

ANEXO 8

PROTOCOLOS DE INDICADORES BIOLÓGICOS, FORESTALES, AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS



ANEXO 8.1

PROTOCOLOS DE INDICADORES BIOLÓGICOS (ESPECIES INDICADORAS)

Indicadores de Especies de Fauna

- Indicador 1. *Ara militaris*
- Indicador 2. *Rhynchopsitta pachyrhyncha*
- Indicador 3. *Phantera onca*
- Indicador 4. *Ursus americanus*
- Indicador 5. *Euptilotis neoxenus*
- Indicador 6. *Strix occidentalis*
- Indicador 7. *Ambystoma rosaceum*
- Indicador 8. *Crotalus pricei*
- Indicador 9. *Thamnophis melanogaster*
- Indicador 10. *Lontra longicaudis*

Indicadores de Especies de Flora

- Indicador 11. *Picea chihuahuana*
- Indicador 12. *Pseudotsuga menziesii*
- Indicador 13. *Cupressus lusitanica*
- Indicador 14. *Pinus engelmannii*
- Indicador 15. *Abies concolor*
- Indicador 16. *Litsea glaucescens*

Protocolo del Indicador de Fauna 1

GUACAMAYA VERDE

Ara militaris



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Al igual que otras especies de avifauna en riesgo, su distribución actual ayuda a mostrar los cambios generales en el estado de amenaza de los ecosistemas forestales.

Unidad de Medición

Registro de presencia de nidales de la especie en coordenadas geográficas. También se pueden registrar los sitios de percha y alimentación.

Justificación

Esta especie es endémica de México y es un indicador de la salud del hábitat, pues en algunas regiones perturbadas es de las primeras especies que desaparecen. Además, por su carácter de ave carismática está sujeta al tráfico nacional e internacional de avifauna. En este contexto, la especie está protegida por las principales normas nacionales e internacionales en materia de biodiversidad (Snyder *et al.*, 2000; D.O.F., 2002 y CITES, 1998). La NOM-059 (SEMARNAT, 2010) la clasifica en peligro de extinción (P).

Metodología para la Obtención del Indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados de presencia se registran los nidales de individuos y/o poblaciones en las diferentes condiciones de hábitat. También es válido el registro en coordenadas geográficas de presencia de áreas de alimentación y percha. Como método de localización de los nidales se realizan recorridos de 1.5 a 2 kilómetros en una dirección, indentificando las cavidades potenciales en árboles ó peñascos con actividad de anidación o bien en condiciones de alimentación y percha. Las mediciones de campo se realizan de 6 a 9 de la mañana y de 17 a 20 horas de la tarde durante el período de reproducción de la especie. Los registros de presencia pueden ser mapeados mediante un programa SIG. También se

pueden obtener mapas de distribución actual y potencial a través de MaxEnt. Las áreas de presencia pueden determinar la superficie del hábitat de anidación y alimentación en hectáreas.

Fuente de Información

CITES. 1998. Apéndices I, II and III to the Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. U.S. Fish y Wildlife Service. Departament of the Interior. U.S.A. 22 pp.

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

SEMARNAT. 2016. Fortalecimiento de las acciones de conservación y manejo de la guacamaya verde en Sierra Tarahumara. CONANP. Términos de referencia de los conceptos de apoyo de la convocatoria publicitada el 25 de abril de 2016.

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”.

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. x + 180 pp.

Frecuencia de medición

Cada 3 años

Último año de medición

2015

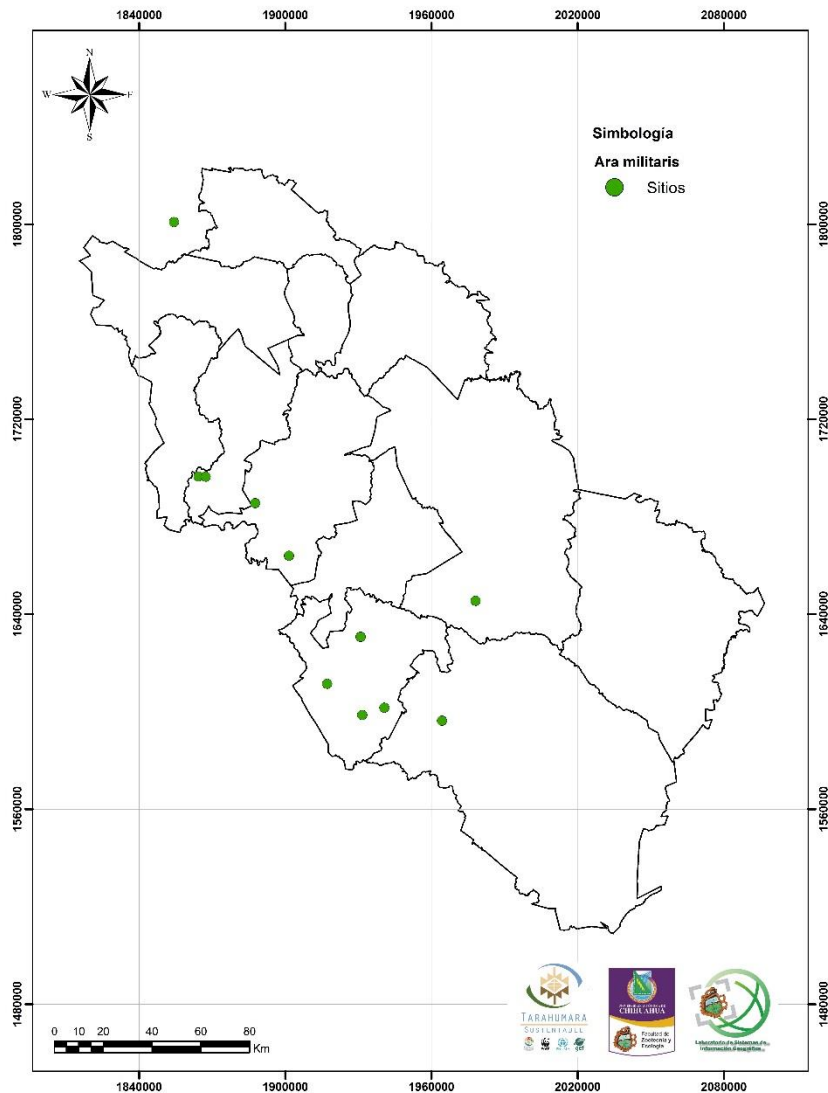
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea base del indicador

Para la localización geográfica de la especie se utilizó una base de datos de 55 sitios de presencia de esta ave. Los sitios con su referencia geográfica se encuentran

integrados en el SMDI-ST. Los registros fueron obtenidos del programa BIOTICA, sistema de información administrado por la Comisión Nacional de la Biodiversidad. También se encuentran disponibles los mapas de distribución actual y potencial generados con el programa MaxEnt e integrados en ArcGIS.



Sitios con registros de presencia de *Ara militaris* (Guacamaya verde) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 2
COTORRA SERRANA OCCIDENTAL
Rhynchopsitta pachyrhyncha



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Los cambios en esta población son el reflejo de su vulnerabilidad a los impactos ambientales y cambios en la estructura de su hábitat.

Unidad de Medición

Registro de presencia de nidales de la especie en coordenadas geográficas. También se pueden registrar los sitios de percha y alimentación.

Justificación

Está enlistada en el apéndice I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en México está incluida en la categoría en peligro de extinción (NOM-059) (P). El factor más determinante que amenaza la conservación lo representa la fragmentación del hábitat que se presenta en diferentes formas y que afecta severamente los sitios de anidación. Los aprovechamientos forestales con fines comerciales han eliminado árboles con cavidades potencialmente disponibles para anidación. La disponibilidad de modelos locales de calidad de hábitat, específicos para esta especie, representa un método eficiente y económico, para entender la distribución y necesidades de calidad de hábitat. Este indicador ofrecerá la oportunidad de comprender y adaptarse a un manejo forestal sustentable más real en la Sierra Tarahumara, con un efecto integrador a la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Metodología para la Obtención del Indicador

Para los registros de presencia se localizan los nidales con mediciones en campo al iniciar (6:00-9:00 horas) y al finalizar (19:00-20:00 horas) las actividades de la cotorra

durante el período de reproducción (mayo-agosto). El muestreo se basa en recorridos de 1.5 a 2 kilómetros en una dirección, indentificando las cavidades potenciales en árboles o áreas rocosas con actividad de anidación o bien en condiciones de alimentación y percha. Los registros de presencia pueden ser mapeados en su distribución actual y potencial mediante un programa SIG. También se pueden obtener mapas de distribución actual y potencial a través de MaxEnt. Las áreas de presencia pueden determinar la superficie del hábitat de anidación y alimentación en hectáreas.

Fuente de Información

- 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.
- 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.
- 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 serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en el norte de México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- 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.
- 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.

Frecuencia de medición

Cada 3 años

Ultimo año de medición

2011

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Linea Base del Indicador

Cuadro 1. Registro de ocurrencia en coordenadas geográficas y datos de variables físicas y dasométricas para los modelos de distribución.

Sitios	Variables								
	UTM	EX	PE (%)	Al (msnm)	EA	AA (m)	DAP (cm)	DA (cm)	CAA (%)
CÑ	E 263872 N 3088736	NW	52	2623	Play	18.3	53	20.83	65.52
AG	E 262872 N 3088736	NE	48.5	2678	Que	17.5	78	18.68	63.20
AC	E 228182 N 3103216	N	72	2467	Play	17.5	47	36.27	83.00
DI	E 228704 N 3103536	N	45	2651	Psme	8.5*	88	35.6	78.35
BA	E 228770 N 3103586	N	62	2617	Pidu	18.5	45	25.85	70.50
SO	E 228584 N 3100582	E	42	2412	Pidu	21.6	66	18.44	68.70
01	E 226263 N 3104336	N	58	2450	Psme	14.2	68	15.55	63.18
02	E 226312 N 3104476	N	78	2403	Psme	28.5	71	22.07	88.44
JU	E 212303 N 3114516	N	65	2584	Psme	24.6	82	22.03	72.08
CG	E 210085 N 3115486	W	45	2662	Psme	18.8	81	24.70	71.40

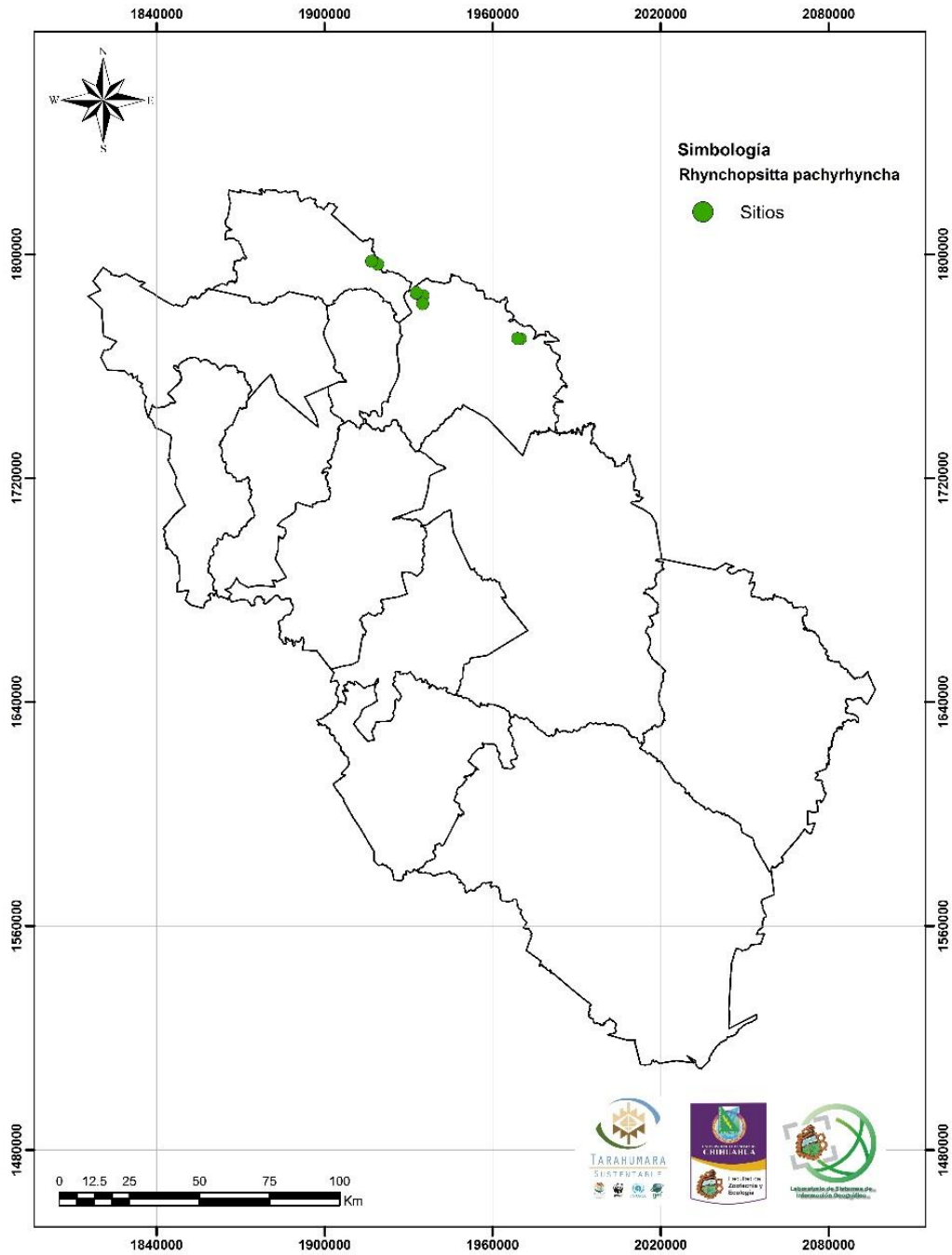
Variables

UTM = Universal transversa de mercator PEN = Pendiente AA= Altura del árbol

EXP = Exposición EA = Especie de árbol SO = Solitario pecho

DAP = Diámetro a la altura de del árbol nidado DA = Diámetro a la altura de pecho

CAA = Cubierta aérea del arbolado



Sitios con registros de presencia de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (cotorra serrana) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 3

JAGUAR

Panthera onca



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es el indicador de la dinámica de la población. La dinámica de la población refleja los efectos de cambios de usos del suelo, para evaluar el impacto de las áreas donde habita y para planear el tamaño de las reservas biológicas.

Unidad de Medición

Registros de presencia en coordenadas geográficas.

Justificación

El jaguar es una especie clave, bandera y paraguas, su función es importante porque modifica las densidades poblacionales de sus presas. Es una especie indicadora sensible a cambios de usos del suelo; el utilizar esta especie como indicadora puede ayudar a caracterizar la conectividad del hábitat y corredores biológicos para atenuar y en algunos casos revertir el proceso de fragmentación. Por otra parte, esta especie puede ser utilizada para determinar el tamaño de las reservas biológicas, en relación a su hábitat. La identificación de áreas que funcionen como corredores biológicos que ayuden a mantener la conectividad es fundamental para la conservación del jaguar a largo plazo.

Metodología para la Obtención del Indicador

Los registros bibliográficos se pueden obtener de la literatura científica publicada, además de cuatro bases de datos: CONABIO (www.conabio.gob.mx), GBIF (www.gbif.org), MANIS (www.manisnet.org) y Jaguar GIS (http://savethejaguar.com/media/file/Jaguar_GIS_Data_1999.zip). Registros de presencia a través de avistamientos, huellas, marcaje de arboles y sitios de caza contenidos en base de datos de CONABIO, CONANP y reportes de investigación. Para continuar con los

programas de monitoreo, la estimación de la densidad, abundancia y distribución se apoya en técnicas de fototrampeo y registros de huellas mediante transectos de monitoreo.

Fuente de Información

Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw, A. 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, D.F.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 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.

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.

Rodríguez, S.C. 2010. Distribución potencial del jaguar (*Panthera onca*) en México: identificación de áreas prioritarias para su conservación. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California.

Frecuencia de medición

De 3 a 5 años.

Ultimo año de medición

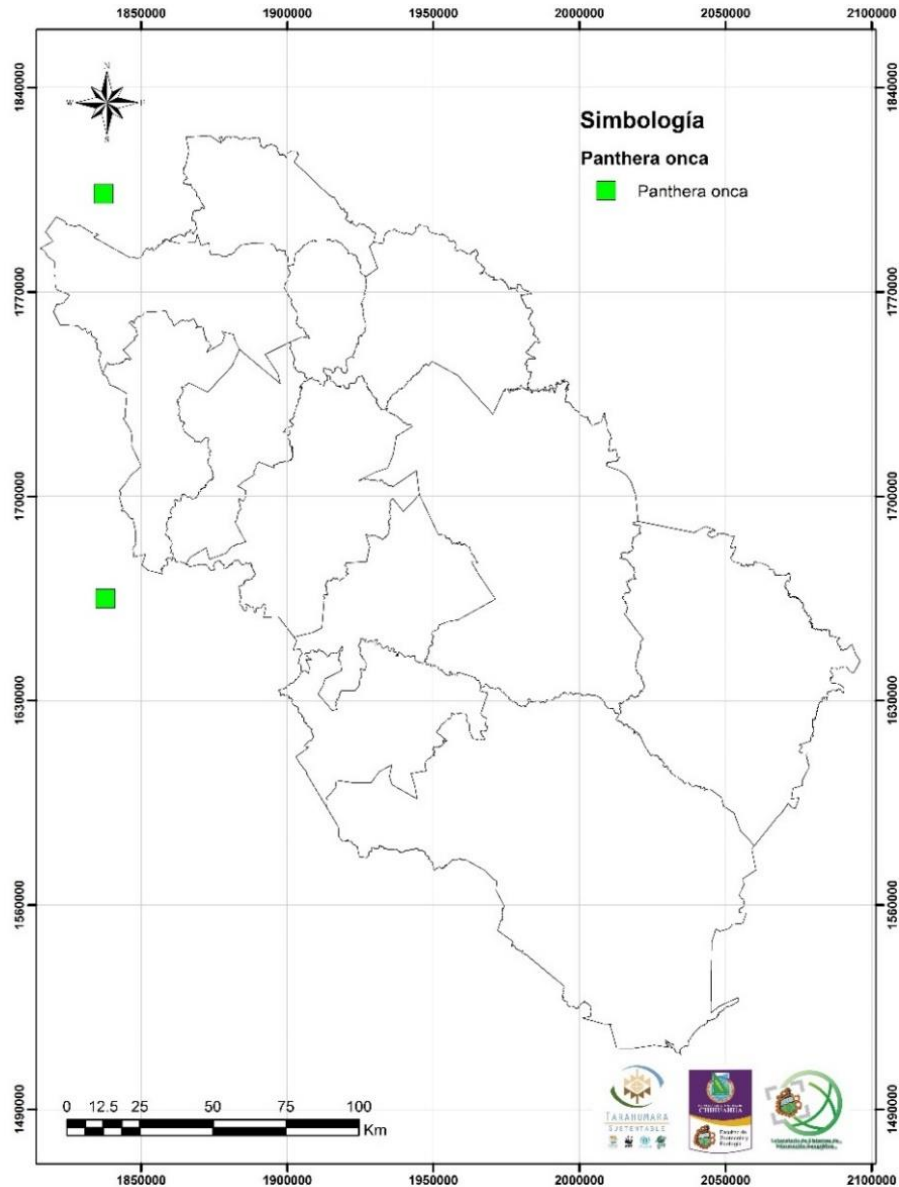
2011

Alcance del indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario	x	x	x	x

Línea base del Indicador

Existen dos registros de campo contiguos al polígono de la ST. Dentro del área de ST, no fue posible disponer de datos de línea base. Por lo que la información está limitada a la presencia de los dos registros mencionados y está representada en los reportes de CONABIO y CONANP.



Sitios con Registros de presencia de *Panthera onca* en áreas contiguas al proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 4

OSO NEGRO

Ursus americanus



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Este indicador constituye una herramienta de planeación, que apoya acciones específicas en un contexto regional sobre el manejo y la conservación del hábitat, así como de la restauración de sus poblaciones y su hábitat.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Existen factores como la cacería ilegal, la fragmentación de hábitats y el cambio climático que modifican la densidad, los patrones de distribución y el comportamiento del oso negro. La falta de alimento puede provocar alteraciones en la reproducción, depredación de oseznos y emigración de individuos hacia sitios con mayor disponibilidad de recursos. La expansión de la población de osos ha provocado conflictos con el humano, tales como daños a propiedades y depredación de ganado. A pesar de que en Chihuahua su distribución se reporta para el 26 % de la superficie estatal (alrededor de 6 millones de ha), la parte sur de la ST presenta pocos reportes comparado con el norte. La subespecie *U. machetes* predomina en toda la ST y está incluida en la categoría de protección especial (Pr) y considerada como endémicas (SEMARNAT, 2010). El oso negro se encuentra dentro de la lista de las 30 especies prioritarias para su conservación dentro del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) de la CONANP. La falta de información de la especie hacia el público en general, limita el generar una conciencia ambiental de la importancia del oso negro que permita la conservación de la especie. Es por esta situación que de

forma oficial deben de ser preservados los individuos y hábitat en donde se desarrolla la especie.

Metodología para la Obtención del Indicador

Además de los registros de presencia de las bases de datos existentes en CONABIO Y CONANP, se pueden llevar a cabo inventarios (encuestas y trabajo en campo) para tener actualizado dicha base de datos. Es necesario restablecer el sistema de monitoreo en tiempo y presupuesto para evaluar la tendencia de las poblaciones de osos en términos de abundancia y distribución. Además de los métodos de captura y análisis de ADN, otros métodos aceptables como es el establecimiento de estaciones olfativas permanentes y conteo directo de animales son útiles y fáciles para conocer la densidad y distribución de poblaciones.

Fuente de Información

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. 44 p.

Delgadillo, V. J. A. Técnicas de conservación y manejo del oso negro en México. Técnicas de conservación del oso negro

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.

Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito. 2016. Bases de datos de diversidad de mamíferos. Chihuahua, Chihuahua.

Frecuencia de Medición

Cada 3 a 5 años

Último año de Medición

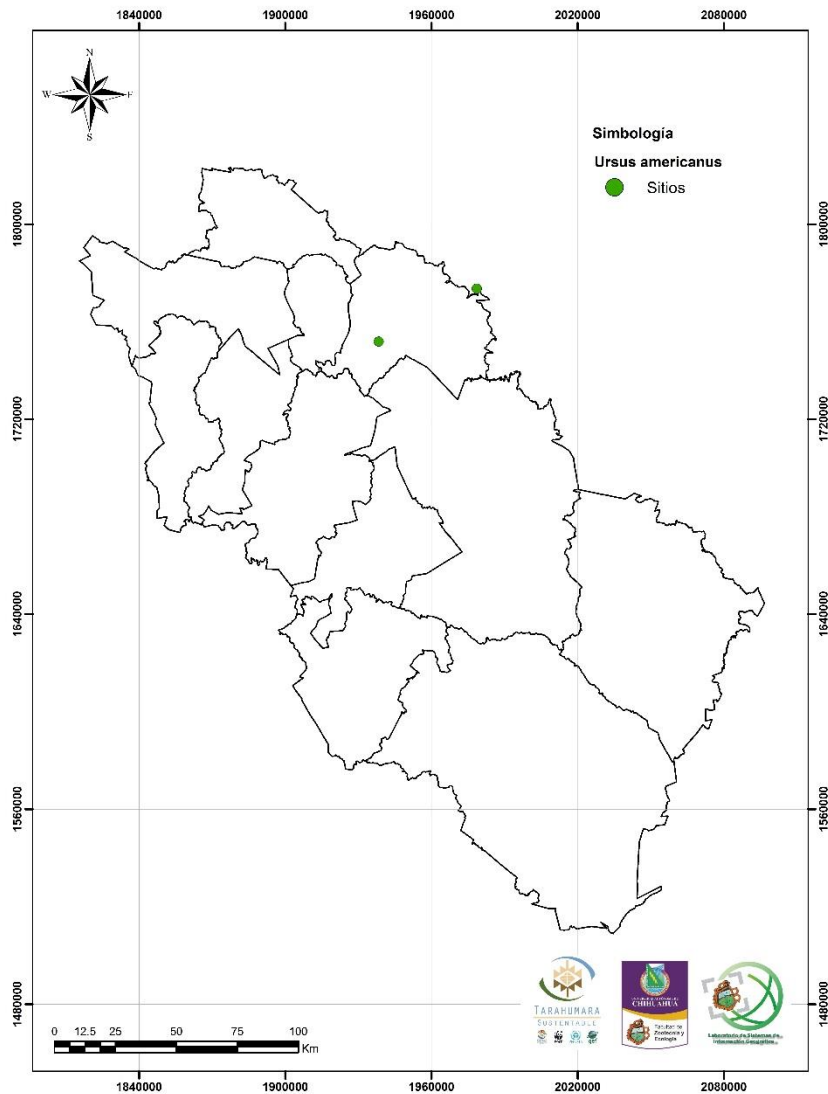
2016

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario	x	x	x	

Línea Base del Indicador

Últimos datos obtenidos mediante fototampas fueron proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal “San Juanito” a través del proyecto Biodiversidad, año 2016. Otros datos están contenidos en la base de datos de CONABIO. Datos de registros de la UMAFOR San Juanito y datos obtenidos de <http://arctos.database.museum>.



Sitios con registro de presencia de *Ursus americanus* en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 5
TROGÓN OREJÓN Ó SILBADOR
Euptilotis neoxenus



Descripción breve

Su distribución actual es un indicador de la dinámica de la población. A pesar de su amplia distribución, la población se está reduciendo.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie es endémica del norte de la Sierra Madre Occidental. La principal amenaza es la destrucción del hábitat por incendios forestales, cambio de uso de suelo y explotación forestal. Es una especie indicadora de la salud de los hábitats riparios en los que es más abundante y se reproduce. Aparece en la NOM-059 como especie amenazada (SEMARNAT, 2010). El trogón orejón se muestra restringido a los bosques de pino-encino localizados en cañones o hábitats riparios con coberturas de dosel mayores al 60 %. Se asocia con especies de coníferas de buena condición de sitio como *Pinus ayacahuite*, *Pinus arizonica*, *Pinus durangensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies concolor* y especies de hoja ancha como *Quercus sideroxyla*, *Populus tremuloides* y *Alnus* sp. El conocimiento de la dinámica de distribución, es un buen indicador del buen estado de salud de las áreas forestales de la ST.

