquez Valencia

Realización de Servicio Social. Apoyo en la implementación, acomodo y análisis de información geográfica. Apoyo en la edición del Atlas del Sistema de Monitoreo de Datos e Información de la Sierra Tarahumara 2016.

LECCIONES APRENDIDAS

En lo Ambiental, con base en las observaciones de los muestreos de agua, las poblaciones y las actividades antropogénicas en la ST influyen marcadamente y de manera negativa en la calidad del agua, en la fragmentación, así como en la conservación de la biodiversidad.

En lo Social, a pesar del potencial en diversos sistemas de producción en la ST, esto no se ve reflejado en forma equitativa en los habitantes de esta región. Aunado a esto, el problema de inseguridad repercute en todas las actividades de los pobladores de esta región. Las experiencias de los talleres participativos llevados a cabo como parte del proyecto, detectan que los técnicos y productores forestales tienen una visión productiva con un enfoque extractivo y no integral en su abono al Desarrollo Forestal Sustentable.

En lo Científico y Tecnológico, el cruce de indicadores seleccionados con los detallados por otras instituciones muestra que existe afinidad en los criterios que se utilizaron en la selección de estos.

Los técnicos y responsables de los programas de manejo, protección forestal y servicios ambientales delegan la responsabilidad de generación de información y datos de objetivos especializados en pocos individuos y consultorías, por lo que carecen de las habilidades y competencias para utilizar tecnologías emergentes para la gestión territorial de los recursos. Además, no existe la aplicación y seguimiento de modelos probados exitosamente en otras regiones. Ejemplo, la aplicación de indicadores generados en el Ejido El Largo Maderal que pueden ser extrapolados a otras regiones forestales.

En lo económico, no existe una valoración adecuada a los recursos naturales. Es importante desarrollar el potencial económico de los recursos forestales no maderables existentes en el estado. La documentación exhibe la necesidad de diversificar procesos de industrialización que proporcionen valor agregado a los productos forestales. Esto serviría como una medida de descompresión en el uso de los recursos. Adicionalmente, es imperativo el desarrollo de mercados de servicios ambientales, en la medida que se tengan claro los principios de gobernanza expuestos anteriormente, los cuales garantizan que el beneficio adquirido de internalizar las externalidades de la conservación tengan impacto directo en la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

LIMITACIONES U OBSTACULOS AL PROYECTO

- Existió dificultad para la obtención de datos administrados por instituciones gubernamentales, principalmente los relacionados a indicadores sociales y de gobernanza. En algunos de los datos obtenidos, persistió la lentitud y burocracia para el flujo de información. Dicha información fue necesaria para elaborar la línea base de ciertos indicadores.
- Existieron algunos problemas metodológicos en la consecución de datos de buenos indicadores sociales relacionados. En algunos temas existió una mayor cobertura y en otros menor cobertura. Creemos que esta cobertura está determinada por factores financieros para generar buenos datos.
- Una gran cantidad de datos son obtenidos mediante encuestas, algunas de las cuales no proporcionaron datos y/o estimaciones confiables de indicadores para algunas zonas geográficas o grupos de población pequeños, ejm. poblaciones marginales e indígenas. En este caso fue necesario generarlos por investigaciones propias.
- Existieron problemas de accesibilidad para obtener los datos y realizar las mediciones, por factores de difícil acceso e inseguridad de la región.
- En la selección y análisis de los indicadores, fue frecuente enfrentarse a la heterogeneidad de criterios y conceptos por las diversas fuentes y actores involucrados en este proyecto.

- La carencia de información de línea base de algunos indicadores seleccionados, se debió a la secrecía de los organismos e individuos que disponen de la información y que pueden cederla bajo esquemas de convenios o solicitudes que requieren procesos de tiempo. ejm, datos de nutria o jaguar.
- Altos costos para la obtención de algunos indicadores indispensables.
- Falta mayor compromiso de los actores involucrados.
- Incertidumbre con respecto a quienes y como se llevará a a cabo el monitoreo y seguimiento del SMDI-ST.

CONTINUIDAD

Se espera que una UMAFOR o cualquier institución con capacidad albergue y se encargue de la operación y mantenimiento de SMDI-ST en el futuro.

Para darle continuidad a este trabajo se recomienda desarrollar una plantilla, que debe ser socializada con cada Institución, para recopilar con eficiencia los indicadores del marco lógico.