Metodología para la Obtención del Indicador

Existen pocas estimaciones sobre el tamaño de las diferentes poblaciones, tanto a escala local como a nivel regional. Se utiliza la técnica de recorridos en transectos de 1.5 a 2 kilómetros, a partir del cual se registran nidales y áreas de alimentación. Se han registrado hasta un máximo de nueve parejas en un área de 1 km² de hábitat de

cañada en un bosque dominado por *Populus tremuloides* y grupos de hasta 12 trogones en el mes de junio.

Fuente de Información

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.

Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito. 2016. Bases de datos de diversidad de aves. Chihuahua, Chihuahua.

Frecuencia de medición

Cada tres años.

Ultimo año de medición

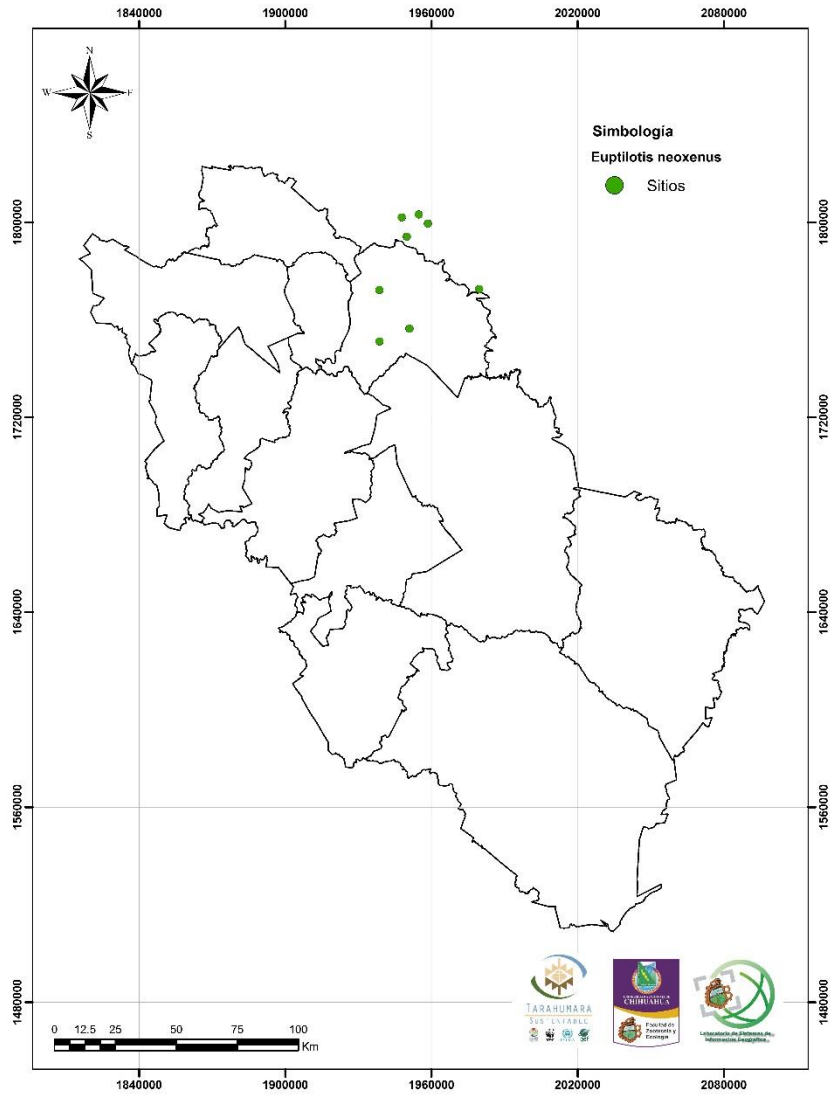
2016

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario	x	x	x	

Línea Base del Indicador

Últimos datos obtenidos mediante recorridos proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito a través del proyecto Biodiversidad, 2016. Otros datos están contenidos en la base de datos de CONABIO.



Sitios con registro de presencia de *Euptilotis neoxenus* (Trogon orejón) con datos del año 2106 proporcionados por la UMAFOR San Juanito A.C. en la ST.

Protocolo del Indicador de Fauna 6

TECOLOTE MOTEADO

Strix occidentalis



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. La especie prefiere bosques de crecimiento viejo; por lo que es indicadora de calidad de hábitat.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

En 1993, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (FWS) incluyó al búho moteado mexicano en la categoría de amenazado en el Acta de Especies Amenazadas (ESA). Las dos razones principales para incluirlo en esta lista fueron: 1) alteración de su hábitat y 2) las malas prácticas en los planes de manejo para los bosques. En México, particularmente en los bosques de pino encino de la Sierra Tarahumara, la fragmentación y destrucción de su hábitat (bosques densos, bosques maduros o sobre maduros) producida mayormente por la tala inmoderada e incendios forestales, ha limitado su capacidad reproductiva y de dispersión, a tal grado que su población se clasifica como amenazada según la NOM 059 (SEMARNAT, 2010).

Metodología para la Obtención del Indicador

La biología, descripción de la especie y características de los sitios de perchas están documentados en Tarango *et al.* (1997), U.S. Fish and Wildlife Service (1995) y Young *et al.* (1998). Los tecolotes se localizan por su respuesta a imitaciones de su reclamo mediante el establecimiento de estaciones de llamado en cañadas, barrancas,

lomeríos y a lo largo de caminos y brechas. En hábitats con arbolado continuo se puede aplicar un muestreo sistemático, el cual consiste en recorridos (a pie o en vehículo, según el terreno) de transectos de longitud variable con estaciones de llamado cada 500 m en promedio. En cada sitio donde se observa el tecolote se caracteriza su hábitat en una parcela circular de 0.04 ha y se registra las coordenadas del lugar de percha (encino, pino, peñasco, etc.) y la altura (m) de percha. Las coordenadas (longitud y latitud) y la altitud se toman con un Sistema de Posición Global. La densidad de tecolotes moteados se estima como el número de tecolotes por unidad de área de cada parcela.

Fuente de Información

Tarango, L., R. Valdez, J. Zwank y M. Cárdenas. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. *Southwestern Nat.* 42:132-136.

UMAFOR San Juanito. Base de datos de aves. Programa de Monitoreo de Biodiversidad.

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.

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

Frecuencia de medición

De 3 a 5 años

Ultimo año de medición

En años recientes no existen datos de medición de poblaciones de tecolote moteado en la Sierra Tarahumara. Las últimas mediciones se realizaron por Young *et al.* en 1998.

Alcance del Indicador

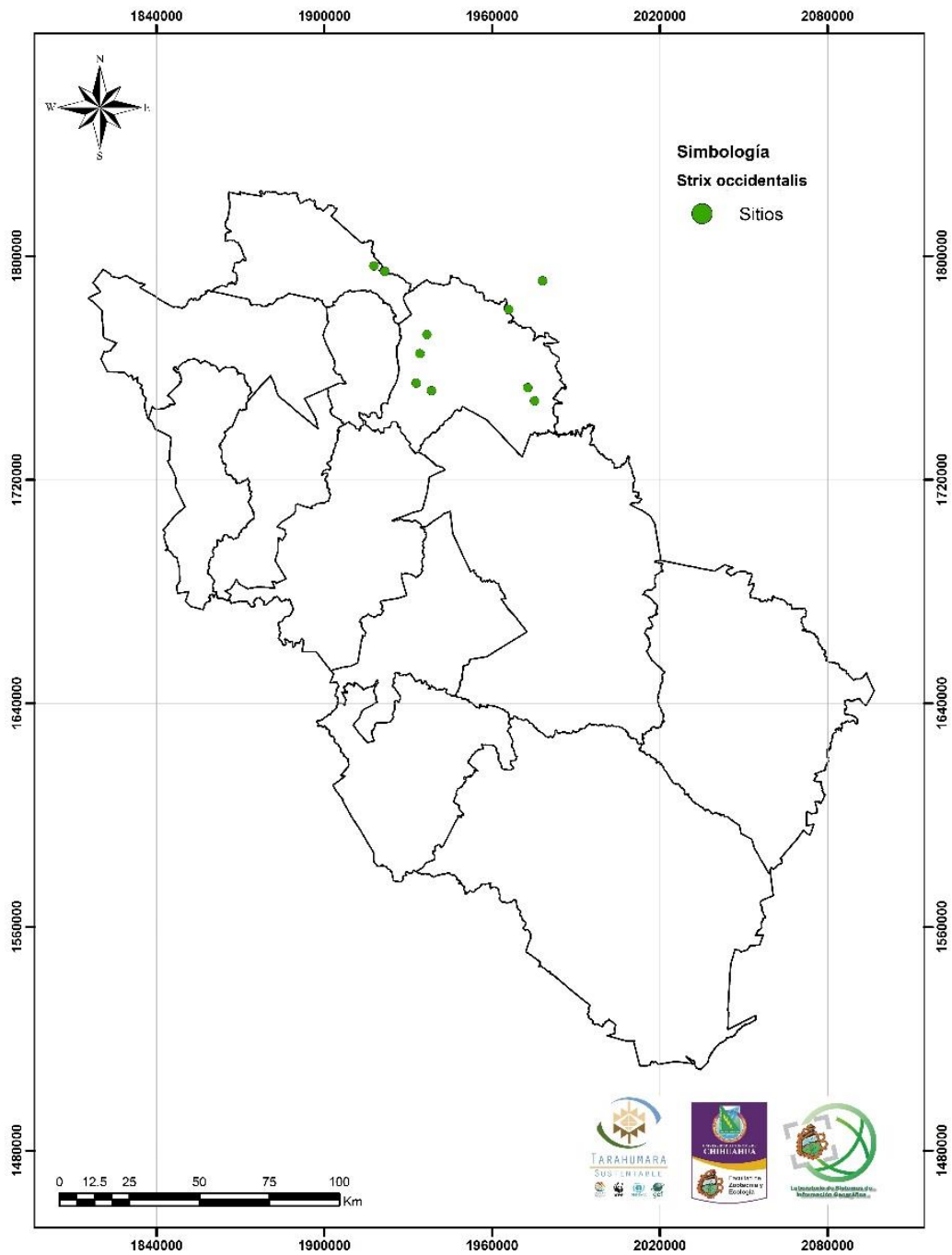
Sistema	Tipo de hábitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Linea Base del Indicador

En las últimas mediciones realizadas por Young *et al.* (1998), se estimaron densidades brutas de 0.089 tecolotes/km². Para ese año, en nueve parcelas dentro del municipio de Bocoyna se documentaron 35 tecolotes moteados: 14 parejas, 3 machos solitarios y un juvenil.

Registro de presencia de Tecolote moteado en coordenadas UTM.

Sitios	x	y
1	259677	3099740
2	228129	3083358
3	227008	3072743
4	269549	3067150
5	266994	3071845
6	230501	3090223
7	211092	3114558
8	214966	3112681
9	271646	3110244



Sitios con registro de presencia de *Strix occidentalis* (Tocolote moteado) en la región norte del área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 7

SALAMANDRA

Ambystoma rosaceum



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Su distribución responde a cambios de calidad de hábitat y patrones de variabilidad climática, razones por las cuales es considerada como una especie indicadora.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

La salamandra es una especie endémica de México y esta sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La IUCN la cataloga de preocupación menor. La especie se encuentra en la parte norte de la Sierra Occidental en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango y Zacatecas. Entre las posibles amenazas para esta especie están el cambio de hábitat, agricultura, ganadería y depredadores nativos e introducidos (<http://amphibiaweb.org> 13/04/2016). Su importancia como especie indicadora radica en su respuesta rápida al cambio ambiental regional, principalmente cambio climático.

Metodología para la Obtención del Indicador

Además de los registros existentes se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales y relacionar la calidad de hábitat con la presencia de la especie. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo a las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuente de Información

Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, Mexico. Universidad Autonoma de Mexico. CONABIO.

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

http://amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?where-genus=Ambystoma&where-species

Consultado 13/04/2016.

<http://portal.vertnet.org> Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de Medición

Cada dos años.

Ultimo Año de Medición

En años recientes no existen datos de medición de poblaciones de la especie en la Sierra Tarahumara. Los datos reportados en el protocolo corresponden a referencias de Vernet con registros de 1950 a 1960.

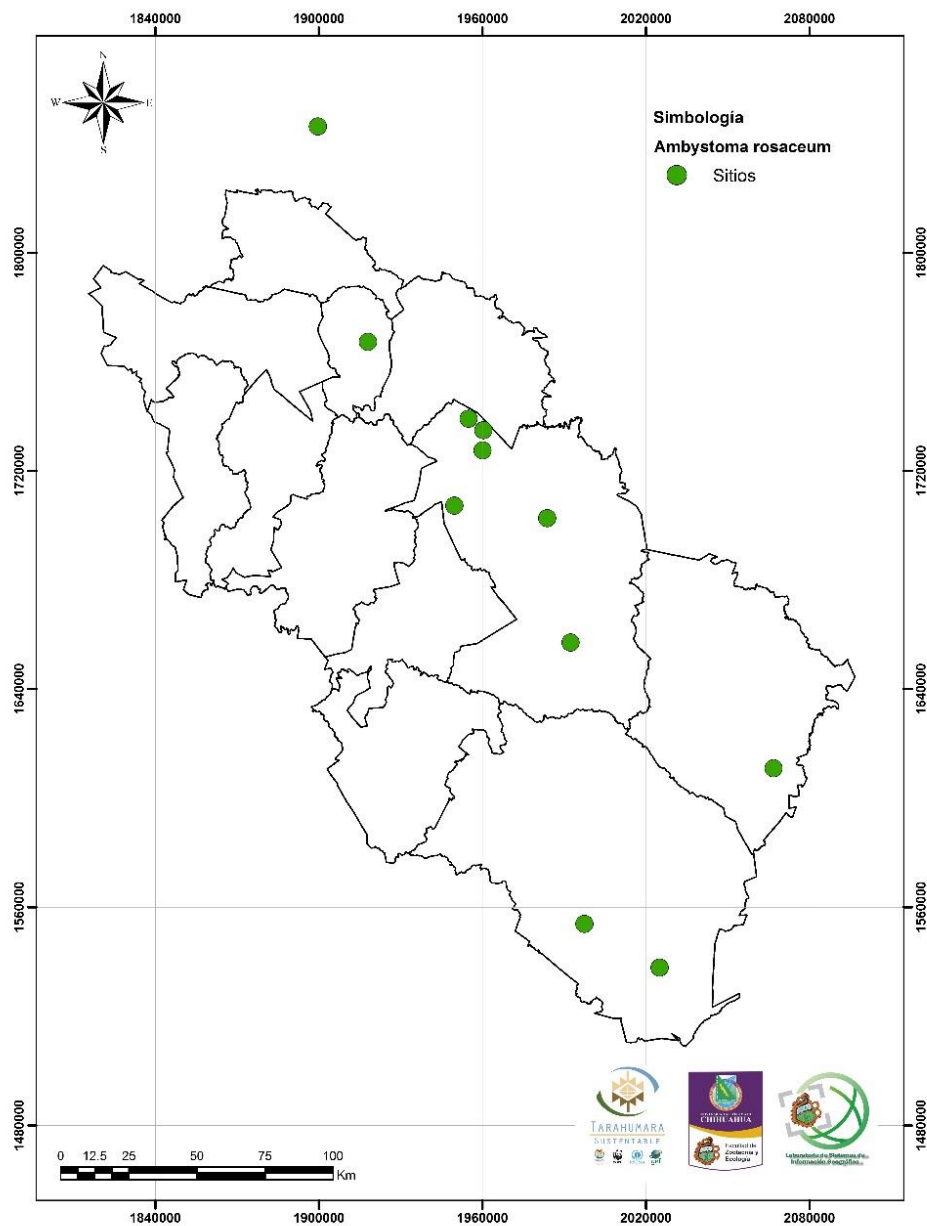
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Existe información limitada relacionada con la especie. Los unicos datos obtenidos son los consultados en referencias del portal Vernet.

Registro	Latitud	Longitud
1	28.56	-108.14
2	27.58	-107.48
3	25.95	-107.04
4	27.62	-107.54
5	26.89	-107.13
6	27.51	-107.48
7	27.30	-107.23
8	27.33	-107.58
9	26.49	-106.36
10	25.82	-106.76
11	27.86	-107.92



Sitios con registro de presencia de *Ambystoma rosaceum* (Salamandra) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 8

VIBORA DE CASCABEL

Crotalus pricei



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. El crótalo de motas gemelas o chachamuri responde a los cambios de uso del suelo y calidad y cantidad de agua.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

La vibora de cascabel es una especie endémica de México y esta bajo protección especial, según la Nom-059-SEMARNAT-2010; la IUCN la considera de preocupación menor. Esta especie se presenta en dos poblaciones aisladas, se puede considerar subespecie la de la Sierra Madre Occidental, en pendientes boscosas de las montañas y en bosques de pino-encino.

Metodología para la Obtención del Indicador

Además de los registros existentes, se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo a las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuente de Información

Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, Mexico. Universidad Autónoma de Mexico. CONABIO.

<http://portal.vertnet.org> Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de Medición

Cada 3 a 5 años

Ultimo año de medición

1999

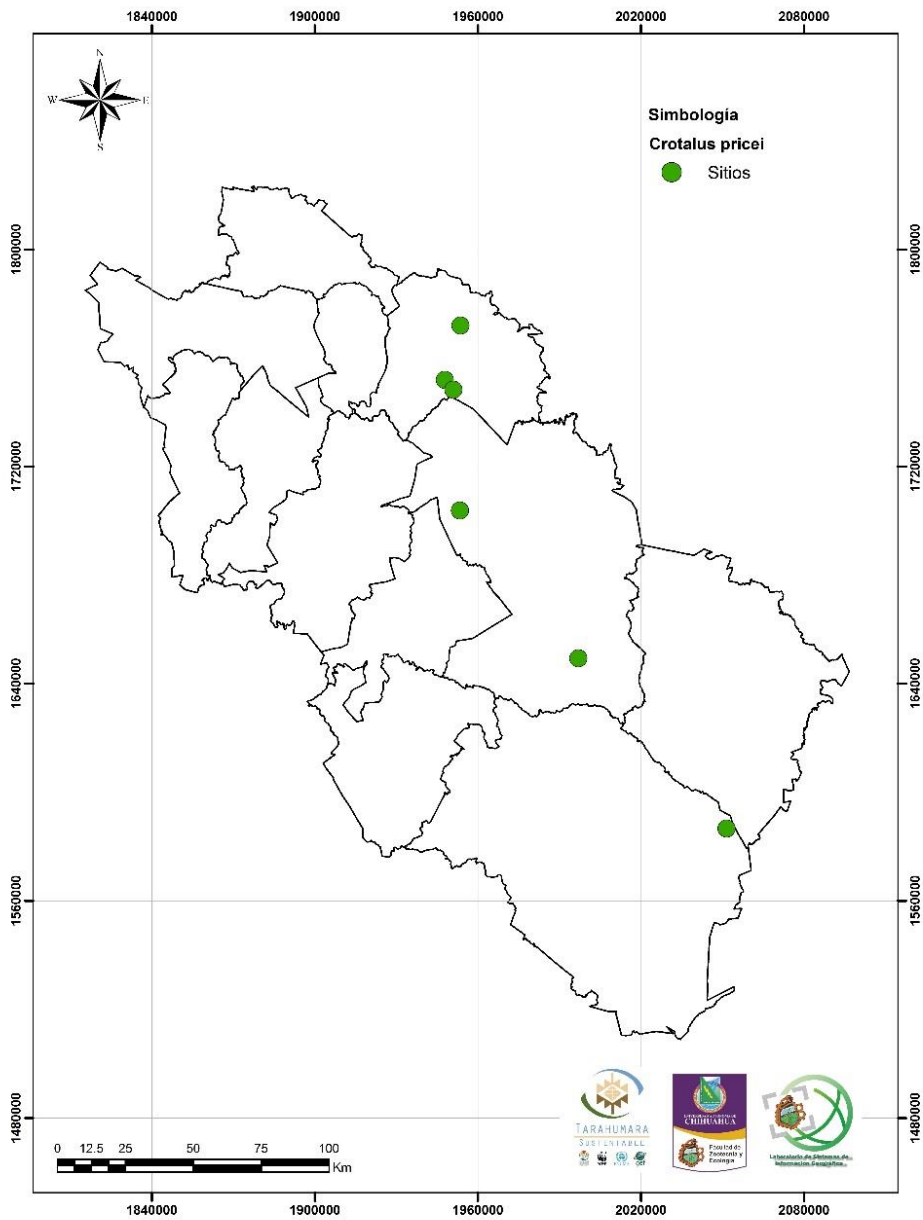
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario		x	x	x

Línea Base del Indicador

Existe información limitada relacionada con la especie. Los unicos datos de registros De presencia obtenidos son los consultados en referencias del portal VertNet.

Sitio	Latitud	Longitud
1	26.82	-107.08
2	27.73	-107.61
3	27.70	-107.58
4	27.91	-107.56
5	27.70	-107.58
6	26.27	-106.51
7	27.30	-107.54



Sitios con registro de presencia de *Crotalus pricei* (Vívora de cascabel) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Fauna 9

VÍBORA DE AGUA

Thamnophis melanogaster



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie es endémica de México y está en la NOM-059-SEMARNAT-2010 aparece con estatus de especie amenazada y la IUCN está con estatus de casi amenazada. Las poblaciones están en descenso. Su importancia como especie indicadora radica en su respuesta rápida al cambio ambiental regional, principalmente cambio climático.

Metodología para la Obtención del Indicador

Además de los registros existentes se pueden llevar a cabo muestreos para actualizar los datos poblacionales y relacionar la calidad de habitat con la presencia de la especie. Se realizan recorridos de longitud mediante transectos previamente establecidos de acuerdo a las condiciones de hábitat de la especie. También es posible utilizar cuadrantes delimitados sobre el terreno de tamaño conocido para identificar y contar a todos los individuos ahí presentes. Varios modelos de distribución se pueden aplicar a la información.

Fuente de Información

Lemos, E. J. A. y H. M. Smith. 2007. Anfibios y Reptiles del estado de Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Mexico. CONABIO.

<http://portal.vertnet.org> Consultado 13/04/2016.

Frecuencia de Medición

Cada 3 años

Último año de medición

1957

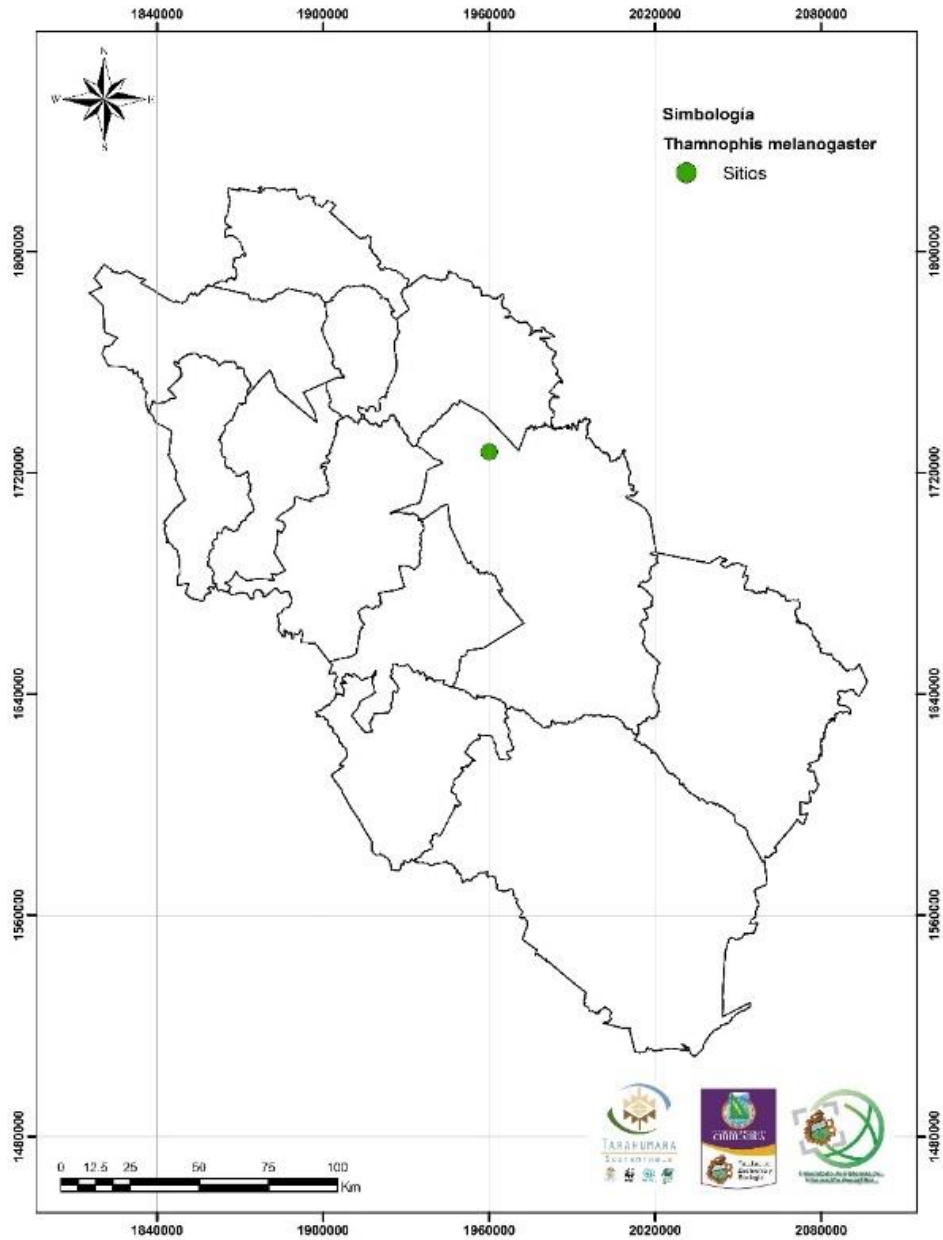
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Existe información limitada relacionada con la especie. Los únicos datos obtenidos son los sitios con coordenadas geográficas consultados en las referencias de registros del portal VertNet.

Sitio	Latitud	Longitud
1	27.51667	-107.48333



Mapa que muestra el único registro de presencia de *Thamnophis melanogaster* en la ST.

Protocolo del Indicador de Fauna 10

NUTRIA

Lontra longicaudis



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador del cambio ambiental global y regional. A pesar de su amplia distribución en México, sus poblaciones se han reducido en forma muy considerable, muy probablemente por cambios de uso de suelo y disminución en la cantidad y calidad del agua.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población. Larivière en 1999), documentó densidades de 0.81 a 2.76 individuos por km² en las poblaciones de *L. longicaudis* en habitats del noroeste de México.

Justificación

Esta especie es considerada "bandera"; se presenta en cuerpos de agua con vegetación riparia abundante (Larivière, 1999). En la NOM-059 tiene el estatus de amenazada (SEMARNAT, 2010). Son diversas las amenazas para esta especie: deforestación, contaminación y desecación de los cuerpos de agua y fragmentación del hábitat. Además, esta especie está sujeta a la cacería para uso comestible y peletería (Larivière, 1999). Estos factores han repercutido en la disminución de las poblaciones de la especie. En el área de la Sierra Tarahumara, tan solo se tiene un registro de avistamiento.

Obtención del Indicador

Actualmente, el gobierno tiene interés en la localización y monitoreo de esta especie en el estado. Los datos de su presencia y distribución pueden ser obtenidos a través de avistamientos, evidencias de su presencia, encuestas, entre otros.

Fuente de Información

Gallo, J. P. 1996. Distribution of the neotropical river otter (*Lutra longicaudis annectens* Major, 1897) in the Rio Yaqui, Sonora, Mexico. International Union for the Conservation of Nature. 13:27-31.

Gómez-Nísino, A. 2006. Ficha técnica de is. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México, D.F.

Larivière, S. 1999. Lontra longicaudis. Mammalian species. 609:1-5.

Frecuencia de Medición

Cada año.

Último Año de Medición

2006

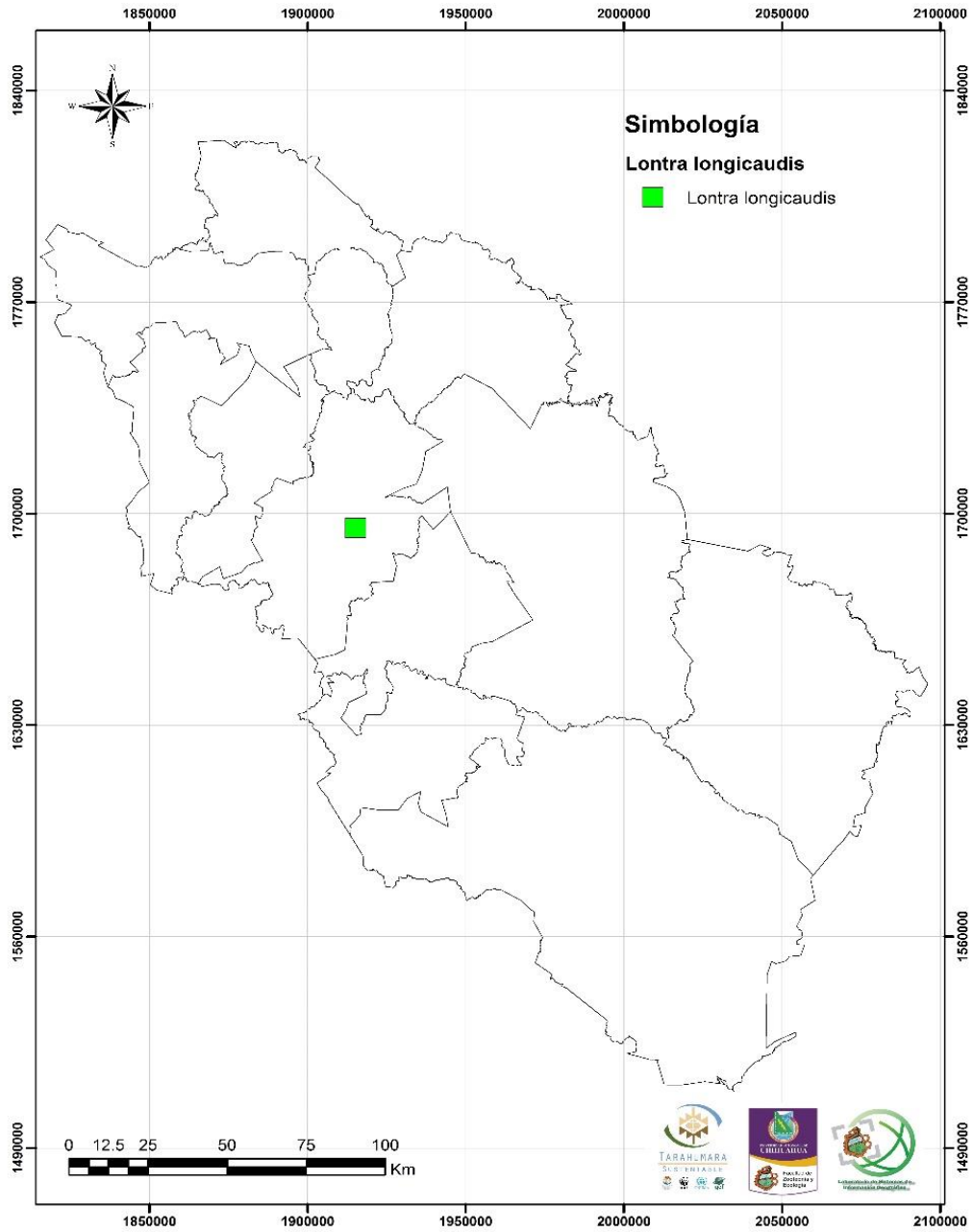
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Como línea base de ésta especie indicadora dentro del área de ST, solo se dispone de datos de reportes de CONABIO. Se reporta un sitio de presencia de la especie dentro del municipio de Urique.

Sitio	Latitud	Longitud
1	1915168.19	1695267.27



Sitio con un registro de presencia de *Lontra longicaudis* (Nutria) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Flora 11

PINABETE ESPINOSO

Picea chihuahuana



Descripción breve

La distribución actual y potencial de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. La disminución de sus poblaciones como respuesta al aprovechamiento no sustentable o clandestino y la destrucción o modificación drástica del hábitat la ubica como una especie indicadora de calidad de hábitats.

Unidad de Medición

Registro de presencia de la poblaciones en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Es considerada una especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza e igualmente está clasificada en la NOM-059-SEMARNAT del 2010 como especie en peligro de extinción. Es un relicto endémico total o casi totalmente confinado a un área natural. Las causas de su estatus actual son: poblaciones geográficamente aisladas, reproducción irregular debido a la distribución heterogénea de edades en la población, escasa regeneración natural, tala ilegal para aprovechar su madera o complementar cargas de celulosa, cortes en forma clandestina de las puntas de árboles, o de árboles juveniles completos para utilizarlos como árbol de navidad. Las características del estado de salud de los hábitats en que se encuentra, la clasifican como una especie indicadora de calidad de hábitats.

Metodología para la Obtención del Indicador

Registros de presencia documentados y georeferenciados en reportes, otras fuentes de literatura y datos obtenidos en campo. Para determinar densidad del arbolado en poblaciones grandes ya documentadas o identificadas en campo, se utilizan parcelas

de dimensión fija de 1000 m². En poblaciones pequeñas, se realiza un conteo del arbolado para determinar la población y densidad. Los registros de las poblaciones se pueden relacionar con variable climáticas, topográficas de vegetación y suelo para producir mapas de distribución actual y potencial. Las bases de datos de estas variables continuas y categóricas se procesan con el programa de máxima entropía MAXENT.

Fuente de Información

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.

Ledig, F. T., M. Mápula-Larreta, B. Bermejo-Velázquez, C. Flores-López, V. Reyes-Hernández y M. A. Capó-Arteaga. 2000. Locations of endangered spruce populations in México and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47:71–88.

Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua. 2008.

Red Internacional de bosques Modelo (RIBM). 2010. Acerca de los Bosques Modelo.

Disponible en el sitio web: <http://www.imfn.net/?q=node/43>.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 88p.

Frecuencia de medición

Cada 3 a 5 años.

Ultimo año de medición

Base de datos del 2000 (Ledig *et al.*, 2000), desarrollo de mapas de distribución actual y potencial 2015 (Aguilar *et al.*, 2015).

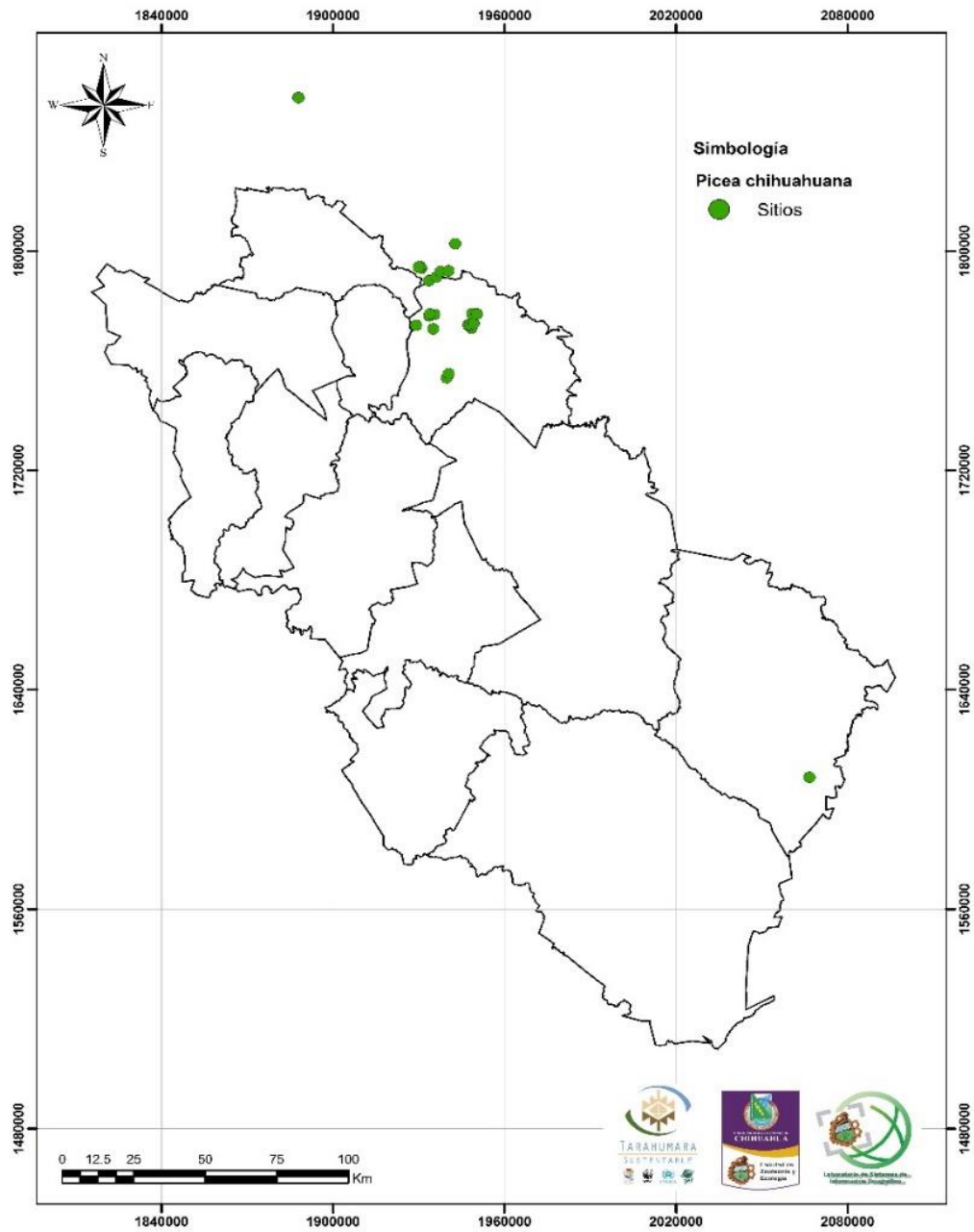
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

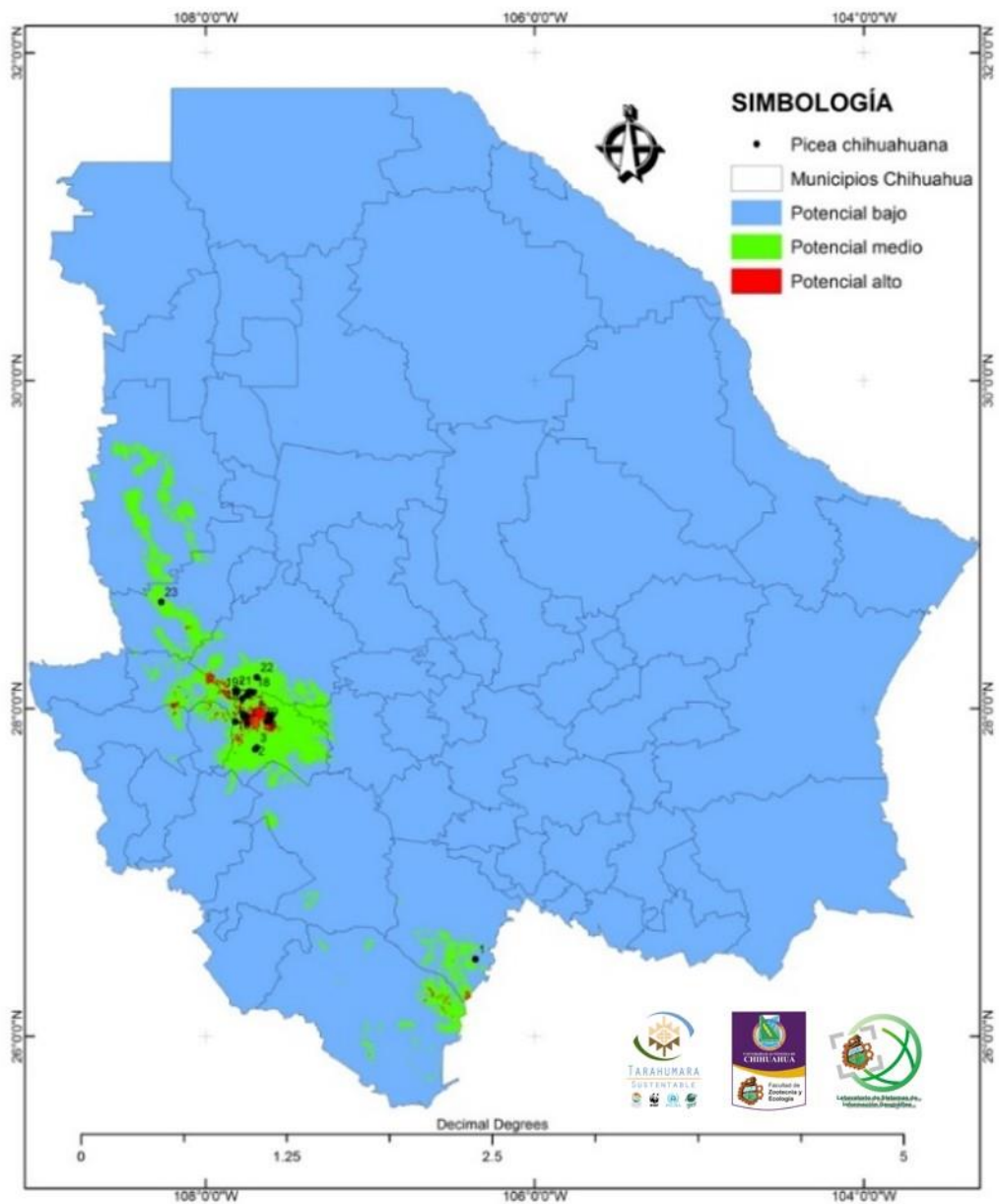
Linea Base del Indicador

Cuadro 1. Poblaciones *Picea chihuahuana* localizados en el estado de Chihuahua.

Sitio	Poblaciones	Long	Lat	Exp	Elev (msnm)	Temp (°C)	Prec (mm)	Dist Ríos (m)	Pen (%)	No. Arb
1	Arroyo la Quebrada	-106.36	26.47	NW	2669	9.08	864	30.8	74	1240
2	Rio Vinihuachi	-107.70	27.75	NE	2239	12.07	657	44.9	14	3364
3	EL Pinabetal	-107.69	27.76	N	2277	11.82	675	36.1	57	722
4	Las Trojas	-107.75	27.91	N	2428	10.74	748	176.3	45	1654
5	Napahuichi II	-107.62	27.96	E	2412	10.85	740	157	5	359
6	Talayotes	-107.82	27.92	N	2383	11.05	726	109.3	48	590
7	La "Y"	-107.63	27.92	NW	2437	10.68	752	164.3	38	21
8	Situarichi	-107.63	27.92	N	2377	11.09	723	198.8	76	675
9	Las Águilas	-107.62	27.92	Z	2340	11.35	705	11.36	0	716
10	El Realito	-107.61	27.93	NW	2364	11.18	717	170.1	59	797
11	El Cuervo	-107.77	27.95	NW	2423	10.78	745	98.3	58	236
12	El Ranchito	-107.75	27.95	NE	2406	10.89	737	125.1	39	379
13	La Tinaja	-107.77	27.96	E	2375	11.11	722	60.1	43	136
14	Cerro de la Cruz	-107.60	27.96	N	2420	10.8	744	319.9	49	25
15	Arroyo Ancho	-107.78	28.06	NW	2274	11.84	674	119.5	48	135
16	Llano Grande	-107.75	28.08	S	2294	11.71	683	91.7	27	887
17	Las Lajas	-107.74	28.10	N	2301	11.67	687	180.9	37	26
18	La Lusiana	-107.71	28.10	E	2363	11.27	716	241.9	16	182
19	Mategoina I	-107.81	28.10	NE	2266	11.85	670	154.8	58	153
20	Mategoina II	-107.81	28.11	N	2246	12.02	660	64.9	75	612
21	Mategoina III	-107.82	28.11	N	2325	11.52	698	270.1	82	272
22	Arroyo de las Ranas	-107.69	28.19	S	2590	9.62	826	233.3	14	242
23	Arroyo de Chachamori	-108.27	28.65	N	2489	10.47	777	21.2	13	170



Sitios con registro de presencia de *Picea chihuahuana* (Pinabete espinoso) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.



Mapa de distribución potencial *Picea chihuahuana* (Pinabete espinoso) en el estado de Chihuahua, generado a partir de los sitios de presencia.

Protocolo del Indicador de Flora 12

PINABETE

Pseudotsuga menziesii var. *glauca*



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Los requerimientos específicos de hábitat de cañadas hacen a esta especie susceptible a cambios de uso de suelo, incendios y cambio climático, entre otros factores.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población. También se contabilizan los arbolados menores a 10 cm de diámetro para el análisis de regeneración.

Justificación

Esta especie tiene características ambientales similares a los bosques de abeto (del género *Abies*), con condiciones ambientales muy particulares, como son suficiente humedad, presencia de arroyos permanentes y buena calidad de suelo. Las especies presentes han sido aprovechadas por la calidad de su madera por lo que su distribución es reducida, con algunos manchones en la Sierra Madre Occidental (Reyes *et al.*, 2005). Las áreas de *P. menziesii* al igual que las de *Cupressus* y *Abies* son indicadoras de diversidad biológica que incluye especies vegetales y de fauna silvestre. En este último se incluyen el búho moteado mexicano *Strix occidentalis lucida* y el venado *Odocoileus virginianus couesii*.

Las poblaciones de *Pseudotsuga* se han reducido en las últimas décadas por el creciente uso de recursos naturales y por la variabilidad climática de años recientes. Dadas las condiciones de aislamiento y fragmentación que presentan los rodales,

legalmente se incluyó como especie amenazada desde 1994. En la última revisión de la NOM-059 (SEMARNAT-2010), el pinabete *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* está incluido en la categoría de protección especial (Pr).

Metodología para la Obtención del Indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados en campo sustentados en los estudios regionales de las Unidades de Manejo Forestal y en los Programas de Manejo Forestal. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomiendan utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada.

Fuente de Información

Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009. Disponible en el sitio web:

<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Inventario-Nacional-Forestal-y-de-Suelos>

Consultado Abril 2016.

Reyes, V., Vargas, J., López y H. Vaquera. 2005. Variación morfológica y anatómica en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga* (Pinaceae). Acta Botánica Mexicana enero 2005 No. 70: 47-67. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México.

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

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 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, 15 de diciembre de 2010.

Frecuencia de Medición

Cada 5 a 10 años

Último año de Medición

Los últimos datos de medición son proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A. C. en 2016.

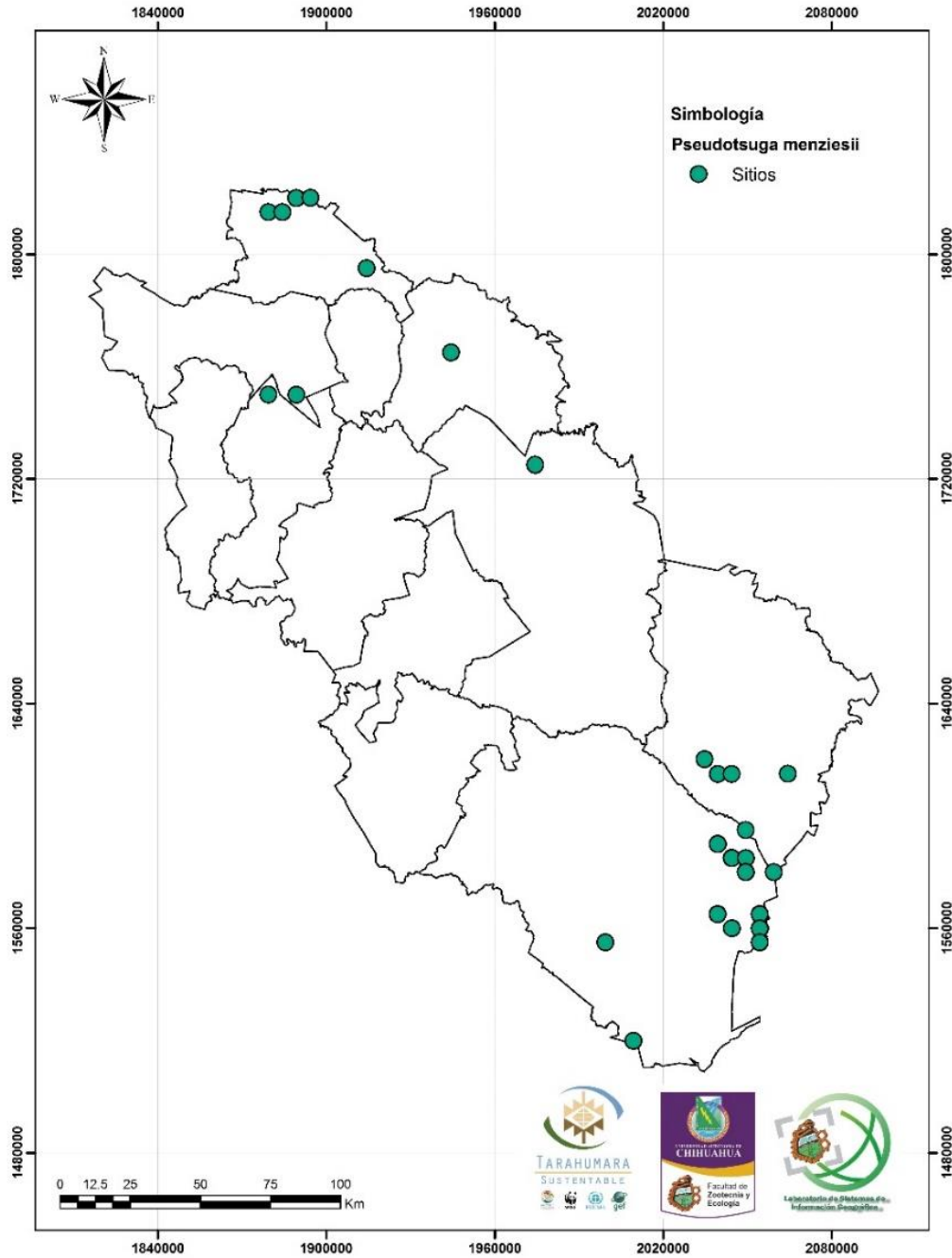
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Se cuenta con los registros de presencia de la especie obtenidos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009. Los sitios están agrupados en conglomerados. Sólo se muestran como línea base los sitios en los que se reporta la presencia de la especie. El cuadro anexo ejemplifica los datos proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A. C. en el 2016. El resto de los registros obtenidos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004-2009, están integrados en el SMDI-ST.

Sitio	Zona UTM	Longitud	Latitud
1	12N	765903	3131425
2	12N	765977	3131380
3	12N	765933	3131371
4	12N	765970	3131332
5	12N	766112	3131424
6	12N	766064	3131425
7	12N	765627	3131525
8	12N	766778	3131167
9	12N	766788	3131281
10	12N	766709	3131333
11	12N	766612	3131377
12	13N	225811	3101527
13	13N	224811	3102150



Sitios con registro de presencia de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Pinabete) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable, de acuerdo con la base de datos de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito, A. C. 2016.

Protocolo del Indicador de Flora 13

TÁSCATE SABINO

Cupressus lusitanica



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Esta especie puede ser indicadora de calidad del hábitat.