Los indicadores de bienestar social y gobernanza, deben ser atendidos de manera local, y a nivel institucional. Es importante trabajar en forma conjunta con el Registro Agrario Nacional, ya que cualquier proyecto de conservación que entre en el sistema de pagos por servicios ambientales (PSA) debe tener en cuenta los derechos de propiedad y los principios de manejo de los bienes comunes, como primera regla de aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por el proyecto Tarahumara Sustentable gracias a su esfuerzo interinstitucional con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, World Wildlife Fund y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con el financiamiento del Global Environment Facility. También se agradece a SEMARNAT, CONAFOR, Gob. del Estado de Chihuahua y organizaciones no gubernamentales como PROFAUNA A.C. por el soporte brindado por la información y asesoría proporcionada. A científicos y técnicos que participaron en las reuniones de consulta y talleres participativos. En especial a las UMAFORES particularmente la UMAFOR San Juanito A.C.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Soto, V., A. Melgoza-Castillo, F. Villarreal-Guerrero, C. Wehenkel y C. Pinedo-Alvarez. 2015. Modeling the potential distribution of *Picea chihuahuana* Martínez, an endangered species at the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Forests* 6:692-707.
- Barton, A.M. 2002. Intense wildfire in southeastern Arizona: transformation of a Madrean oak–pine forest to oak woodland. *Forest Ecology and Management*. 165:205-212
- Barton, A.M. y J.A. James. 1993. The ecology of elevational positions in plants: drought resistance in five montane pine species in southwestern Arizona. *American Journal of Botany*. 80:15-25.
- Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W037. México, D.F.
- Bendímez-Salinas, S.G. 2007. Análisis taxonómico y distribución de la familia Cupressaceae en el estado de Durango. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango.
- Brown, R.M., N.J. McClelland, R.A. Deininger y M.F. O'Connor. 1972. A Water Quality Index-Crossing the Psychological Barrier. In: Jenkis, S.H. (Ed.), *Proc. Int. Conf. On Water Poll. Res.* Jerusalem 6:787-797.
- Carreón, H.E., J.C. Guzmán-Aranda, P.A. Calderón-Domínguez, C. Aguirre-Calderón y R. Rodríguez-Salazar. 2007. Análisis espacial del hábitat de anidación de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) en el área de influencia de la RPC Santuario Madera, Madera, Chihuahua, México. Informe final PRODERS para la Dirección Regional Norte y Sierra Madre Occidental de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Chihuahua, Chihuahua.
- Cites. 1998. Apendices I, II and III to the Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. U.S. Fish y Wildlife Service. Department of the Interior. U.S.A. pp. 22.

Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas (CONAMP). 2011. Monitoreo del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales. http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/marismas_nacionales/info.pdf.

CONABIO.2005. Los mamíferos silvestres de México. Coordinador G. Ceballos y G. Olivas. México, D. F.

Cruz-Nieto, M.A. 1998. Caracterización de las áreas de anidación y biología de nidos de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*): implicaciones de manejo de los bosques templados de México. Tesis de Maestría. Centro de Calidad Ambiental, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.
Cude, C.G. 2001. Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness. *Journal of the American Water Resources Association* 31:125-137.

Delfín-Alfonso, C.A., C.A. López-González y M. Equihua. 2012. Potential distribution of american black bears in northwest Mexico and implications for their conservation. *Ursus* 23:65–77.

Delgadillo, R.J. y L.C. Camacho. 2004. Ficha técnica de Abies concolor. En: Delgadillo, R. J. (compilador). Actualización de las especies de plantas incluidas en la NOM-059-ECOL-2000. Herbario BCMEX, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.

Delgadillo, V.J.A. 2005. Técnicas de conservación y manejo del oso negro en México. Técnicas de conservación del oso negro. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. Instituto Nacional de Ecología.

Enkerlin-Hoeflich, E.C., M.A. Cruz, C.M. Macías, J. Quesada y N.F.R. Snyder. 1997. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en el Norte de México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Environmental Protection Agency (EPA). 2002. National recommended water quality criteria. Washington, D.C: Office of Water, Office of Science and Technology. EPA/822/R-02/047. 1-33.

Environmental Protection Agency (EPA). 2012 Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. FAO y PROFOR (2011). Marco para la evaluación y seguimiento de la gobernanza forestal. Roma Italia, FAO.

http://amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?where-genus=Ambystoma&where-species=rosaceum. acceso 13/04/2016

<http://portal.vertnet.org>. acceso 01/04/2016

Iñigo-Elías, E. 2000. Guacamaya verde (*Ara militaris*). En: Ceballos, G. y Márquez, L. (Coords). Las aves de México en peligro de extinción. 1ª Ed. Fondo de Cultura Económica. pp. 213-215.