Unidad de Medición

Registro de presencia de la poblaciones en coordenadas geográficas. Se estima la superficie en ha y se contabiliza el número de árboles de cada población para clasificarse en alta, media y baja densidad de población.

Justificación

El táscate sabino se presenta en ecosistemas de clima templado y frío; contribuye a la retención de suelos, control de la erosión, protección de mantos freáticos, hábitat para fauna silvestre y valor estético (Bendímez-Salinas, 2007). El arbolado no es abundante y los espacios que ocupa son microhábitats con buena biodiversidad y buena calidad de sitio, aspectos de importancia para la conservación de esta especie y los hábitats que ocupa. En estas condiciones la fauna silvestre encuentra condiciones favorables para desarrollarse, habitar y ser parte de ecosistemas funcionales y sustentables. Esta especie junto con otras como *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* y *Picea chihuahuana* forman parte de un hábitat propicio para otras especies de fauna con estatus como el búho moteado, entre otros (Young *et al.*, 1998). Estas son algunas razones que llevaron a considerar a esta *Cupresaceae* como especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, quedando incluida en la categoría de protección especial (Pr). Es por ello que de forma legal deben de ser respetados los individuos pertenecientes a esta especie.

Metodología para la Obtención del Indicador

Con base en registros documentados y puntos georeferenciados en campo sustentados en los estudios regionales de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR) y en los Programas de Manejo Forestal. Al igual que las poblaciones de pinabete, para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomiendan utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada.

Fuente de Información

- 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. 63 P.
- Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Flora (Atlas Cultural de México). SEP. INAH. Edit. Planeta. Instituto de Ecología. A.C. San Mateo Tecoloapan, Edo. de México, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 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, 15 de diciembre de 2010.
- 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.
- 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.

Frecuencia de Medición

Cada 5 años

Último año de Medición

Los últimos datos de medición son proporcionados por el Inventario Nacional Forestal 2005.

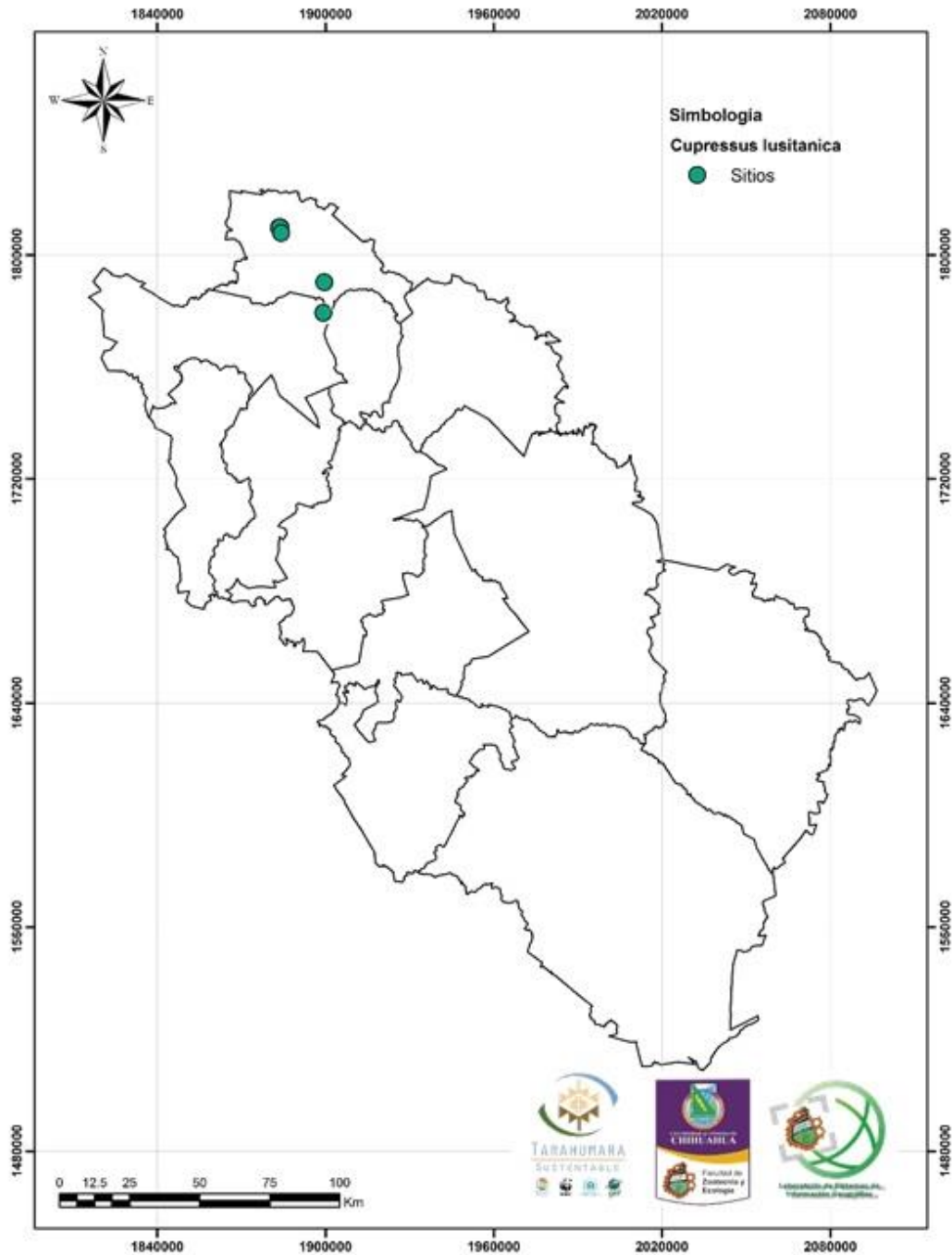
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Se cuenta con los registros de presencia de la especie obtenidos del Inventario Nacional Forestal. Sólo se muestran como línea base los sitios en los que se reporta la presencia de la especie, los cuales están dispuestos en conglomerados de puntos de muestreo.

Sitio	Longitud	Latitud
1	765255	3131677
2	765195	3131710
3	765147	3131755
4	765041	3132343
5	765058	3132299
6	765208	3132399
7	765173	3132316



Distribución actual de *Cupressus lusitánica* (Tascate sabino) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable, de acuerdo con la base de datos del Inventario Nacional Forestal, CONAFOR 2005.

Protocolo del Indicador de Flora 14

PINO CHIHUAHUA

Pinus engelmannii



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Si bien es una especie abundante, debido al aprovechamiento selectivo e intenso de su madera, puede ser indicadora de tasas de extracción con impactos de degradación.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

El *P. engelmannii* es una de las especies utilizadas con fines maderables. Esta especie puede ser utilizada como indicador ya que esta ampliamente distribuida, llega a formar poblaciones casi puras y es fácilmente reconocida por técnicos forestales. También, su actual distribución va de los 1,524 a 2,750 m por lo que su movimiento a mayores elevaciones puede ser utilizada como indicadora de respuesta del ecosistema ante cambio climático. La importancia económica de este pino lo coloca dentro de programas federales para su conservación, selección y mejoramiento genético. La eliminación de árboles de esta especie puede reducir la calidad del hábitat para el búho moteado, especie con estatus.

Metodología para la Obtención del Indicador

Su importancia económica es fácilmente reconocida e inventariada. Su presencia está registrada en los inventarios nacionales forestales, inventarios de UMAFORs como parte de sus programas y en bases de datos del INIFAP como parte del programa de

mejoramiento de esta especie. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomiendan utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha; en la primera se miden los árboles mayores de 50 cm de diámetro normal, en la segunda los individuos con DN entre 10 cm y 50 cm. En la parcela de 0.005 ha se incluyen ejemplares cuyo diámetro es menor a 10 cm y altura total superior a 1.30 m, los cuales se consideran como regeneración avanzada. Estos registros se pueden utilizar con el programa MAXENT para desarrollar mapas de distribución actual y potencial.

Fuente de Información

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.

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

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.

Frecuencia de Medición

Cada 1 a 5 años

Último año de Medición

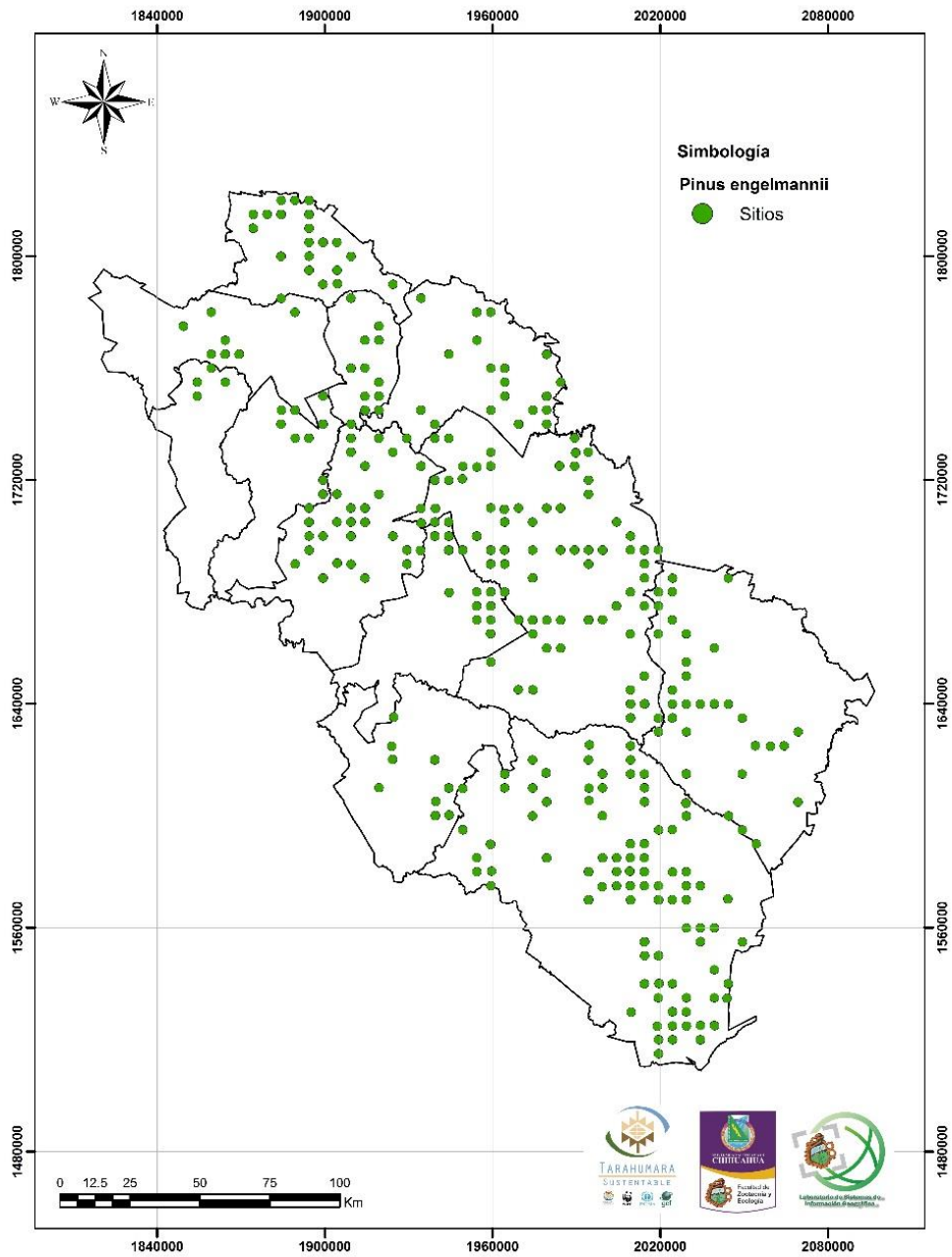
Los últimos datos de medición son los generados por la actualización del Inventario Forestal Nacional del año 2005.

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Base de datos del Inventario Nacional Forestal, CONAFOR 2005.



Sitios con registro de presencia de *Pinus engelmannii* (Pino chihuahua) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable, de acuerdo con la base de datos del Inventario Nacional Forestal, CONAFOR 2005.

Protocolo del Indicador de Flora 15

ABETO

Abies concolor



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja probabilidad de ocurrencia.

Justificación

Es una especie con protección especial (NOM-059-SEMARNAT-20010). A pesar de su amplia distribución, las poblaciones no son abundantes y presentan amenazas debido a fuego y tala. Además, su habitat es muy específico ya que requiere condiciones de humedad en aire y suelo combinado con bajas temperaturas. Por otra parte, la producción de conos puede variar de 2 a 9 años debido a condiciones climáticas. Para la colecta de datos de campo se emplea un sistema de muestreo sistemático con modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de las áreas y algunas limitaciones impuestas por el tamaño de los rodales; las unidades de muestreo que se recomiendan utilizar son tres parcelas circulares anidadas de 0.1, 0.05 y 0.005 ha.

Obtención del Indicador

Registros de herbarios y reportes de UMAFOR

Fuente de Información

Delgadillo, R. J. y Camacho Canett, L. C. 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.

Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W037. México, D.F.

Laacke, R. 2004. Abies concolor; white fir. www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/Volume_1/abies/concolor.htm.

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.

Frecuencia de Medición

Cada 5 años.

Último año de medición

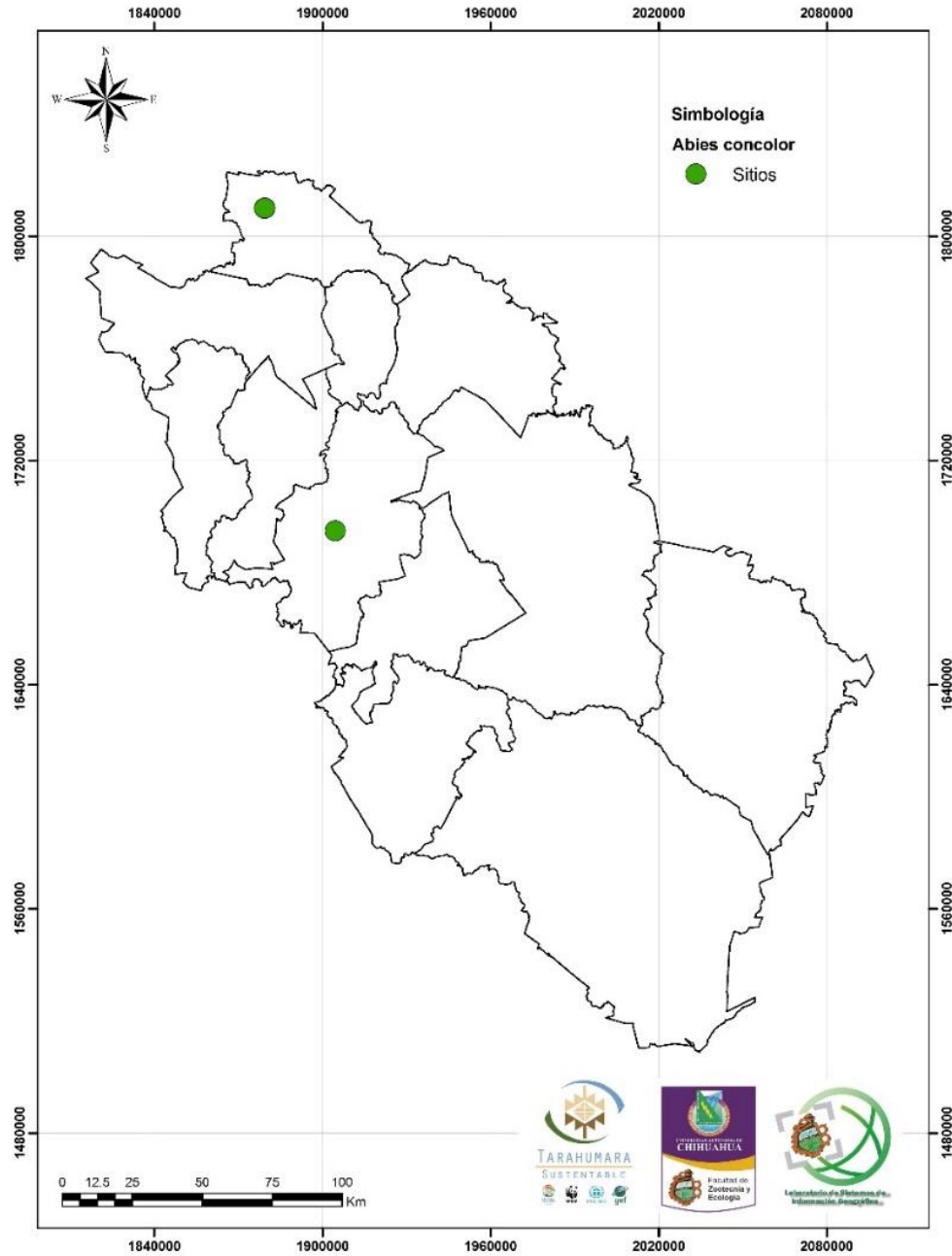
2016

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x		x	x

Línea Base del Indicador

Es posible que el umbral de la distribución de A. concolor se limita hacia la parte noroeste de la ST, principalmente en el municipio de Ocampo. El registro de ocurrencia se limita a los datos proporcionados por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito, A. C.



Sitios con registro de presencia de *Abies concolor* (Abeto) en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador de Flora 16

LAUREL

Litsea glaucescens



Descripción breve

La distribución actual de esta especie es un indicador de la dinámica de la población. Distribución espacial actual y de sitios potenciales.

Unidad de Medición

Registro de presencia en coordenadas geográficas. Se calcula en superficie (hectáreas) con alta, media y baja densidad de población.

Justificación

Esta especie está en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT 2010. Es un árbol importante desde el punto de vista comestible y decorativo que puede alcanzar entre 3 a 12 m de altura. A pesar de que tiene una amplia distribución en México, esta especie es sobre explotada. Por su amplia distribución puede presentarse en diferentes tipos de habitats. Sin embargo, en Chihuahua se presenta preferentemente en lugares húmedos. Las amenazas para esta especie es la destrucción del habitat con fines agropecuarios y la falta de regulación en el aprovechamiento de este árbol.

Metodología para la Obtención del Indicador

Registros de herbarios y reportes de las diferentes UMAFOR's

Fuente de Información

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.

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.

Frecuencia de Medición

Cada 5 años.

Último año de medición

No existen datos.

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

No existe línea base

ANEXO 8.2

INDICADORES FORESTALES

Fichas de Indicadores Forestales

Indicador 1. Plagas y enfermedades del bosque

**Indicador 2. Superficie de tierras agrícolas
temporales y permanentes**

Indicador 3. Certificación de manejo forestal sostenible

Indicador 4. Incendios forestales

Indicador 5. Aserraderos

**Indicador 6. Proporción de superficie de bosque productivo bajo
manejo**

**Indicador 7. Cosecha de productos de madera en volumen y como
porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido
(Incremento Medio Anual)**

Protocolo del Indicador Forestal 1

PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL BOSQUE

Descripción breve

Porcentaje de árboles en los bosques de coníferas y otras tierras arboladas que pueden ser clasificadas como daños moderados, graves ó totales.

Unidad de Medición

Hectáreas de áreas siniestradas

Relevancia del Indicador

El conocimiento de la magnitud de los daños por plagas y enfermedades es un indicador del estado de salud de los bosques lo cual es un parametro esencial en los procesos de gestión forestal para detener la pérdida de biodiversidad y el valor de los servicios ecosistémicos.

Justificación

Los insectos descortezadores del género *Dendroctonus* (*Dendroctonus mexicanus* Hopkins, *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins) e *Ips lecontei* Swaine, son plagas importantes que afectan varias especies de coníferas. Anualmente en México mueren miles de árboles por ataques de estos insectos, ocasionando pérdidas económicas y ecológicas en gran magnitud. Las infestaciones por descortezadores afectan áreas de producción comercial maderable, así como también áreas donde están localizados arboles de alto valor, como arboles semilleros, de recreación o de protección. La variabilidad climática combinada con las sequías recurrentes, la deforestación y la degradación de los suelos, son factores que incrementan la presencia e impactos de estos patógenos forestales. Por ello se requiere de políticas y gestión sostenible orientada a difundir y aplicar las mejores prácticas de manejo forestal, que controlan los patógenos forestales, detiene la degradación de la tierra y la pérdida de biodiversidad en los bosques y mejora el acceso al agua potable y la seguridad alimentaria.

Metodología para la Obtención del Indicador

El indicador es medido por una evaluación anual del número de árboles dañados por unidad de superficie y expresado en porciento. Para la determinación de la fluctuación

poblacional de *Dendroctonus*, se contabiliza el número de insectos capturados por trampas y por fechas de colecta, posteriormente se elaboraron graficas de fluctuación, tanto del número total de individuos del descortezador de manera mensual y anual. Se relacionan los datos de las poblaciones con datos climáticos, principalmente temperatura máximas y períodos de sequía para verificar la relación de estas variables. También se utilizan datos históricos para identificar las áreas de riesgo potencial e implementar los planes de control.

Estudios Regionales de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORES).

Fuente de Información

Diario Oficial de la Federación. México. 23 de julio de 2008. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana 34 NOM-019-SEMARNAT 2006, Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores.

Salinas-Moreno, Y., Vargas M. C. F., Zúñiga, G., Víctor, J., Ager, A. y Hayes, J. L. 2010. Atlas de Distribución Geográfica de los Descortezadores del Género *Dendroctonus* (*Curculionidae: Scolytinae*) en México. Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional Forestal. México, 90 p. 38.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Sanidad Forestal. Marzo 2012, disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/mce_index.html. Consultado el 24 de agosto de 2015.

Frecuencia de medición

Anual

Último año de medición

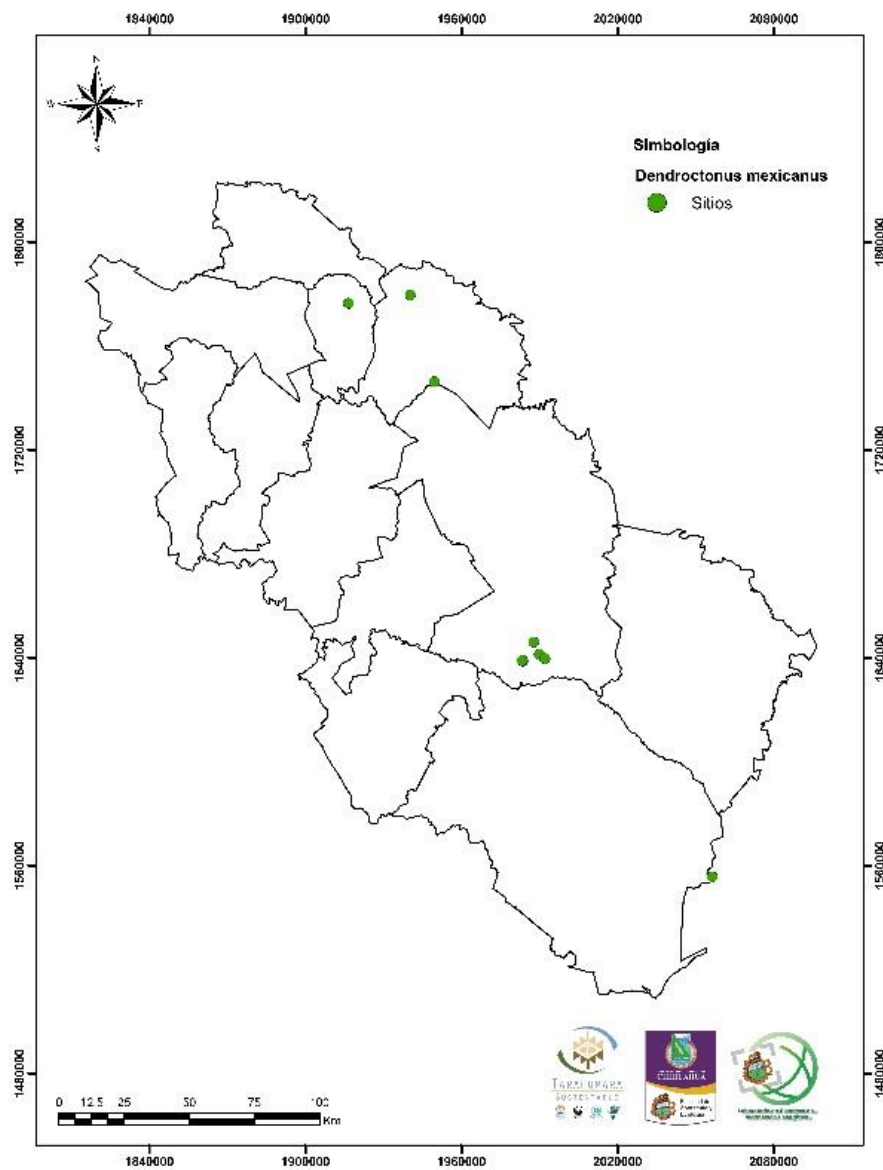
2015

Alcance del Indicador

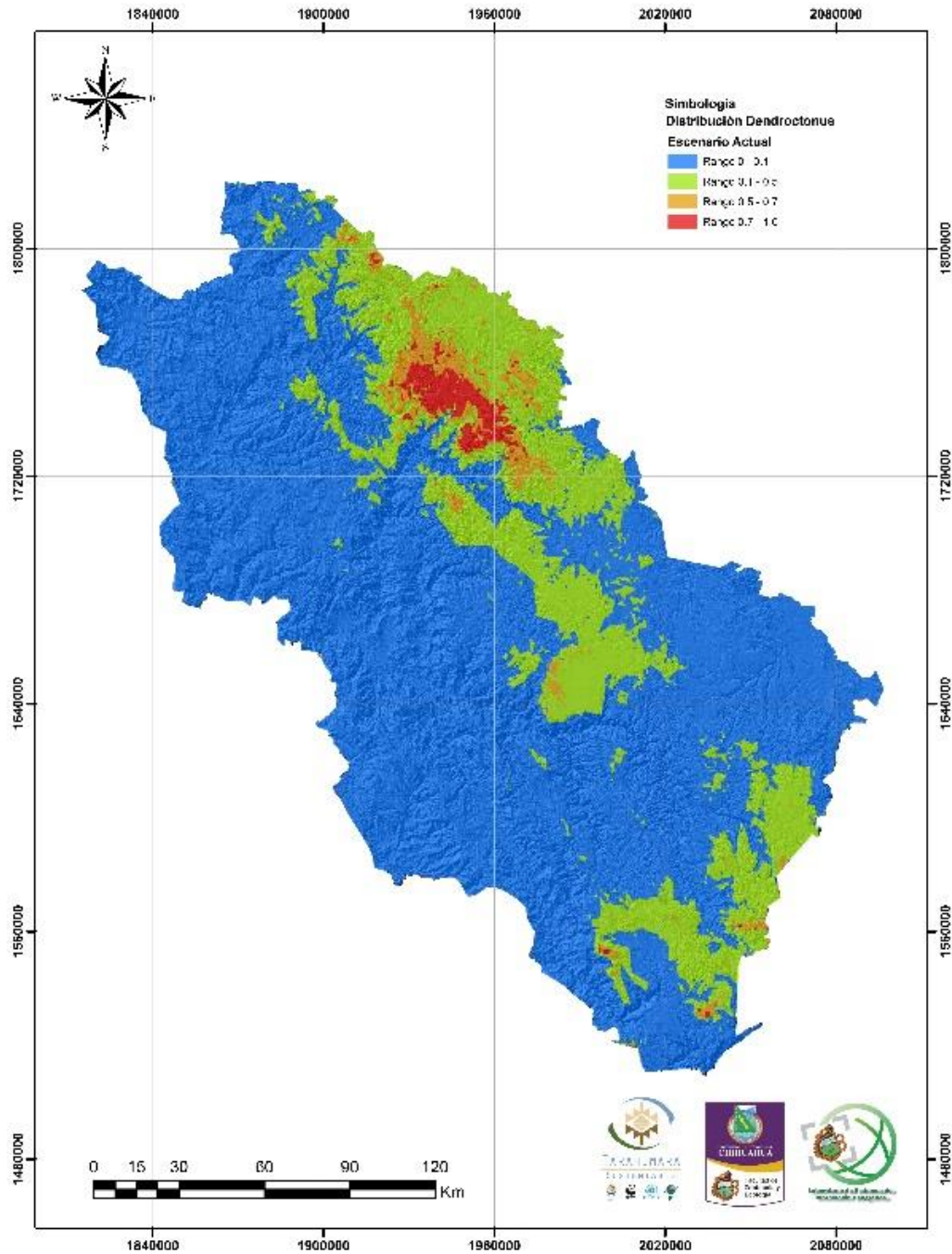
Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Se cuenta con el registro de 18 puntos de presencia de plagas proporcionadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), así como la potencialidad de dichas plagas en el área de estudio.



Localización geográfica de áreas afectadas por insectos desortezadores del género *Dendroctonus*, en particular en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.



Mapa de potencialidad de riesgo de afectación por insectos desortezadores del género Dendroctonus, en particular en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable

Protocolo del Indicador Forestal 2

SUPERFICIE DE TIERRAS AGRÍCOLAS TEMPORALES Y PERMANENTES

Nombre del Indicador

Superficie de tierras agrícolas temporales y permanentes

Descripción breve

Se considera a las tierras arables para cultivos temporales y tierras dedicadas a cultivos permanentes. La tierra de cultivos temporales se refiere a tierras para obtener granos básicos, huertos familiares y cultivos para mercado local bajo esquemas de barbecho temporal (menos de cinco años). Las tierras dedicadas a cultivos permanentes es la tierra cultivada con cultivos que ocupan la tierra durante períodos prolongados y no necesitan ser replantados después de cada cosecha.

Unidad de Medición

Hectáreas y/o porcentaje

Justificación

Las actividades económicas y el crecimiento demográfico en las regiones forestales de la Sierra Tarahumara involucran un rápido aumento en la demanda de alimentos, agua y otros servicios eco sistémico. El incremento en la densidad geodemográfica presiona a los pobladores rurales a extender los cultivos hacia nuevas áreas mediante un proceso de conversión de arbolado forestal por áreas agrícolas. Muchas de estas áreas son frágiles y con un potencial de bajo a regular para el establecimiento de cultivos.

Este indicador es de valor para apoyar la toma de decisiones en los programas de ordenamiento territorial comunitario. Muestra la cantidad de tierra ocupada y disponible para la producción de alimentos. Se relaciona con el criterio de Función del Paisaje dentro del Principio de Mantenimiento de Integridad Ecológica generada para el Ejido El Largo Maderal.

Obtención del Indicador

El indicador se basa en estimaciones puntuales derivados de los datos recogidos en los censos y encuestas agrícolas periódicos. La información está derivada por superficie en hectáreas y valor económico a escala sectorial y por municipios.

Fuente de Información

Las fuentes primarias de datos provienen de SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Recursos Pesqueros y Alimentación que continuamente publica datos de censos agropecuarios a nivel estatal y regional con preponderancia hacia la superficie y valor de los productos agrícolas.

Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del estado de Chihuahua, Programa sectorial agropecuario. Panorama y censos agropecuarios.

INEGI a través de los Censos Agrícolas y Ganaderos de la Dirección de Censos de Sectores Económicos.

Frecuencia de medición

Anual

Ultimo año de medición

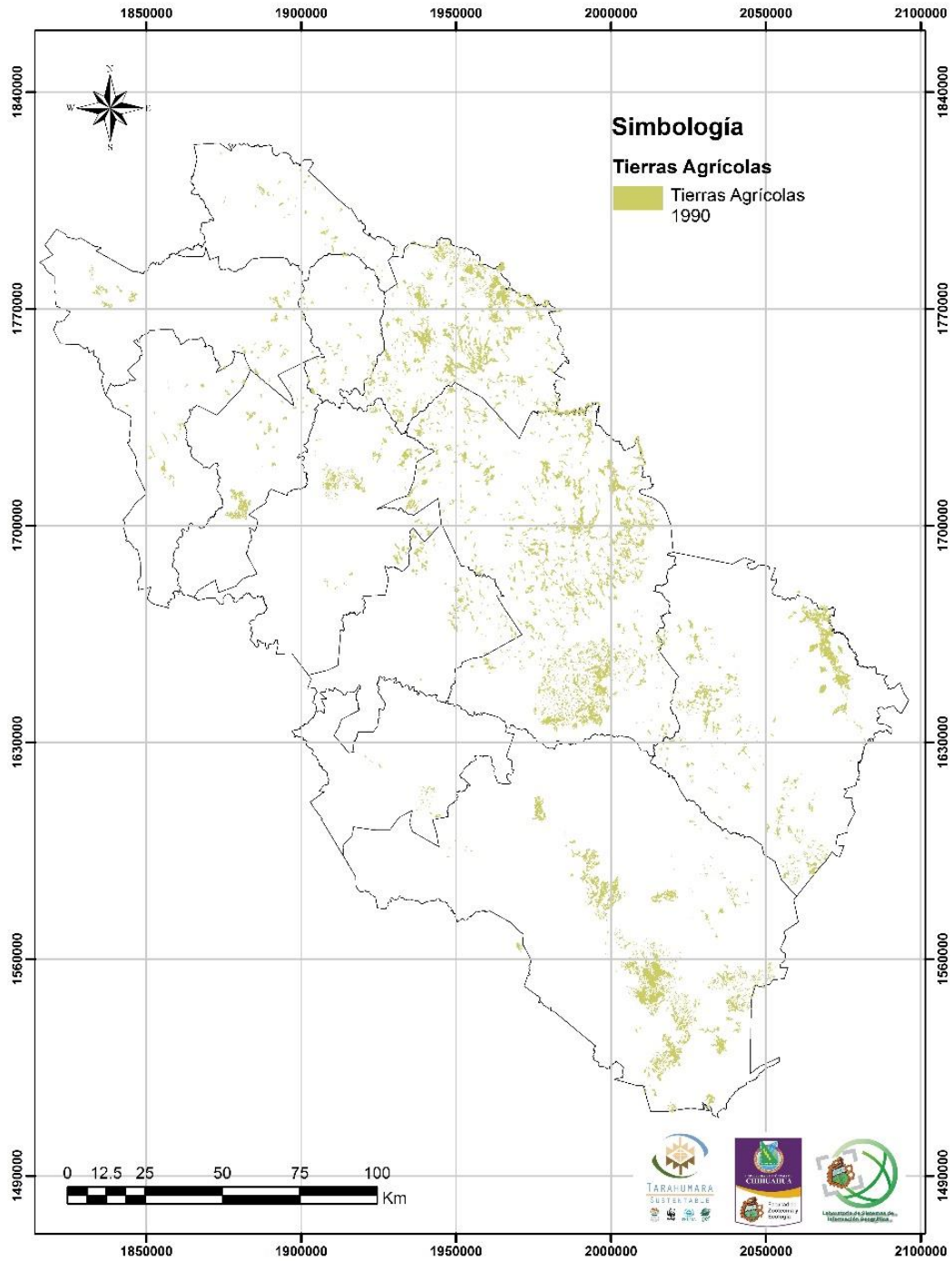
2015

Alcance del Indicador

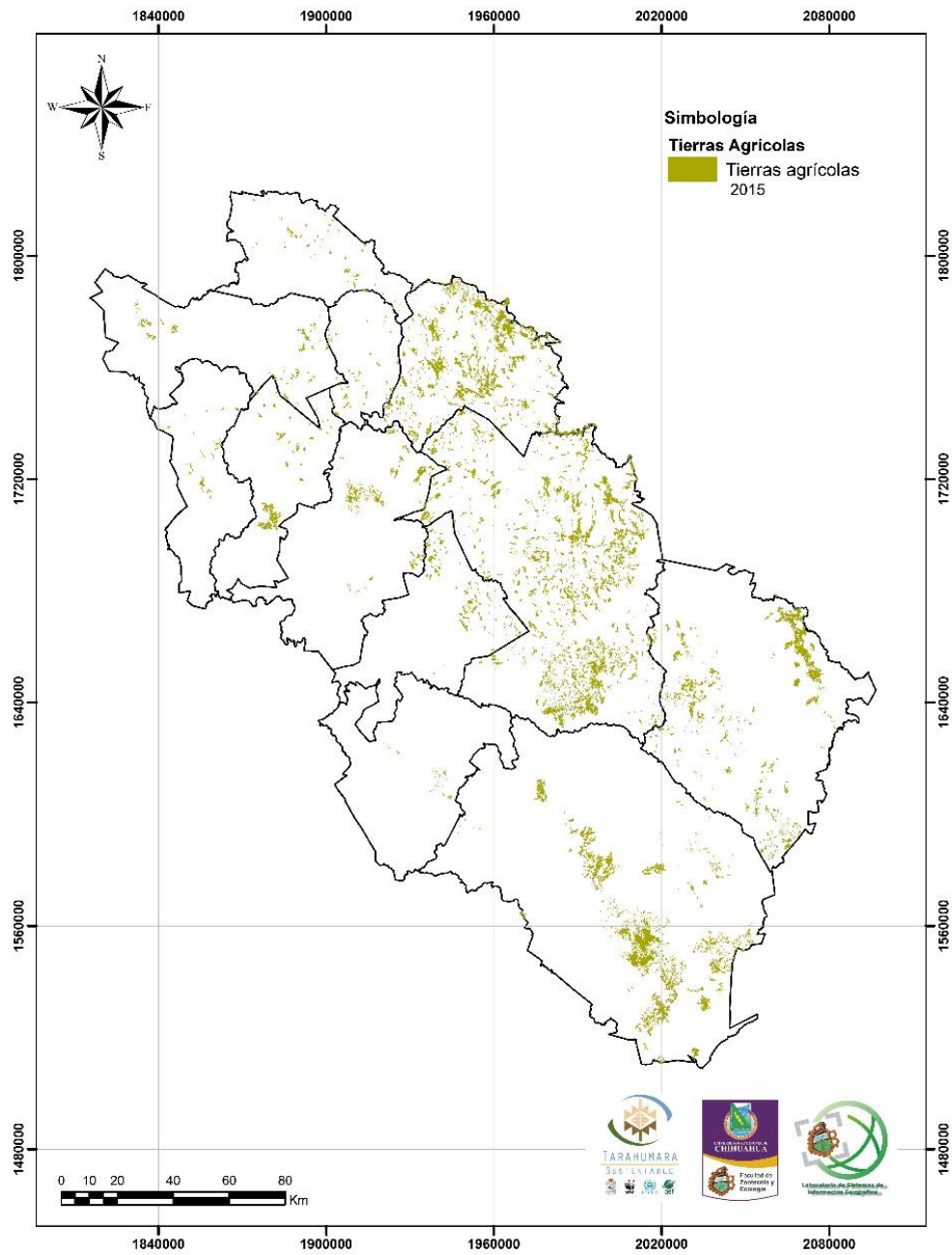
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Agrícola		x	x	

Línea base

De acuerdo con la generación del Uso de Suelo y Vegetación del área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable, se contabilizó un total de 176,860.508 hectáreas de tierras agrícolas para 1990 y 178,221.2064 hectáreas para el año 2015.



Mapa de ocupación de tierras agrícolas en 1990 en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.



Mapa de ocupación de tierras agrícolas en 2015 en el área de estudio del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del Indicador Forestal 3

CERTIFICACIONES DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

Descripción breve

Número y extensión de hectáreas de áreas de manejo de bosque certificadas por diversos estándares como el Forest Stewardship Council o Consejo de Administración Forestal (FSC), el estándar nacional mexicano para el manejo forestal sostenible NMX 143 y certificado CONAFOR de buen manejo forestal por las auditorías técnicas preventivas (ATP).

Unidad de Medición

Superficie (hectareas) y número de áreas bajo certificación de manejo.

Justificación

La certificación forestal es un mecanismo efectivo para monitorear los productos maderables y no maderables que se comercializan en los mercados nacionales e internacionales. El sello de certificación garantiza tanto a los compradores como los vendedores que los productos provienen de bosques manejados de manera sustentable de acuerdo a los estándares de la entidad certificadora.

El proceso de certificación es un proceso largo y detallado que considera aspectos técnicos de la práctica forestal, aspectos socioeconómicos y aspectos ambientales. Al considerarse esos aspectos se garantiza mejoras en el bienestar de los dueños del bosque en el corto y largo plazo, así como la conservación de los ecosistemas boscosos. Adicionalmente, el objetivo 12 del milenio está relacionado con el consumo responsable y la producción, lo que implica que las certificaciones de los productos tendrán relevancia en los próximos 10 años; por lo tanto, será necesario tener bases de datos actualizadas que sirvan como indicador de cumplimiento de los objetivos.

Obtención del Indicador

Consulta directa en las oficinas de CONAFOR Chihuahua junto con verificación de las bases de datos de la página web.

Fuente de Información

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Frecuencia de medición

Anual

Ultimo año de medición

2016

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

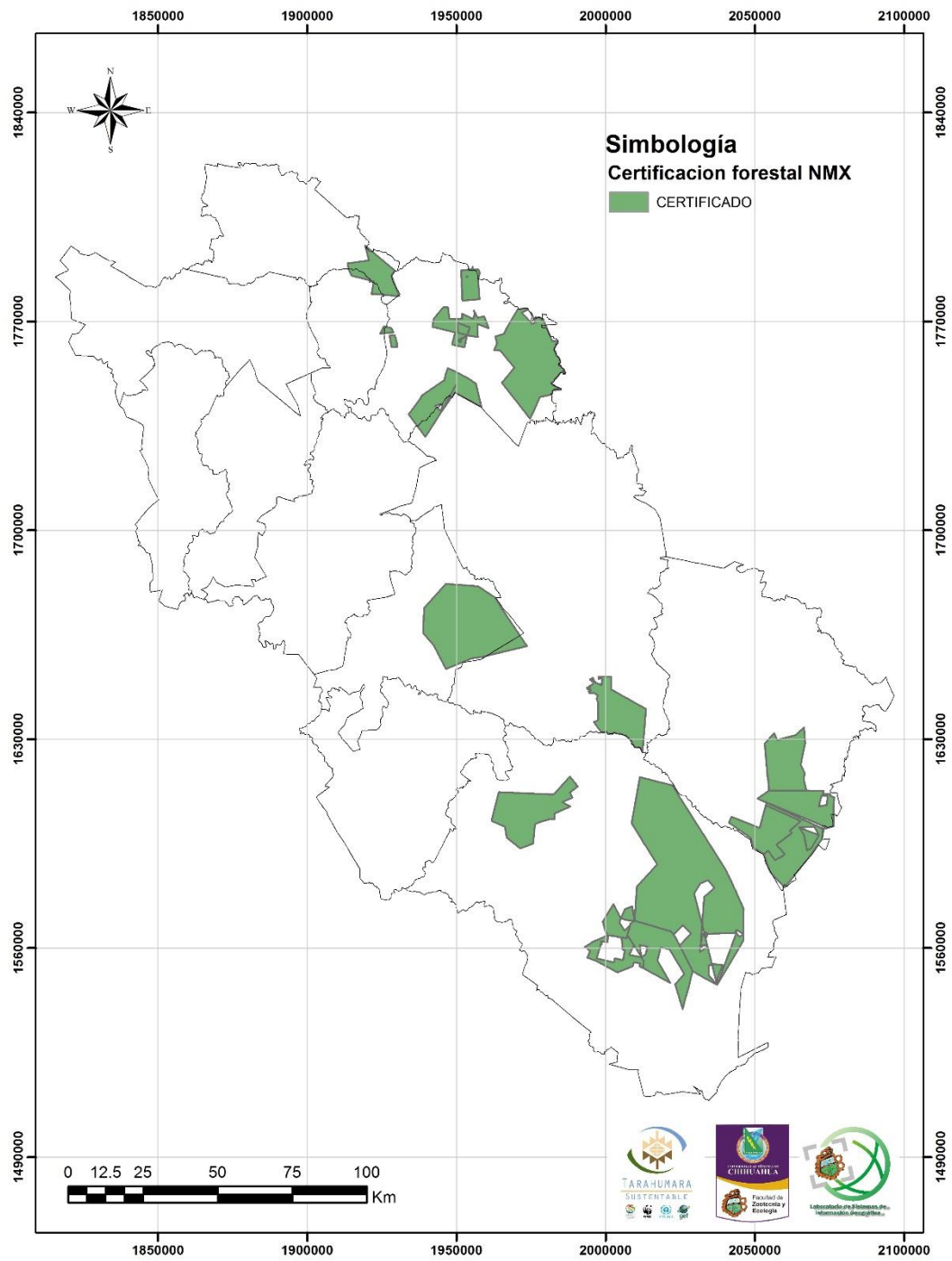
Línea base del Indicador

Línea base de los predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal por la NMX en 2016.

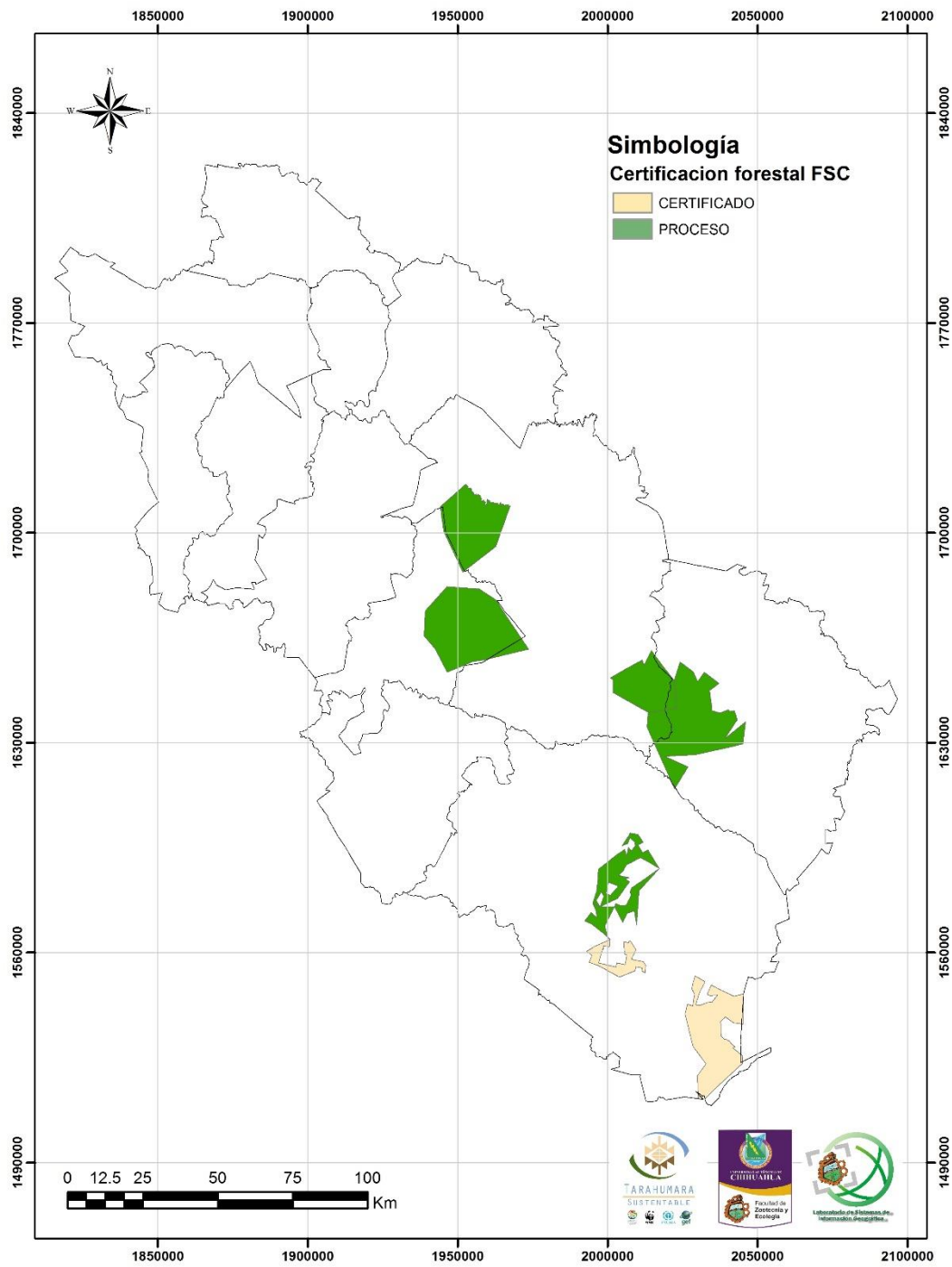
Predio	TIPO	RegisCert	Municipio	SupCert	Estados
San Ignacio de Arareco	EJIDO	NMX-143-BS-2015/076	Bocoyna	6307.27	CERTIFICADO
Baborigame	EJIDO	NMX-143-BS-2015/073	Guadalupe y Calvo	21861.17	CERTIFICADO
Ejido Babuerachi	EJIDO	NMX-143-BS-2015/136	Bocoyna	997.54	CERTIFICADO
Basogachi	EJIDO	NMX-143-BS-2015/077	Ocampo	9753.23	CERTIFICADO
Bocoyna	EJIDO	NMX-143-BS-2015/078	Bocoyna	4550.6	CERTIFICADO
El Caldillo Y Su Anexo El Vergel	EJIDO	NMX-143-BS-2012/011	Balleza	9326	CERTIFICADO
Ejido Chinatu	EJIDO	NMX-143-BS-2015/137	Guadalupe y Calvo	146616.9	CERTIFICADO
Ejido Guachochi y Anexos	EJIDO	NMX-143-BS-2015/133	Guachochi	13601.3	CERTIFICADO
Guajolotes	EJIDO	NMX-143-BS-2013/020	Balleza	11589.14	CERTIFICADO
San Juan De Iturralde	EJIDO	NMX-143-BS-2012/010	Balleza	2949	CERTIFICADO
Ejido Panalachi	EJIDO	NMX-143-BS-2015/140	Bocoyna	16734.68	CERTIFICADO
Ejido Los Pilares y Anexos	EJIDO	NMX-143-BS-2015/082-A	Balleza	18473.7	CERTIFICADO
El Pinito	EJIDO	NMX-143-BS-2015/075	Guadalupe y Calvo	6308.14	CERTIFICADO
Ejido La Pinta, La Joya y Anexos	EJIDO	NMX-143-BS-2015/138	Balleza	17287	CERTIFICADO
Ejido Talayotes	EJIDO	NMX-143-BS-2015/131	Bocoyna	4423.19	CERTIFICADO
Ejido El Tule y Portugal	EJIDO	NMX-143-BS-2015/135	Guadalupe y Calvo	7858.8	CERTIFICADO
Ejido El Yeposo	COMUNIDAD	NMX-143-BS-2015/132	Bocoyna	901	CERTIFICADO
Yoquivo	EJIDO	NMX-143-BS-2014/050	Batopilas	45093	CERTIFICADO
Ejido Llano blanco u Ojo frío	EJIDO	NMX-143-BS-2015/134	Guadalupe y Calvo	15093.94	CERTIFICADO

Línea base de los predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal por la FSC en 2016.

Predio	TIPO	Municipio	SupCer	Estatus	Exped
Ejido Yoquivo	EJIDO	Batopilas	20000	PROCESO	PROCESO
Ejido La Trinidad y Anexos	EJIDO	Guadalupe y Calvo	38550	CERTIFICADO	PROCESO
Ejido Tecorichi	EJIDO	Balleza	17000	PROCESO	PROCESO
Ejido Tule Y Portugal	EJIDO	Guadalupe y Calvo	6611	CERTIFICADO	RA-FM/COC-006506
Ejido Samachique	EJIDO	Guachochi	15749	PROCESO	PROCESO
Ejido El Nopal	EJIDO	Guadalupe y Calvo	4823	PROCESO	PROCESO
Ejido Nabogame y Anexos	EJIDO	Guadalupe y Calvo	9365	PROCESO	PROCESO
Ejido Caborachi	EJIDO	Guachochi	17112	PROCESO	PROCESO



Predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal por la NMX 2016.



Predios que se encuentran bajo proceso de certificación forestal por la FSC 2016.