- Knobloch, I.W. y D.S. Correll. 1962. Ferns and fern allies of Chihuahua, Mexico. Published by Texas Research Foundation. Renner, Texas
- Laferriere, J.E. 1994. Vegetacion and flora of thee Mountain Pima Villaje of Nabogame, Chihuahua Mexico. *Phytologia* 77:102-140.
- Lebgue, T. 2001. Flora de las Barrancas del Cobre. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. CONABIO. Proyecto No. R102.
- Ledig, F. T., M. Mápula-Larreta, B. Bermejo-Velázquez, C. Flores-López, V. Reyes-Hernández, A. y M.A. Capó-Arteaga. 2000. Locations of endangered spruce populations in México and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47:71–88.
- Lemos, E.J.A. y H.M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, Mexico. Universidad Autonoma de Mexico. CONABIO.
- López-González, C. y D. E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación actuales del Jaguar en el noreste de México. pp. 379-392, en: *Jaguares en el nuevo milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los Jaguares en América* (Medellín, R.A., C. Cherkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Tabler (Eds.)). Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Lopez, G.C. y D. Garcia. 2012. A Checklist of de mammals (Mammalia) of Chihuahua, México. *Check List* 8:1122-1133.
- Luna, M. I. 2003. Ficha técnica de *Litsea glaucescens*. Taxones del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental incluidos en la norma oficial mexicana. Herbario FCME, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W025. México, D.F.
- McGarigal, K., y B. J. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351.
- Martinez-Salvador, M., R.D. Valdez-Cepeda y M. Pompa-García. 2013. Influencia de variables físicas en la productividad de *Pinus arizonica* y *Pinus engelmannii* en el sur de Chihuahua, México. *Madera y Bosques* 19:35-49.
- Medellín, R. A., C.- Equihua, C.L.B. Chetkiewicz, P.G. Crawshaw, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. (comp.). 2002. *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica-Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society. México.
- Monterrubio, R.T.C. y L. Téllez. 2009. Ficha técnica de *Euptilotis neoxenus*. En: Escalante-Piego, P. (compilador). *Fichas sobre las especies de aves incluidas en Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000*. Parte 1. Instituto de Biología, UNAM.
- Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W007. México, D.F.

Ostrom, E. 2015. *Governing the commons*. Cambridge University Press.

PACE Oso Negro SMO e IdC. 2014. Programa de Acción para la Conservación del Oso Negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental e Islas del Cielo. Carreón H. E., A. Lafón T., C.A. Delfín-Alfonso y C.A. López-González. (Eds.). *Protección de la Fauna Mexicana A.C - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. p. 44.

Perry, J. P., Jr. 1991. *The pines of Mexico and Central America*. Portland, OR: Timber Press. P.231.

Pinedo, A.C. 1998. Análisis de los recursos forestales y de hábitat de cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) en la Sierra Madre Occidental de Chihuahua, Chih., México. *Disertación Doctoral*. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua.

Prabhu, R., C. Colfer y G. Shepherd. 1998. Criteria and indicators for sustainable forest management: New Findings from CIFORs Forest Management Unit Level Research. *Rural Development Forestry Network*. Network paper 23a summer 98.

Protección de la Fauna Mexicana, A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección Regional Norte y Sierra Madre Occidental, Región Prioritaria para la Conservación Sierra Tarahumara. Informe final del proyecto "Calidad de hábitat y monitoreo de guacamaya verde en la RPC Sierra Tarahumara".

Reyes, V., J. Vargas, J. López y H. Vaquera. 2005. Variación morfológica y anatómica en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* (Pinaceae). Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* 70:47-67

Royo, M.H. y A. Melgoza. 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto Técnico No. 14. INIFAP-CONAFOR-Fundación PRODUCE Chihuahua-SAGARPA. Chihuahua, Chih.

Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. *Flora (Atlas Cultural de México)*. SEP. INAH. Ed. Planeta. Instituto de Ecología. A.C. San Mateo Tecoloapan, Edo. de México, México.

Sánchez-Mateo. M.A. 2007. Caracterización del hábitat de la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha* en el municipio de Madera, Chihuahua, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia.

Siddig, A.A.H., A.M. Ellison, A. Ochs M.K. Lau. 2016. How do ecologists select and use indicators speciesto monitor ecological Changes?. *Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators*. *Ecolog. Indicators* 60:223-230.

Spellenberg, R., T. Lebgue y R. Corral-Diaz. 1996. XIII. A specimen-based, annotated checklist of the vascular plants of Parque Nacional "Cacada de Basaseachi" and adjacent areas, Chihuahua, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 72 pp. Laacke, R. 2004. *Abies concolor*; white fir.

www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/abies/concolor.htm

Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SEMARNAT). 2014. Agua. Consultado 16 de Diciembre 2014. 82-101. En:
http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/yelmedioambiente/4_agua_v08.pdf

Secretaría de Salud (SSA). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, se refiere al uso del agua sobre salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Snyder, N., P. McGowan, J. Gilardi y A. Grajal. 2000. Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. pp.180.

Tanner, W.W. 1989. Amphibians of Western Chihuahua. Great Basin Naturalist 49:38-59.

Tarango, L.A. 1994. Mexican spotted owl distribution and habitat characterizations in southwestern Chihuahua, Mexico. Master in Sciences thesis, New Mexico State University, Las Cruces, NM. USA.

Tarango, L.A., R. Valdez, J. Zwank y M. Cárdenas. 1997. Mexican Spotted Owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. Southwestern Nat. 42:132-136.
U.S. Fish and Wildlife Service. 1995. Final Recovery Plan for the Mexican Spotted Owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U.S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico, USA. 413 pp.

WHO. 2008. Valores guía recomendados por la Organización Mundial de la salud. Guide lines for Drinking-water Quality, 3th Ed. World Health Organization (WHO). Geneva 1-492. Consultado: 30 de Diciembre de 2014

Young, K.E., R. Valdez, P.J. Zwank y W.D. Douglas III. 1998. Density and roost site characteristics of spotted owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. Condor 100:732-736.