Protocolo del Indicador Forestal 4

INCENDIOS FORESTALES

Descripción Breve

Los incendios forestales son una de las principales causas de deforestación y degradación de los suelos. En los últimos 29 años se han presentado alrededor de 20000 incendios en el estado de Chihuahua, con una superficie afectada estimada en 539,977 ha y un promedio de 27.9 ha por incendio. En los doce municipios de la ST, se estima una superficie afectada de 147,276 ha lo cual corresponde a un 25% de la superficie estatal.

Unidad de Medición

Número de incendios y superficie afectada (hectáreas).

Justificación

La incidencia de incendios forestales afecta la vegetación de bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas y aéreas preferentemente forestales, ya sea por causas naturales o inducidas, con una ocurrencia y propagación no controlada o programada. Un incendio forestal puede afectar desde una superficie incipiente hasta miles de hectáreas, ocasionando diversos efectos al suelo, flora y fauna, así como a los bienes y servicios como agua disponible en el subsuelo, captura de carbono, emisión de oxígeno, alimentación, recreación y composición de la biodiversidad, así como, en términos globales, contribuyen al cambio climático mundial a través de las emisiones.

Metodología para la Obtención del Indicador

Se consultan las bases de datos de CONAFOR que monitorea anualmente los incendios de los bosques, con inicio de monitoreo en 2010. El monitoreo del 2015 está en proceso.

Fuentes de Información

Lineamientos de operación específicos del fondo de desastres naturales. SEGOB.

DOF 31 de enero de 2011. Sección III.

CONAFOR: <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/incendios/>

Frecuencia de Medición

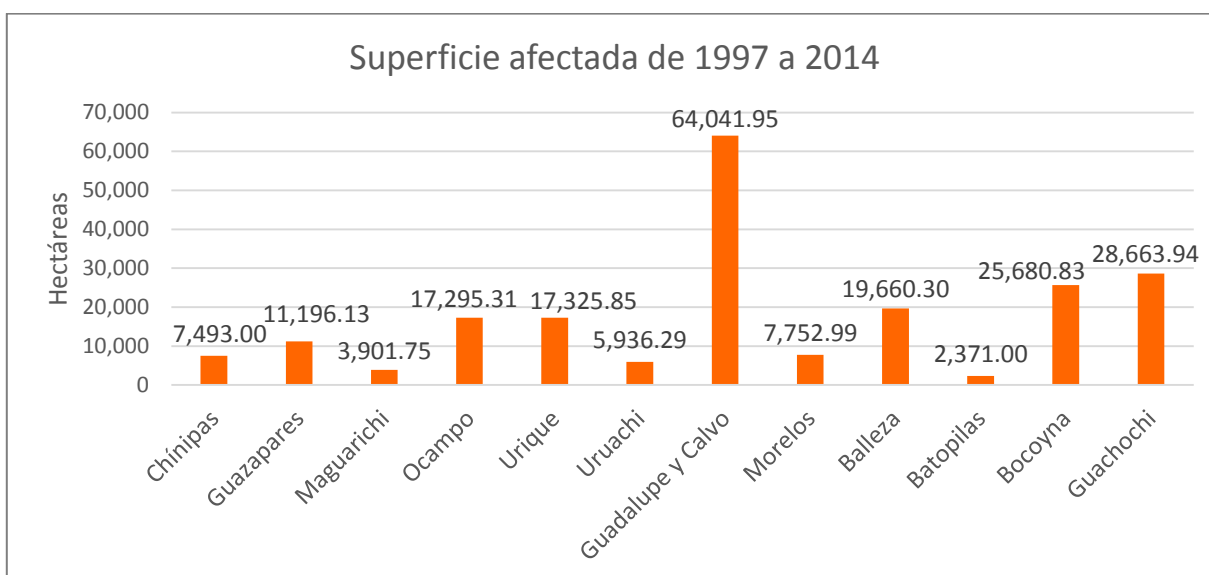
Anual

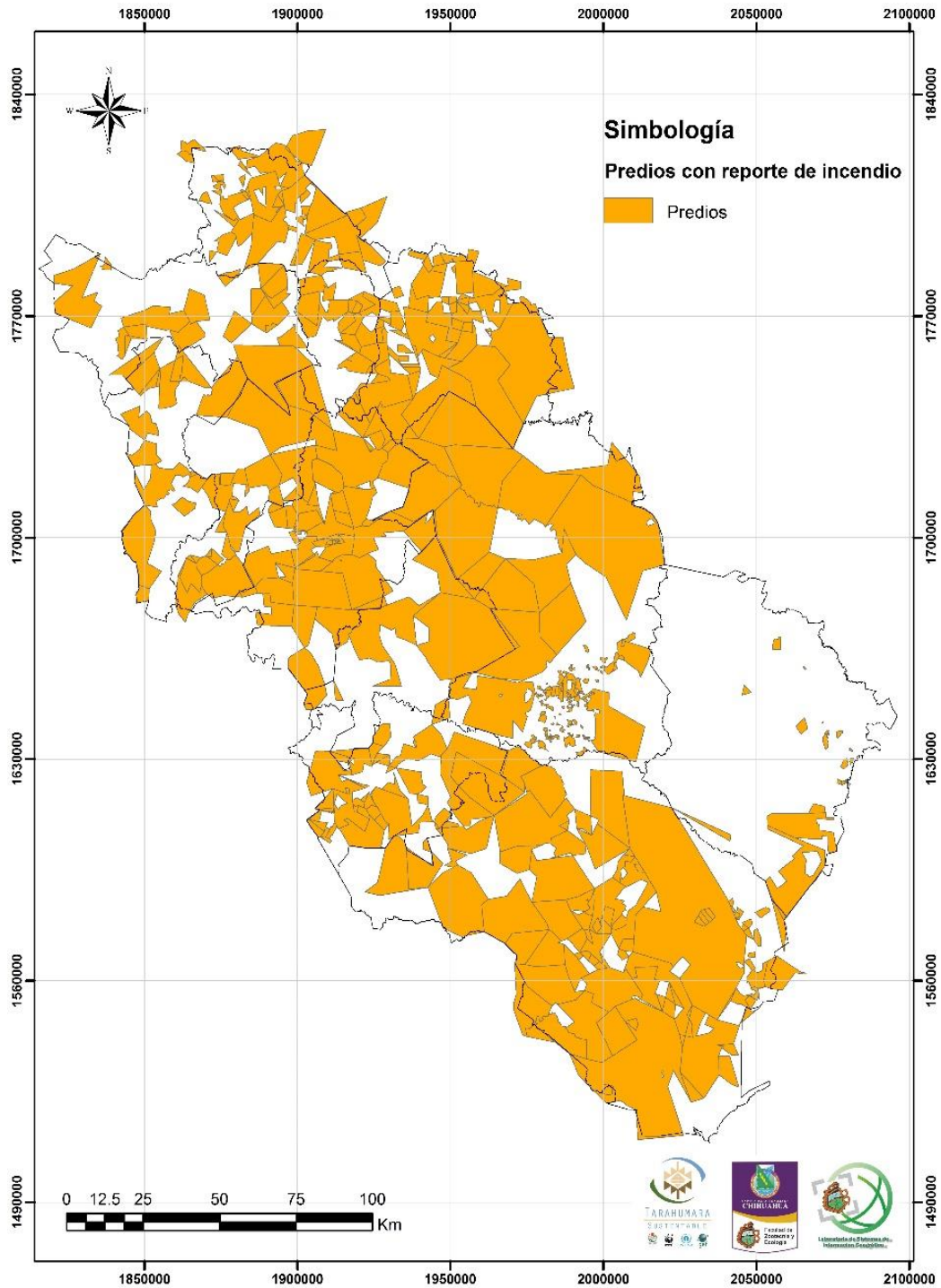
Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de Hábitat	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea base del Indicador

Información estadística de incendios forestales por entidad del Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales, CONAFOR. En Chihuahua, las estadísticas de incendios son provenientes del Departamento de Incendios en la Delegación Estatal de CONAFOR y fueron proporcionadas por el Proyecto Tarahumara Sustentable de la World Wildlife Found (WWF) Chihuahua.





Predios con registro de ocurrencia de incendios forestales sobre la sierra Tarahumara durante el período de 1997 al 2014.

Protocolo del Indicador Forestal 5

ASERRADEROS

Descripción Breve

En el aspecto social y económico, este indicador es importante debido a que el ingreso de las familias de las regiones forestales depende casi totalmente de su empleo en estas industrias. Como indicador ambiental por su impacto en los procesos de fragmentación, incidencia de incendios y contaminación hidrológica y ambiental. En las agendas del gobierno y de organizaciones de la sociedad civil se define claramente el objetivo de gran parte de los aserraderos como Empresas Forestales Comunitarias (EFC), cuyo objetivo principal es crear empleos comunitarios.

Unidad de Medición

Número de aserraderos

Justificación

En las últimas décadas del siglo xix se establecieron los primeros aserraderos de gran tamaño en ciudad Madera, Mata Ortiz y San Juanito. Las industrias del aserrío están sujetas a la interacción de un sin número de variables y su desarrollo está influenciado directamente por la disponibilidad de la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos. La demanda de madera de calidad está relacionada con la disponibilidad de materia prima de buena calidad. Esta variable es un factor de presión por la corta de árboles de especies de pino de calidad que están disminuyendo en sus existencias reales con obtención de arbolado de diámetro pequeño que hacen deficientes la operatividad de los aserraderos con una mayor producción de material no utilizable por los usuarios demandantes, lo cual constituye fuentes de incendios y contaminación. Además de este efecto determinante en la condición de los bosques, como indicador ambiental se justifica su evaluación porque en algunas regiones forestales con relieve accidentado, la construcción de brechas y la operatividad mecánica para el arrime de las trocerías, hace menos “ecológica” la industria porque causan daños a las masas residuales.

Metodología para la Obtención del Indicador

Registros de aserraderos acreditados por los organismos del gobierno como SEMARNAT, PROFEPA CONAFOR, y los programas de manejo forestal y estudios regionales.

Fuente de Información

Programas de Manejo Forestal Maderable. Se pueden obtener con los Prestadores de Servicios Técnicos Forestales o en las oficinas de la SEMARNAT y CONAFOR en el estado. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) también cuenta con registros de asentamientos de aserraderos y reportes de visitas de inspección en el cual se puede verificar la operatividad de esta industria. Por su parte la Dirección de Desarrollo Forestal de la Secretaría de Desarrollo Rural de Gobierno del Estado de Chihuahua cuenta con un censo de aserraderos actualizado al año 2013.

Frecuencia de Medición

Anual

Último año de Medición

2016

Alcance del Indicador

Sistema	Tipo de habitat	Municipio	Estado	País
Forestal, Socioeconómico	x	x	x	x

Línea Base dl Indicador

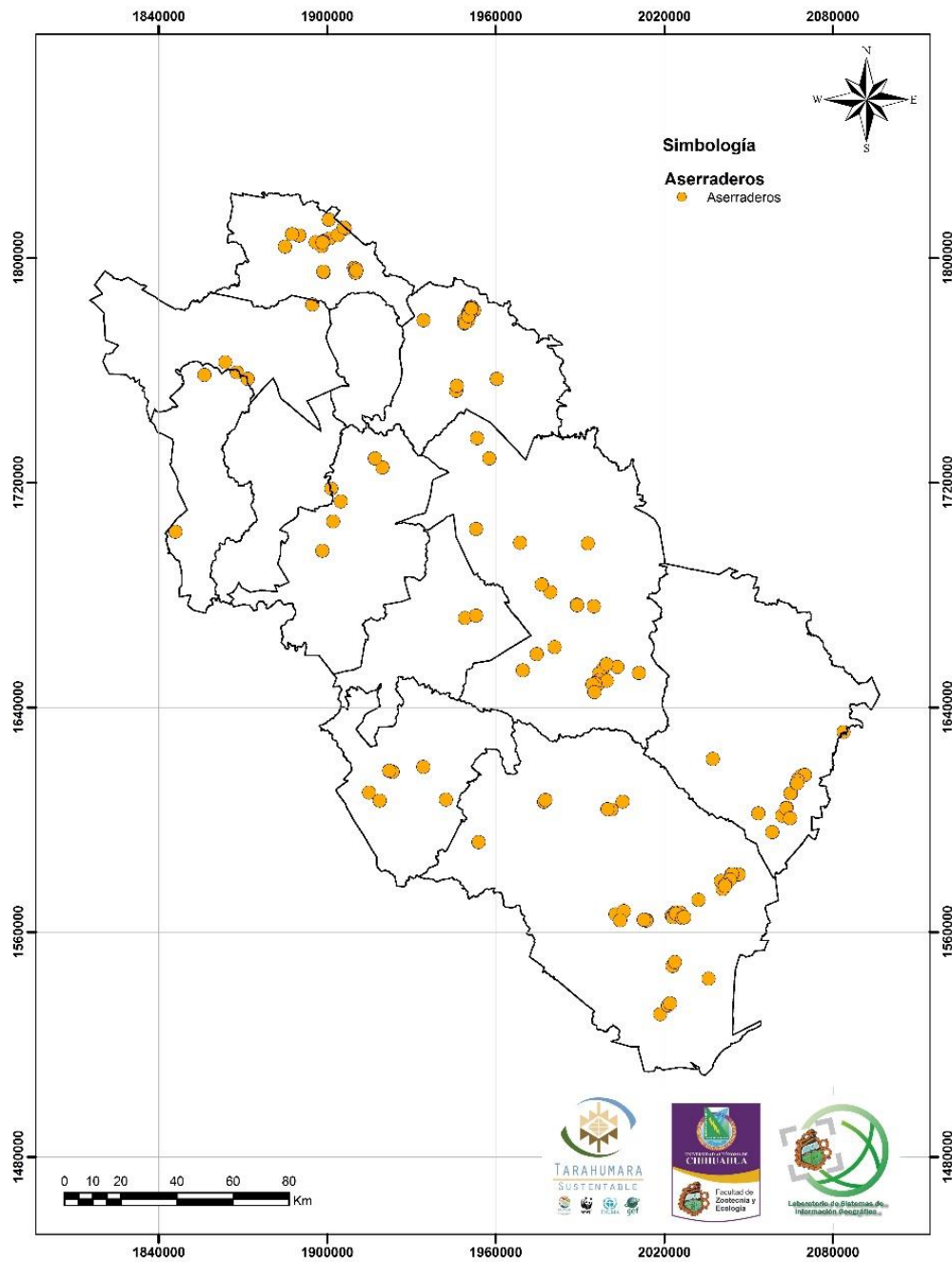
Longitud	Latitud	Estatus	MUNICIPIO
243968	3099113	ACTIVO	BOCOYNA
244557	3098987	ACTIVO	BOCOYNA
245967	3099887	ACTIVO	BOCOYNA
244977	3101141	ACTIVO	BOCOYNA
244265	3099515	ACTIVO	BOCOYNA
240055	3071086	ACTIVO	BOCOYNA
244018	3097679	ACTIVO	BOCOYNA
242576	3095270	ACTIVO	BOCOYNA

244785	3100508	ACTIVO	BOCOYNA
254543	3075606	ACTIVO	BOCOYNA
244494	3099388	ACTIVO	BOCOYNA
242717	3096081	ACTIVO	BOCOYNA
240261	3072869	ACTIVO	BOCOYNA
244605	3099897	ACTIVO	BOCOYNA
243932	3097729	ACTIVO	BOCOYNA
242624	3095328	ACTIVO	BOCOYNA
242710	3096771	ACTIVO	BOCOYNA
242592	3095205	ACTIVO	BOCOYNA
243825	3096077	ACTIVO	BOCOYNA
244635	3099482	ACTIVO	BOCOYNA
244727	3099845	ACTIVO	BOCOYNA
244885	3100835	ACTIVO	BOCOYNA
244909	3100595	INACTIVO	BOCOYNA
244490	3099380	INACTIVO	BOCOYNA
242540	3096602	ACTIVO	BOCOYNA
227957	3096068	ACTIVO	BOCOYNA
242900	3095454	ACTIVO	BOCOYNA
244093	3097991	ACTIVO	BOCOYNA
244482	3099758	ACTIVO	BOCOYNA
244568	3099119	ACTIVO	BOCOYNA
244611	3098917	ACTIVO	BOCOYNA
243932	3097729	ACTIVO	BOCOYNA
150051	3075147	ACTIVO	CHINIPAS
140651	3018916	INACTIVO	CHINIPAS
211517	2926940	INACTIVO	MORELOS
219808	2934457	INACTIVO	MORELOS
218654	2934899	ACTIVO	MORELOS
215386	2924079	ACTIVO	MORELOS
230824	2936444	ACTIVO	MORELOS
182990	3125555	ACTIVO	OCAMPO
193541	3131366	ACTIVO	OCAMPO
192013	3123744	ACTIVO	OCAMPO
202780	3114323	ACTIVO	OCAMPO
191098	3121824	INACTIVO	OCAMPO
183080	3125615	ACTIVO	OCAMPO
194005	3124710	ACTIVO	OCAMPO
178054	3121455	ACTIVO	OCAMPO
189006	3123194	ACTIVO	OCAMPO
180486	3126006	ACTIVO	OCAMPO

203338	3113746	ACTIVO	OCAMPO
203408	3113966	ACTIVO	OCAMPO
203394	3112587	ACTIVO	OCAMPO
191984	3112538	ACTIVO	OCAMPO
199308	3128330	ACTIVO	OCAMPO
199357	3128259	ACTIVO	OCAMPO
196868	3125874	ACTIVO	OCAMPO
203670	3113384	ACTIVO	OCAMPO
191787	3123530	ACTIVO	OCAMPO
198955	3128706	ACTIVO	OCAMPO
191911	3112815	INACTIVO	OCAMPO
191532	3123303	ACTIVO	OCAMPO
191430	3123176	ACTIVO	OCAMPO
244917	3100436	ACTIVO	BOCOYNA
193283	3013078	ACTIVO	URIQUE
214216	3043184	ACTIVO	URIQUE
199560	3030807	INACTIVO	URIQUE
211518	3046373	ACTIVO	URIQUE
196916	3023571	INACTIVO	URIQUE
196026	3035326	ACTIVO	URIQUE
161636	3076304	INACTIVO	URUACHI
188177	3100981	ACTIVO	URUACHI
165533	3074020	ACTIVO	URUACHI
157413	3079860	INACTIVO	URUACHI
360928	2924424	INACTIVO	BALLEZA
362402	2929525	INACTIVO	BALLEZA
362243	2929551	ACTIVO	BALLEZA
359405	2921482	ACTIVO	BALLEZA
367258	2936210	ACTIVO	BALLEZA
356003	2915516	INACTIVO	BALLEZA
364900	2934698	INACTIVO	BALLEZA
360760	2924136	ACTIVO	BALLEZA
365927	2935779	INACTIVO	BALLEZA
364417	2933170	ACTIVO	BALLEZA
367225	2936233	ACTIVO	BALLEZA
350890	2922197	ACTIVO	BALLEZA
364781	2934164	ACTIVO	BALLEZA
380768	2951782	ACTIVO	BALLEZA
364554	2933124	ACTIVO	BALLEZA
334211	2941240	ACTIVO	BALLEZA
362238	2920613	INACTIVO	BALLEZA

244686	2989980	ACTIVO	BATOPILAS
244686	2989980	ACTIVO	BATOPILAS
248662	2990884	ACTIVO	BATOPILAS
299531	2973454	ACTIVO	GUACHOCHI
292635	2967110	ACTIVO	GUACHOCHI
294180	2972423	INACTIVO	GUACHOCHI
248038	3021801	ACTIVO	GUACHOCHI
291517	2965708	ACTIVO	GUACHOCHI
293408	2971001	ACTIVO	GUACHOCHI
284528	2995423	INACTIVO	GUACHOCHI
292955	2970864	ACTIVO	GUACHOCHI
293310	2968738	ACTIVO	GUACHOCHI
295838	2968503	ACTIVO	GUACHOCHI
291596	2967523	ACTIVO	GUACHOCHI
290701	2967040	INACTIVO	GUACHOCHI
291437	2964325	ACTIVO	GUACHOCHI
270541	2977505	INACTIVO	GUACHOCHI
307273	2971486	ACTIVO	GUACHOCHI
288136	3017437	ACTIVO	GUACHOCHI
265701	2971665	ACTIVO	GUACHOCHI
275076	2999793	ACTIVO	GUACHOCHI
252354	3047127	INACTIVO	GUACHOCHI
284664	2995231	ACTIVO	GUACHOCHI
247850	3054285	ACTIVO	GUACHOCHI
290645	2995020	ACTIVO	GUACHOCHI
263860	3017266	ACTIVO	GUACHOCHI
276917	2980106	ACTIVO	GUACHOCHI
271886	3002425	ACTIVO	GUACHOCHI
295607	2974363	ACTIVO	GUACHOCHI
320607	2885009	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
323312	2885561	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
298334	2922479	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321928	2886233	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
341774	2900219	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
311633	2883155	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
325013	2884453	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
296893	2922616	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
334294	2862732	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
344315	2900225	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
300539	2885057	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
323589	2886190	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO

338661	2894817	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
341938	2900234	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321359	2885324	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
322234	2885335	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321367	2885258	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
302336	2925410	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
303526	2886292	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
317188	2849652	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
322119	2885717	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321077	2884440	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321077	2884440	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
321269	2867012	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
324460	2884573	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
322119	2885717	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
338832	2897272	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
330072	2890753	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
302252	2882907	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
322070	2868402	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
324384	2884233	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
319936	2852856	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
239117	2924906	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
325090	2884504	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
338000	2897765	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
320697	2853655	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
311541	2883068	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
310702	2883322	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
341302	2898282	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
339532	2896455	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
339485	2896003	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
251091	2909980	INACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
274201	2924759	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
274699	2925459	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
362238	2920613	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO
251091	2909980	ACTIVO	GUADALUPE Y CALVO



Localización de sitios registrados con aserraderos en el área de estudio dentro de la Sierra Tarahumara.

Protocolo del indicador 6.

PROPORCIÓN DE SUPERFICIE DE BOSQUE PRODUCTIVO BAJO MANEJO

Descripción breve

Los predios, ejidos y/o comunidades con actividad forestal albergan un mosaico de vegetación u otros usos del suelo distribuidos en condiciones complejas de relieve y suelos. Este indicador aplica para la zona conocida como área de productividad. La cual debe estar distribuida en las zonas de medio y alto potencial productivo de acuerdo con la cartografía generada por Martínez y colaboradores (Martínez et al., 2006) o por alguna otra desarrollada a nivel local como el caso de los Programas de Manejo Forestal. Cuantifica que superficie con características de medio y alto potencial se encuentra con actividades de manejo y aprovechamiento maderable y no maderable. Este indicador no incluye las zonas de protección y áreas de baja productividad, las cuales deben ser destinadas a fines de conservación o restauración.

Unidad de Medición

Porcentaje de superficie por municipio ($\text{Superficie forestal productiva_ha} / \text{Superficie forestal productiva bajo manejo_ha}$).

Justificación

Realizar aprovechamiento forestal maderable en las áreas de media y alta productividad promueve un incremento en la producción y un mayor aprovechamiento del potencial productivo. Es deseable que toda la superficie cuente con manejo legalmente autorizado. La Sierra Tarahumara cuenta con una extensa región forestal de bosques templados donde la silvicultura es una actividad productiva con importantes aportaciones para sus habitantes. El proceso de manejo forestal en los bosques ha ido evolucionando y en él se han incorporado diversas prácticas para su cultivo; sin embargo, no ha existido un control total sobre el uso y manejo de los recursos forestales, por lo que diversos disturbios naturales e inducidos han generado alteraciones en los ecosistemas, tales como, fragmentación de la cubierta forestal, pérdida de biodiversidad, pérdida de suelos y alteraciones en sus características físicas y químicas, etc., generando en consecuencia disminución en la captura de agua, pérdida de productividad, disminución en la captura de bióxido de carbono,

contribuciones sustanciales al proceso de cambio climático, etc. Actualmente sociedad y gobiernos muestran un marcado interés por la restauración y conservación de los recursos forestales. En este sentido diferentes instituciones de investigación y académicas han promovido la adopción de diversos métodos para el reordenamiento de las actividades de uso, manejo y conservación de los bosques, estableciendo como primer etapa la identificación áreas potenciales para la producción, y promoviendo prácticas de cultivo que minimicen los impactos ecológicos, generen incremento en la productividad y optimicen los beneficios económicos y sociales, contribuyendo de esta manera al manejo sustentable.

Obtención del Indicador

Con base en la cartografía de potencial productivo de bosques templados para el estado de Chihuahua se obtendrán las superficies productivas para la zona. Y con base en los programas de manejo forestal autorizados por SEMARNAT se podrá obtener la superficie productiva bajo manejo.

Fuente de Información

Martínez Salvador-Martín. 2008. Potencial productivo y zonificación forestal para el reordenamiento silvícola en bosques templados. INIFAP Folleto Técnico No. 37. 59 p.

Martínez S. M., Armendariz O. R., Valdez C. R., Beltrán M. J. 2006. Clasificación de potenciales naturales en los bosques templados del sur de Chihuahua. INIFAP. Folleto técnico No. 35. Chihuahua, Méx. 33 p.

Frecuencia de Medición

Cada 2 años

Ultimo año de medición

2008

Alcance del Indicador

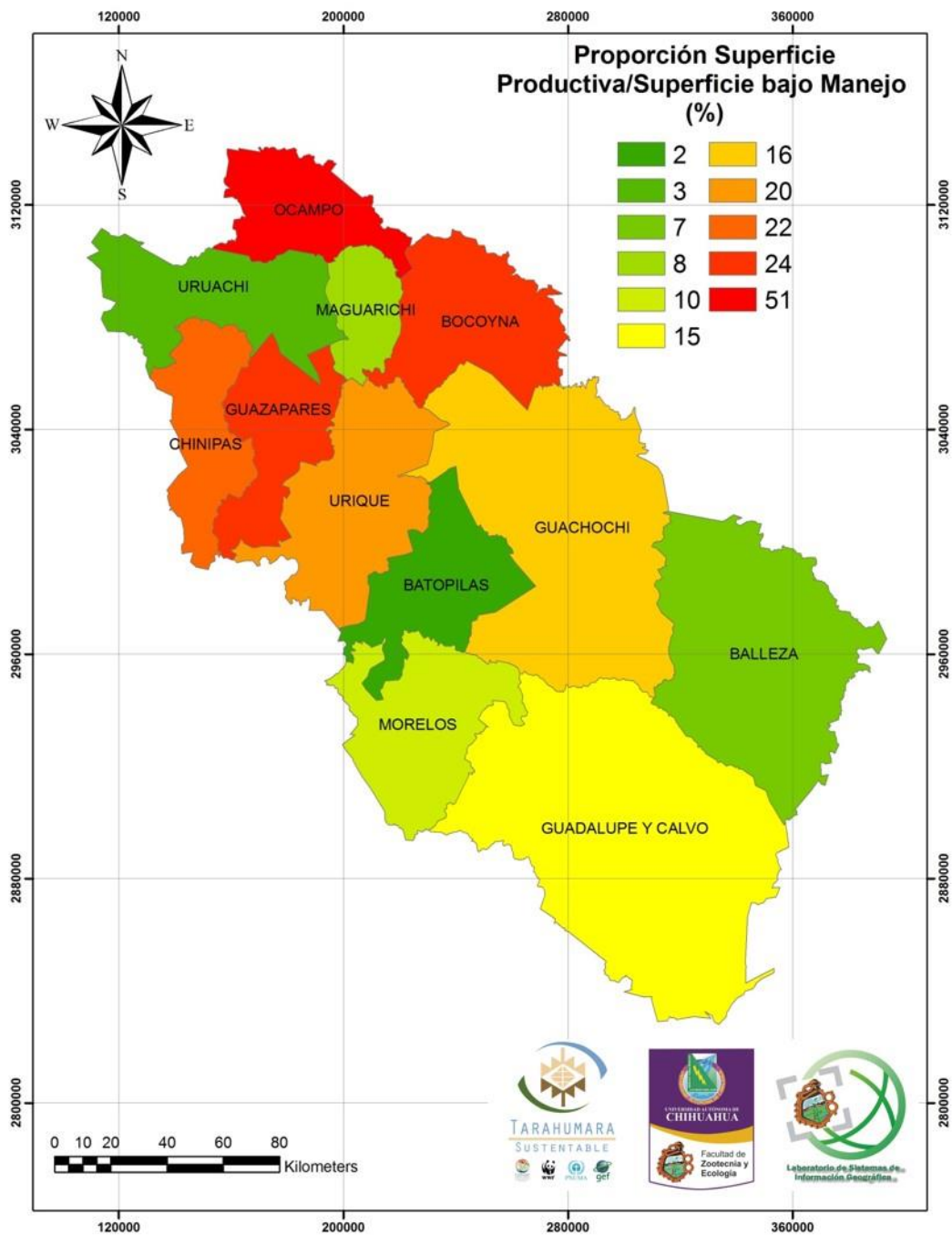
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Forestal, Socioeconómico		x	x	

Línea Base del Indicador

Municipios	Superficie forestal productiva	Superficie forestal bajo manejo	Superficie bajo manejo (%)
BALLEZA	31784	427581	7.43
BATOPILAS	2345	117312	2
BOCOYNA	53339.2	219706	24.28
CHINIPAS	15607	70292	22.2
GUACHOCHI	83212.28	535381	15.54
GUADALUPE Y CALVO	112207.6	755984	14.84
GUAZAPARES	27789	114240	24.33
MAGUARICHI	6910.87	87728	7.88
MORELOS	19613	187556	10.46
OCAMPO	70286	138227	50.85
URIQUE	39392	195279	20.17
URUACHI	3891	111955	3.48

Martínez Salvador-Martín. 2008. Potencial productivo y zonificación forestal para el reordenamiento silvícola en bosques templados. INIFAP Folleto Técnico No. 37. 59 p.

La figura anexa de este indicador, explican como 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.



Mapa del índice de proporción de bosque productivo por municipio en relación a su superficie forestal bajo manejo. Valores altos del índice se asocian a la superficie forestal productiva pero con una baja superficie forestal bajo manejo.

Protocolo del Indicador Forestal 7.

COSECHA DE PRODUCTOS DE MADERA EN VOLUMEN Y COMO PORCENTAJE DEL CRECIMIENTO NETO O RENDIMIENTO SOSTENIDO (INCREMENTO MEDIO ANUAL)

Descripción breve

Este indicador mide el volumen y % de madera cosechada en función del volumen y % de madera producida anualmente. Genera información para estimar la acumulación o pérdida de capital maderable en el bosque. El manejo forestal en los bosques templados se realiza acotando programas de manejo forestal por ciclos de corta de 10 o 5 años. Este indicador provee 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.

Unidad de Medición

m³/ha/(año ó periodo) (Madera rollo total árbol)

% (m³ rta cosechada/ m³ rta producida)

Justificación

El Incremento Corriente Anual como medida de incremento maderable en un año y el Incremento Medio Anual como medida de incremento maderable en un periodo determinado. Permiten pronosticar los máximos y mínimos de cosecha de madera, y son herramienta importante para la planeación de los tratamientos silvícolas a aplicar a nivel de rodal.

El manejo forestal sustentable debe garantizar la recuperación de los recursos extraídos anualmente o por periodo, de tal manera que el almacen de madera no disminuya en el tiempo, sino que permanezca estable o incremente a los límites de la productividad de un sitio. Es por esto que este indicador es altamente sensible y permite saber con claridad si el aprovechamiento maderable promueve estabilidad ecológica o deterioro del ecosistema.

Obtención del Indicador

Esta información se encuentra disponible en los Programas de Manejo Forestal. Adicionalmente, se deberán generar los modelos de Incremento Corriente Anual e Incremento Medio Anual para las especies Maderables.

El gobierno del Estado de Chihuahua cuenta con un informe de biometría forestal en el que incluye ecuaciones de Incremento Maderable para las principales regiones (UMAFOR) del Estado.

Fuente de Información

Programas de Manejo Forestal Maderable. Se pueden obtener con los Prestadores de Servicios Tecnicos Forestales o en las oficinas de la SEMARNAT en el estado.

Ecuaciones de Crecimiento e Incremento. El gobierno del Estado de Chihuahua cuenta con un informe de biometría forestal en el que incluye ecuaciones de Incremento Maderable para las principales regiones (UMAFOR) del Estado.

Martínez-Salvador, M., R. Valdez-Cepeda y M. Pompa-García. 2013. Relación de variables físicas en la productividad de *Pinus arizonica* y *Pinus engelmannii* en el sur de Chihuahua, México. Madera y Bosques. 19:35-49

Musalem, S. M., F. C. Rodríguez, A. F. Carrillo y C. G. Vera. 1986. Proyecciones de la investigación silvícola en los suelos forestales de México. 1st ed.; INIFAP, Mexico, pp: 1–25.

Frecuencia de Medición

Cada 5 años

Último año de Medición

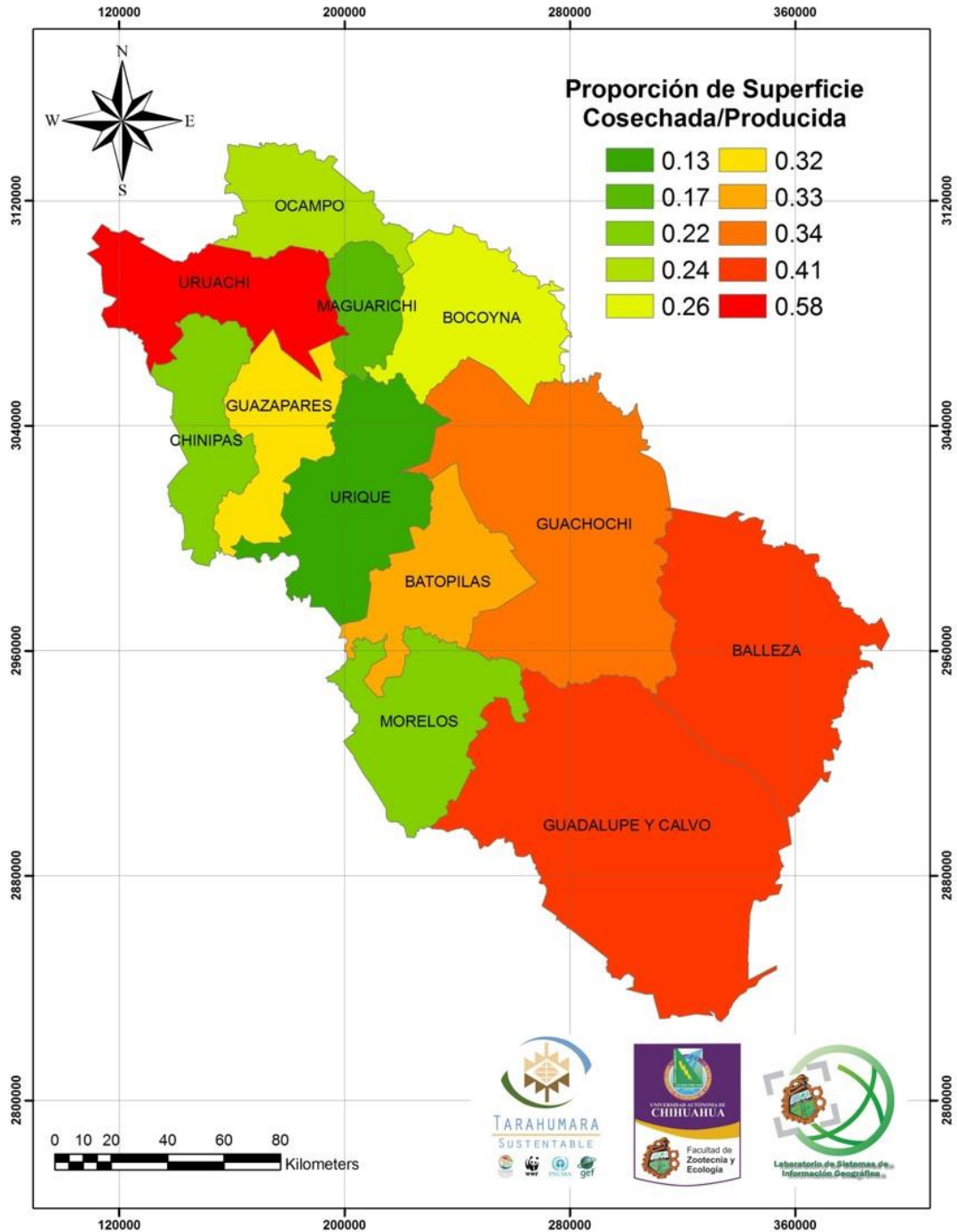
2008-2012

Alcance del Indicador

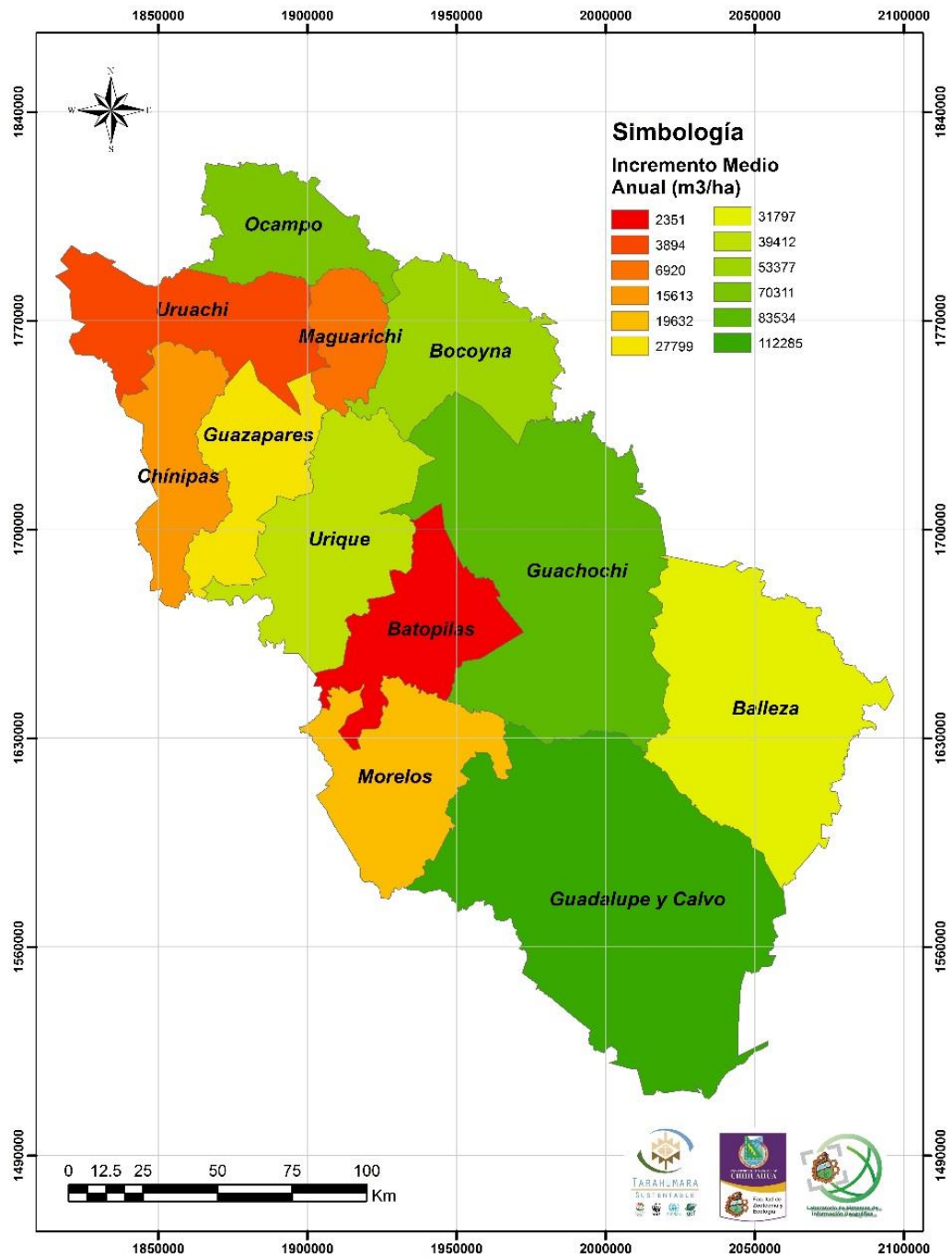
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Forestal		x	x	

Línea Base del Indicador

Municipio	Volumen Cosechado (m ³)	Incremento Anual (m ³)	Incremento en 10 años (m ³)	Autorización	Relacion Cosechado / Producida
BALLEZA	128687	31797	317970	25039.000	0.405
BATOPILAS	7853	2351	23510	37035.000	0.334
BOCOYNA	139327	53377	533772	77585.000	0.261
CHINIPAS	33661	15613	156130	9725.000	0.216
GUACHOCHI	282486	83534	835342.8	439382.000	0.338
GUADALUPE Y CALVO	455289	112285	1122846	120124.000	0.405
GUAZAPARES	88193	27799	277990	20873.000	0.317
MAGUARICHI	11993	6920	69198.7	15663.000	0.173
MORELOS	42774	19632	196320	33279.000	0.218
OCAMPO	170555	70311	703110	41724.000	0.243
URIQUE	52175	39412	394120	49639.000	0.132
URUACHI	22716	3894	38940	3174.000	0.583



Mapa que muestra la proporción de volumen de madera cosechado en relación al volumen producido por municipio en la ST.



Mapa de Incremento medio anual en metros cúbicos por hectárea por municipio en la ST.

ANEXO 8.3

PROTOCOLOS DE INDICADORES AMBIENTALES

Fichas de Indicadores Ambientales

Indicador 1. Uso del suelo

**Indicador 2. Cambio de Uso de Suelo y
Vegetación**

Indicador 3. Fragmentación

Indicador 4. Índice de Disturbio

Indicador 5. Erosión

Indicador 6. Índice de Calidad de Agua

Indicador 7. Índice de Sequía

Protocolo del Indicador Ambiental 1

USO DE SUELO

Descripción breve

Las clases de tipo de cobertura expresadas como uso del suelo en un espacio geográfico determinado.

Unidad de Medición

Superficie en ha. Las superficies de las clases de uso del suelo pueden referirse como coberturas.

Justificación

En la actualidad existe información de uso de suelo de diferentes fuentes y escalas espaciales que proporcionan información sobre la cubierta vegetal de México. Los datos de la superficie que ocupa una clase o tipo de cobertura en un espacio geográfico determinado, presenta un estado del conocimiento de línea base para llevar a cabo acciones de planeación del territorio. Las fuentes de datos existentes por lo general se generan en escalas 1:250,000 y bajo métodos combinados de clasificación supervisados y de fotointerpretación. La generación y utilización de la cartografía en escala 1:50,000 presenta las ventajas de una mejor definición y análisis en detalle del uso de suelo que mejora la toma de decisiones en los programas de manejo y protección forestal así como en la planeación del territorio.

Metodología para la Obtención del Indicador

Dado que las Series de Mapas generados por INEGI presentan atrasos en el tiempo y no refleja el estado de salud actual de las coberturas, es imprescindible trabajar con imágenes de satélite, fuentes de datos gratuitas proporcionadas por el servidor <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>. Una vez corregidas y construido el mosaico de imágenes, este indicador se obtiene aplicando técnicas de clasificación supervisada bajo el algoritmo de máxima probabilidad. Este método utiliza áreas de entrenamiento con 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 Σ_i^{-1} = matriz inversa, m_i = vector.

Fuente de Información

Fuente de datos generada bajo proceso de investigación propia, grupo consultor cuerpo académico Recursos Naturales y Ecología, UACH. 2016

Otras referencias:

Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>.

Series II, III y V de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI.

Frecuencia de medición

Cada 5 o 10 años

Último año de medición

2015

Alcance del indicador

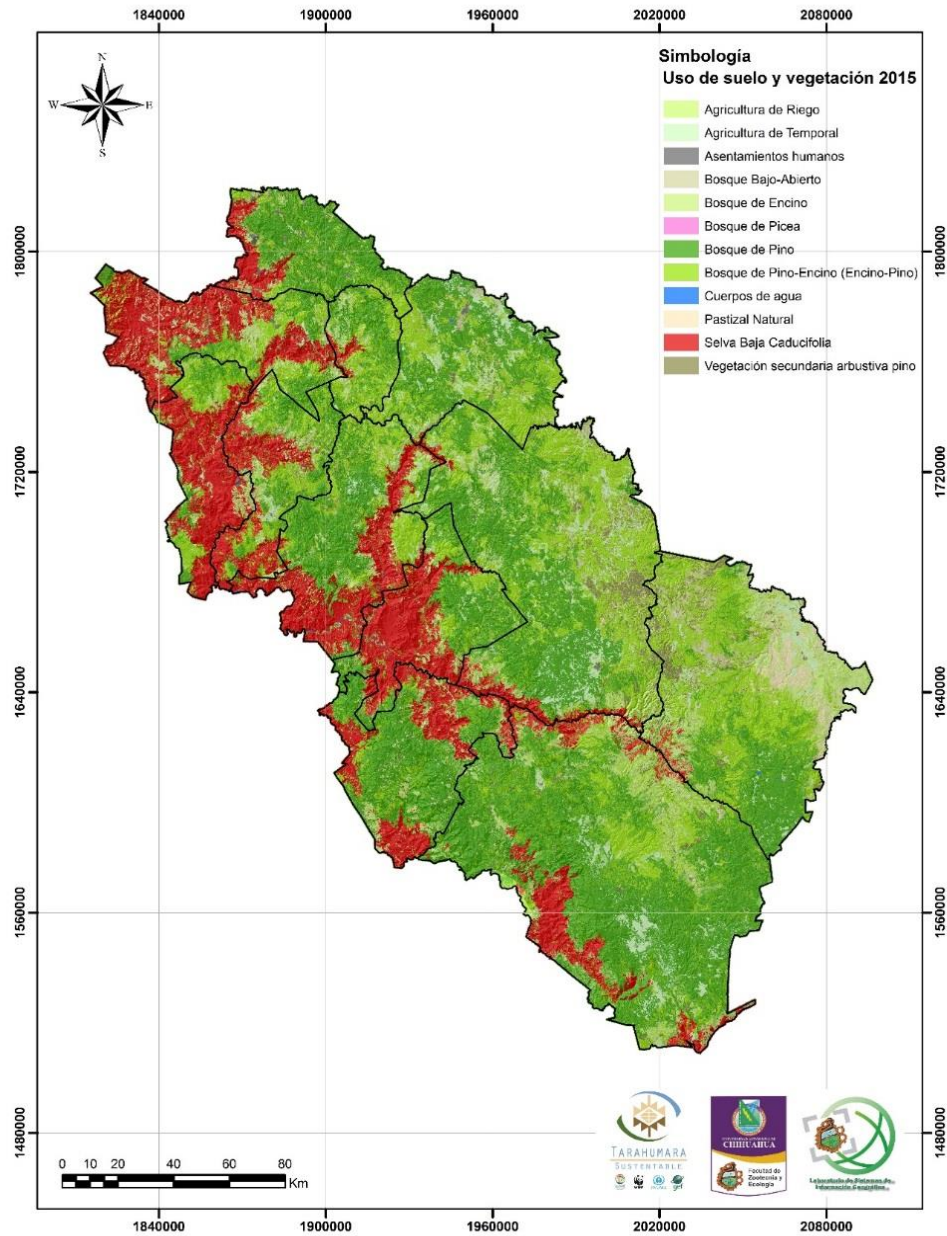
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario		x	x	x

Línea base del indicador Uso del Suelo y Vegetación

Superficie de usos de suelo de 2015, de la región de la Sierra Tarahumara.

Uso de Suelo	Superficie en ha	%
Agricultura de Riego	1415.21	0.03
Agricultura de Temporal	176806.00	4.21
Asentamientos humanos	8876.19	0.21
Bosque Bajo-Abierto	27295.15	0.65
Bosque de Encino	349527.44	8.31
Bosque de Picea	319.64	0.01
Bosque de Pino	1432327.62	34.07
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	1173270.79	27.91

Cuerpos de agua	3319.59	0.08
Pastizal Natural	120292.60	2.86
Selva Baja Caducifolia	741764.45	17.65
Vegetación secundaria arbustiva pino	166548.96	3.96
Total	4203778.71	



Mapas del año 2015 de los tipos de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50,000 en el área de la ST.

Protocolo del Indicador Ambiental 2

CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Descripción breve

Cambio en el tiempo de la distribución de los usos del suelo en un espacio geográfico determinado.

Unidad de Medición

Tasa de cambio anual en % o tasa neta en % en un período de años. También es factible utilizar el verificador superficie transformada en ha/año.

Justificación

El incremento en la producción de bienes y servicios, ejerce una mayor presión sobre los ecosistemas forestales. Además de las malas prácticas de manejo forestal, otras actividades que promueven con mayor intensidad el cambio en el uso del suelo son la agricultura, la ganadería, el crecimiento urbano y la infraestructura de comunicaciones y otros servicios. En el ordenamiento territorial comunitario es fundamental, evaluar los cambios de uso de suelo que ha experimentado una región, lugar o espacio geográfico, con el propósito de establecer programas de planeación territorial que propicien la reconversión de tierras a otras actividades productivas que no son acorde con su potencial natural y establecer programas de restauración ecológica de acuerdo al potencial natural de los sitios

Metodología para la Obtención del Indicador

El análisis espacio-temporal se realiza mediante comparación de imágenes de satélite para conocer los cambios para cada uso de suelo. Se pueden utilizar en forma puntual imágenes de la plataforma Landsat de periodos anteriores (sensores MSS y TM) y el nuevo sensor OLI8 de la misma plataforma satelital. También es factible utilizar las series de Uso del Suelo y Vegetación en sus series II a V de INEGI aunque esta última, a la fecha ya presenta un desfase de tiempo para su análisis. En todos los casos se emplea la ecuación;

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

donde: D = Tasa de cambio (ha años^{-1}), A_1 = uso de suelo en el periodo inicial (ha), A_2 = uso de suelo en el periodo final (ha), and t_1 , t_2 = tiempo (años) del inicio y final de la evaluación.

Fuente de Información

Fuente de datos generada bajo proceso de investigación propia, grupo consultor cuerpo academico Recursos Naturales y Ecología, UACH. 2016

Otras referencias:

Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>.

Series II, III y V de Uso del Suelo Y Vegetación de INEGI.

Pinedo, C.; Pinedo, A.; Quintana, A.; Martínez, M. (2007). Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Tecnociencia*, 1(1), 36-43.

Frecuencia de medición

Cada 5 o 10 años

Último año de medición

2015

Alcance del indicador

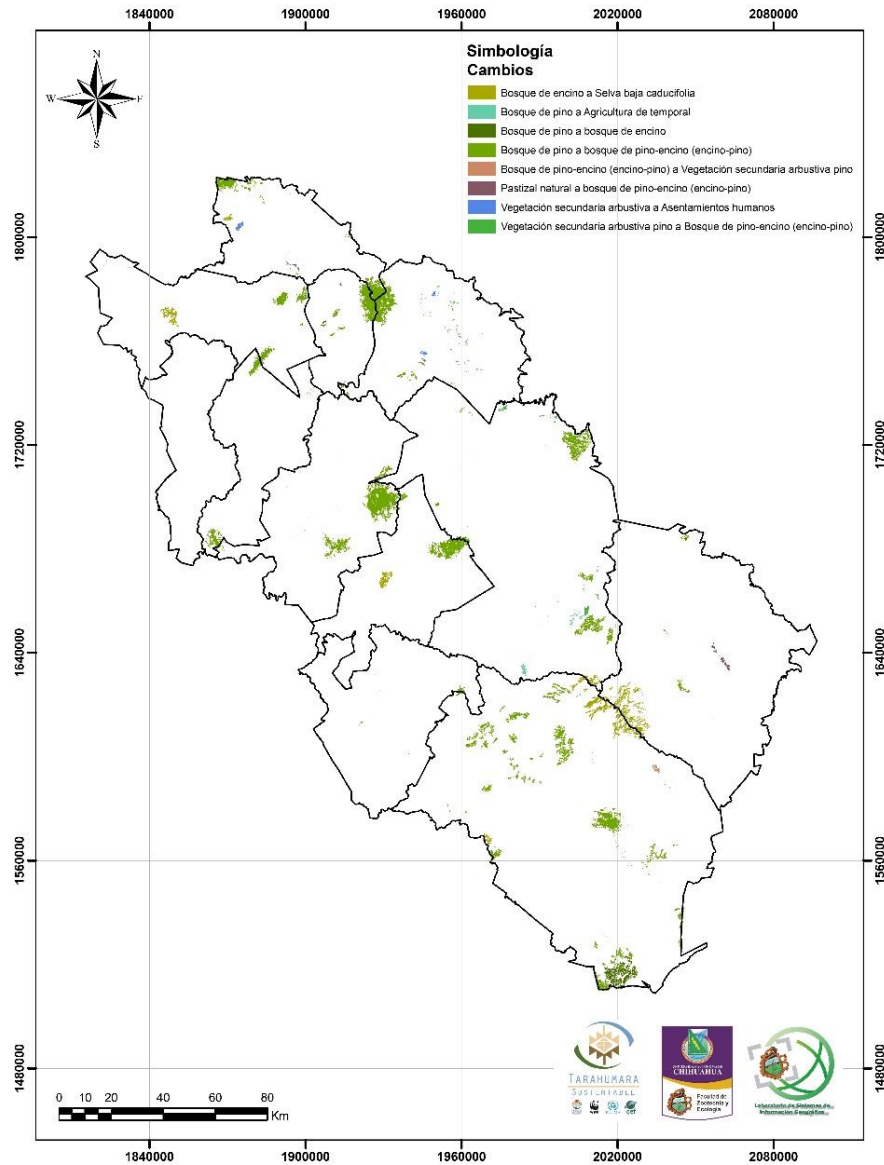
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Silvoagropecuario		x	x	x

Línea base del indicador

Análisis de cambios de usos de suelo de 1990 al 2015 en el área de la ST

Tipo de vegetación	Superficie en hectáreas				
	1990	%	2015	%	Diferencia
Agricultura de Riego	1505.58	0.03	1415.21	0.03	90.36
Agricultura de Temporal	175349.40	4.17	176806.00	4.21	-587.32
Asentamientos humanos	6165.11	0.14	8876.19	0.21	-2711.04
Bosque Bajo-Abierto	26696.74	0.63	27295.15	0.65	-598.40
Bosque de Encino	360688.52	8.58	349527.44	8.31	324.06
Bosque de Picea	319.64	0.01	319.64	0.01	0.00
Bosque de Pino	1524978.60	36.27	1432327.62	34.07	3887.72
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	1088625.21	25.89	1173270.79	27.91	-1258.24

Cuerpos de agua	3178.12	0.07	3319.59	0.08	-139.47
Pastizal Natural	119866.22	2.85	120292.60	2.86	-742.39
Selva Baja Caducifolia	725606.96	17.26	741764.45	17.65	534.26
Vegetación secundaria arbustiva pino	167578.59	3.98	166548.96	3.96	1199.33
Total	4203752.57		4203778.71		



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

Protocolo del Indicador Ambiental Forestal 3

FRAGMENTACIÓN

Descripción breve

División o parcelación de los ecosistemas naturales en diversos fragmentos o parches que representan los usos de suelo de un ecosistema natural.

Unidad de medición

Se determina a través del área de la clase, número de parches, tamaño medio del parche, coeficiente de variación del tamaño del parche, índice de diversidad de Simpson e índice de diversidad de Shannon.

Justificación

La presión de las actividades humanas por la demanda de productos y satisfactores sobre las comunidades naturales, esta provocando un continuo proceso de fragmentación sobre el habitat de diferentes especies de flora y fauna, lo que se ha traducido en una continua pérdida de biodiversidad. La fragmentación de las comunidades naturales presenta una forma de conocer los diversos factores que intervienen en la salud del ecosistema. Estos procesos pueden ser causa de factores humanos y naturales.

Metodología para la Obtención del Indicador

Presentación de las áreas fragmentadas a nivel del proyecto Sierra Tarahumara, en forma de graficos, mapas y cuadros. Se genera a partir del uso de suelo, donde se evalúan una serie de métricas del paisaje empleando herramientas de análisis como Fragstat y/o Patch Analyst de ArcGis, estas herramientas determinan algunas métricas de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

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

donde: a_{ij} es igual al área (m^2) de parche j para el tipo de cobertura terrestre i TH; A es el área total de paisaje (m^2).

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

Donde: P_i refiere al parche de tipo i

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

donde: a_i es el tamaño del parche, y m es el número total de los paisajes i iesima.

$$SHDI = -\sum_{i=1}^n [P_i \text{ ó } \ln(P_i)]$$

donde: SHDI = índice de fragmentación de Shannon (rango de valor 0 a 1), P_i = Número de parches, \ln = logaritmo natural.

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$$

donde: SIDI = índice de fragmentación Simpson rango de valor 0 a 1, P_i = Número de parches, \ln = Logaritmo natural.

Fuente de Información

Pinedo, C.; Pinedo, A.; Quintana, A.; Martínez, M. (2007). Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Tecnociencia*, 1(1), 36-43.

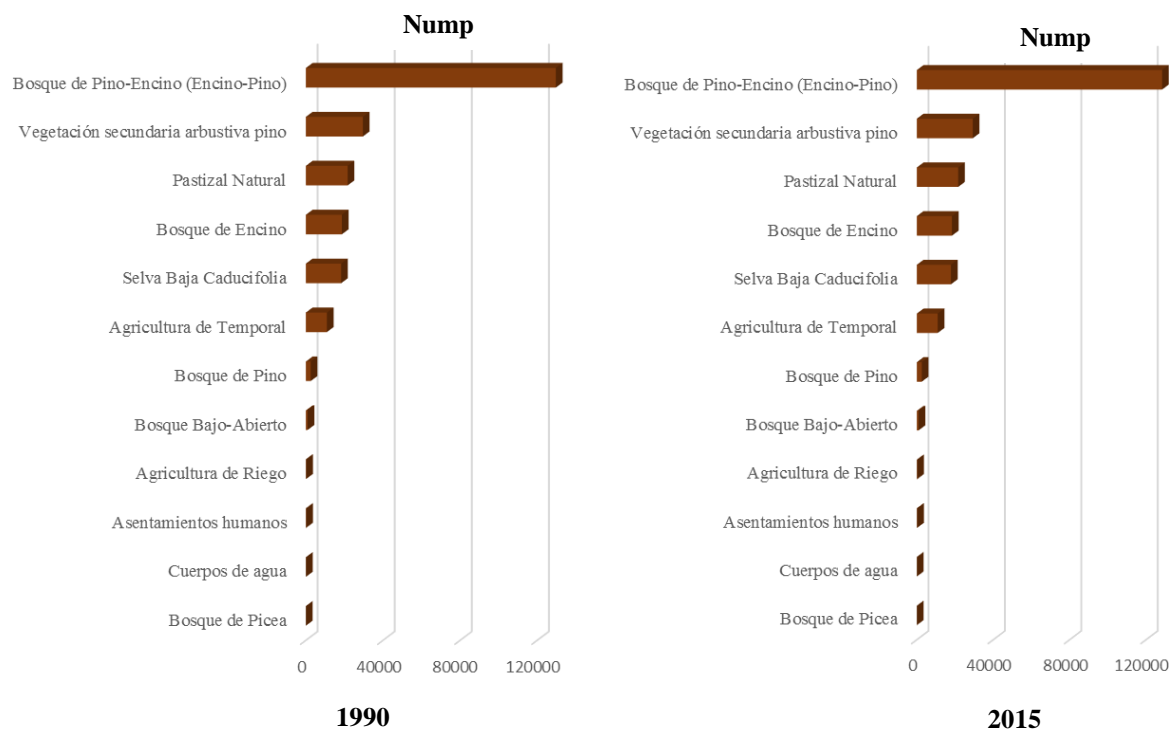
Frecuencia de medición

Cada 3 años

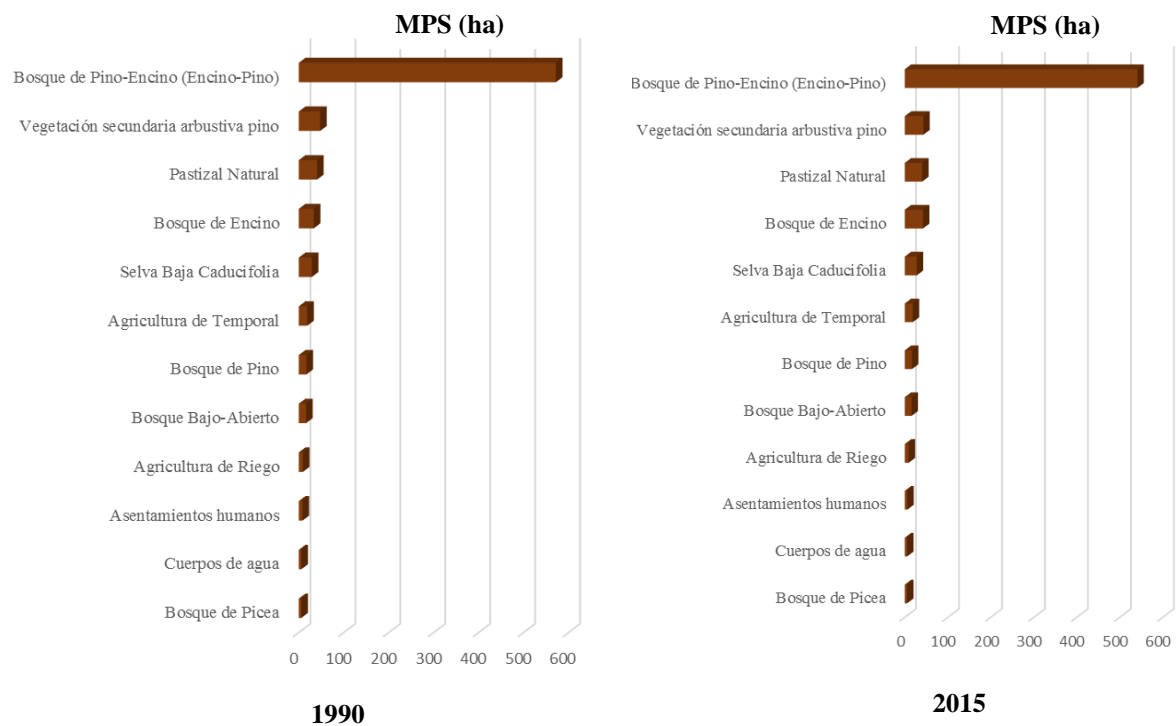
Línea base del indicador

Tipo de vegetación	AWMSI	ED	MPE	MPS	NumP	PSCoV	PSSD	CA
Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)	5.288	47.56	1528.256	9.000	128402.0	1479.900	133.193	1155635.
Selva Baja Caducifolia Vegetación secundaria arbustiva pino	11.776	16.17	3729.073	40.474	17894.0	1486.614	601.689	724237.1
Pastizal Natural	2.967	8.284	1166.209	5.542	29306.0	674.438	37.374	162400.9
Cuerpos de agua	2.937	5.719	1088.826	5.420	21669.0	1010.374	54.764	117449.3
Bosque de Encino	8.238	0.147	9162.669	43.096	66.0	205.095	88.387	2844.305
Asentamientos humanos	7.605	10.82	2428.080	18.548	18390.0	1107.604	205.442	341103.8
Agricultura de Temporal	3.031	0.207	4087.128	42.413	209.0	220.376	93.469	8864.399
Agricultura de Temporal	3.726	5.571	2098.143	15.841	10954.0	493.854	78.233	173525.3
Bosque de Pino	79.310	18.94	29986.007	541.287	2607.0	2670.660	14455.945	1411136.
Bosque Bajo-Abierto	3.753	0.795	3433.564	27.975	955.0	298.786	83.586	26716.28
Agricultura de Riego	1.777	0.067	1177.114	6.020	234.0	155.710	9.374	1408.657
Bosque de Picea	2.193	0.012	2600.671	16.823	19.0	87.675	14.750	319.646

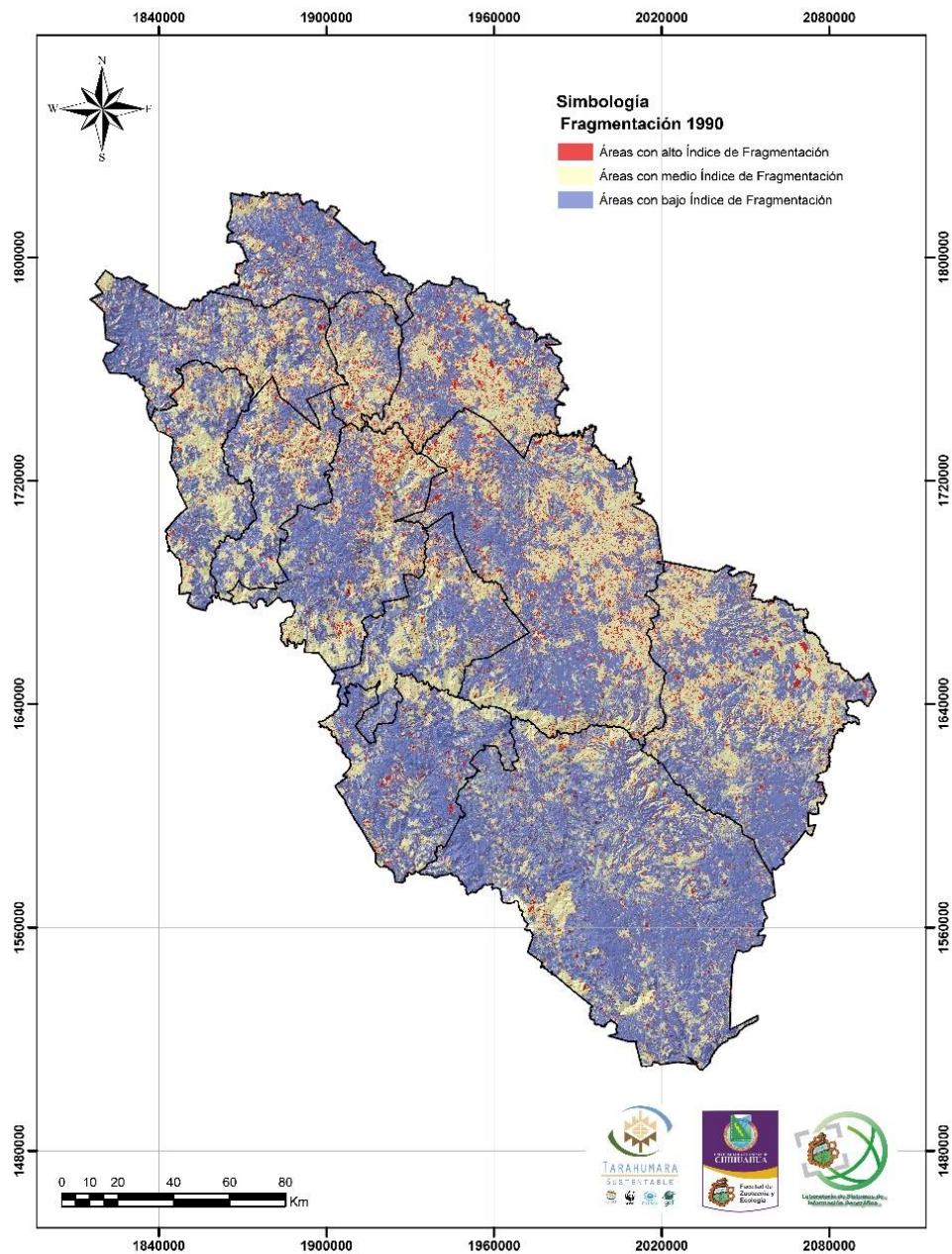
Descripción de las variables por sus siglas en inglés: AWMSI = Índice de forma promedio ponderado ED = Densidad de borde MPE = Media del borde del parche MPS = Tamaño medio de parche NumP = Número de parches PSCoV = Coeficiente de variación de tamaño de parches PSSD = Desviación estándar del tamaño de parches CA = Área total del tipo de vegetación.



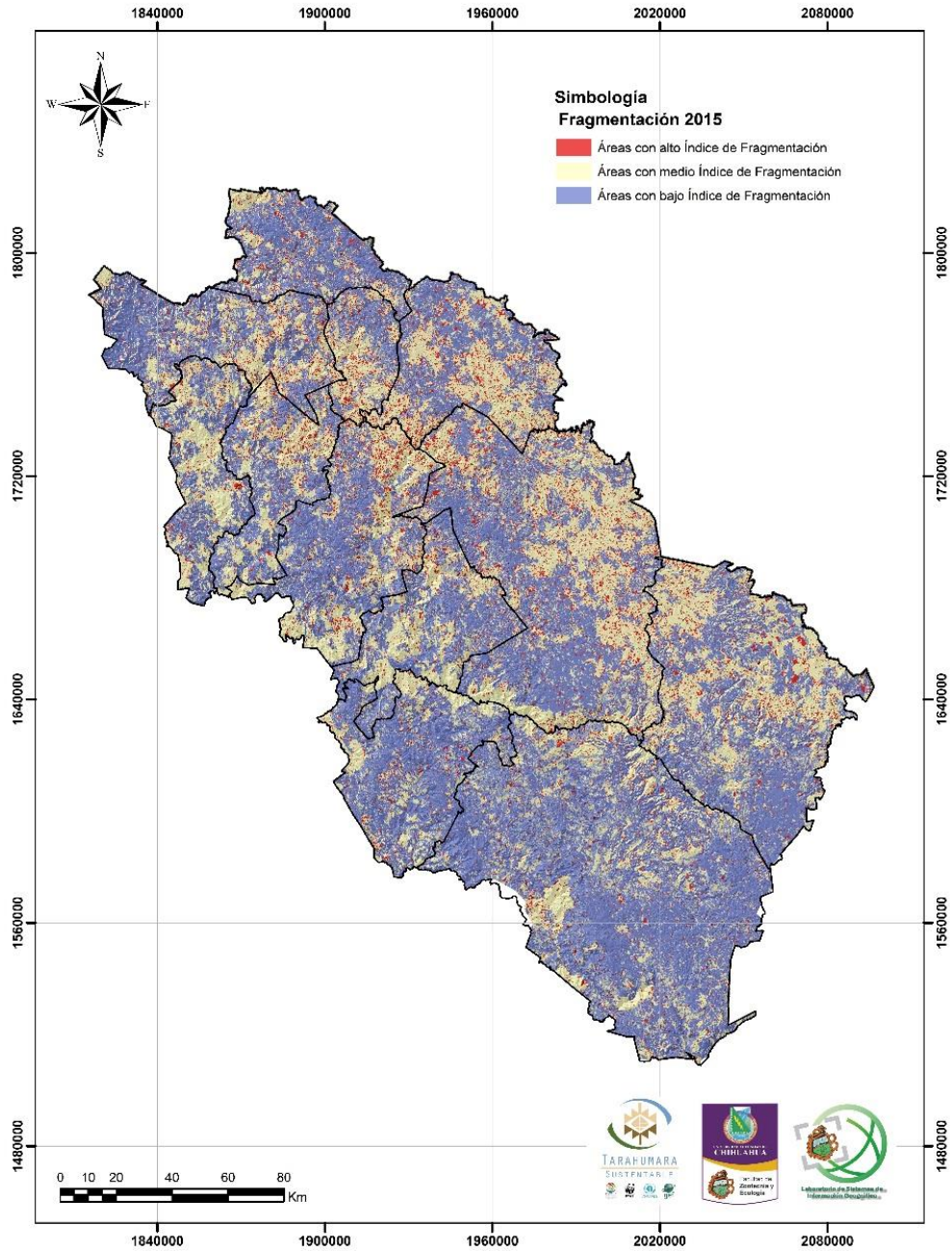
Contabilización del número de parches (**Nump**), para los años 1990 y 2015



Proporción del Tamaño Medio del Parche (**MPS**), para el periodo de evaluación 1990 – 2015.



Índice de fragmentación (bajo, medio y alto) del área de estudio en la Sierra Tarahumara al año 1990.



Índice de fragmentación (bajo, medio y alto) del área de estudio en la Sierra Tarahumara al año 2015.

Protocolo del Indicador Ambiental 4

INDICE DE DISTURBIO

Descripción breve

La degradación del bosque es más compleja de definir y de medir que la deforestación, la degradación del bosque es uno de los problemas más serios que enfrenta un ecosistema. Los efectos de la degradación ponen en riesgo los diversos servicios ecosistémicos y de biodiversidad que ofrecen las áreas forestales.

Unidad de medición

El índice es calculado en base a unidades de superficie hectárea, metros cuadrados, kilómetros cuadrados.

Relevancia del Indicador

La detección de disturbios forestales es un elemento importante para las actividades de manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas forestales. Además es un indicador clave en políticas relacionadas con los ciclos del carbono.

Justificación

De acuerdo a la FAO es necesario que los países en desarrollo dispongan de información sobre la degradación del bosque. La información sobre indicadores de degradación permitiría a las instituciones tomadoras de decisiones establecer programas de recuperación y destinar recursos financieros a políticas de prevención de la degradación, restauración y rehabilitación de los bosques degradados. Esta información permitirá supervisar la evolución de las alteraciones forestales, saber qué lugares están siendo afectados por la degradación, cuáles son las causas y cuál es la gravedad de sus efectos.

Obtención del Indicador

Se obtendrá del análisis de imágenes de satélite Landsat de acuerdo a la metodología propuesta por Healey et al., 2005 a través de técnicas basadas en percepción remota. Empleando la transformación Tasseled Cap, la cual reduce la dimensionalidad de los datos a tres dimensiones: brightness, greenness y wetness.

El IDF es una combinación lineal de la información generada por el Tasseled Cap (Crist & Cicone, 1984; Kauth & Thomas, 1976).

Para obtener el IDF primero se re-escalan los valores para cada banda, utilizando la desviación estandar del valor de la clase forestal como se muestra en la ecuación 1.

$$B_r = (B - B_\mu) / B_\sigma$$

$$G_r = (G - G_\mu) / G_\sigma$$

$$W_r = (W - W_\mu) / W_\sigma$$

Donde: B_r , G_r , W_r = re-escalado Brightness, Greenness y Wetness, B_μ , G_μ , W_μ = la media espectral forestal Brightness, Greenness y Wetness, B_σ , G_σ , W_σ = la desviación estándar espectral forestal Brightness, Greenness y Wetness.

El proceso de re-escalado normaliza los valores de los pixeles para poder llevar a cabo la siguiente operación algebraica.

$$IDF = B_r - (G_r - W_r)$$

Donde: IDF = Índice de Disturbio Forestal, B_r , G_r , W_r = re-escalado Brightness, Greenness y Wetness.

Fuente de Información

Imágenes multiespectrales del sensor Landsat Thematic Mapper (TM) y Landsat 8 OLI, adquiridas del Land Cover Facility Program, Earth Science Data Interface, <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>.

Crist, E. P., & Cicone, R. C. (1984). A physically-based transformation of Thematic Mapper data-the TM Tasseled Cap. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 22, 256– 263.

Kauth, R. J., & Thomas, G. S. (1976). The Tasseled Cap – a graphic description of the spectral – temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. Proceedings second ann. symp. machine processing of remotely sensed data. West Lafayette' Purdue University Lab. App. Remote Sensing.

Healey, P. S., Cohen, W.B., Zhiqiang, Y., Krankina, O.N. 2005. Comparison of tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. Remote Sensing of Environment 97:301-310.

Frecuencia de medición

Anual

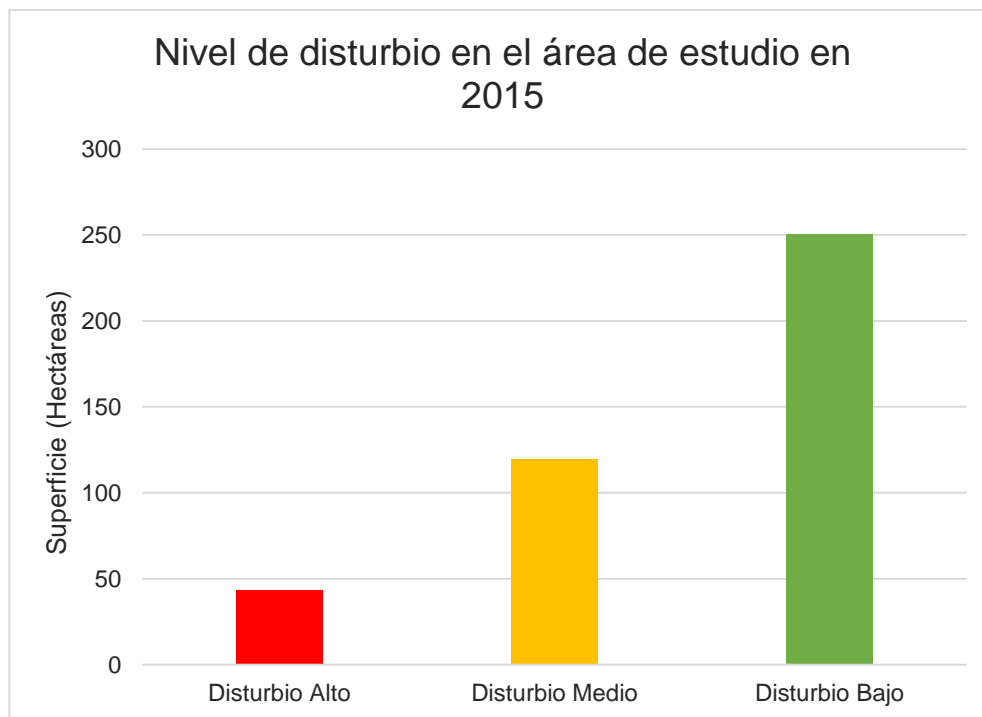
Línea Base del Indicador

Rangos de clasificación para el índice de disturbio 2015

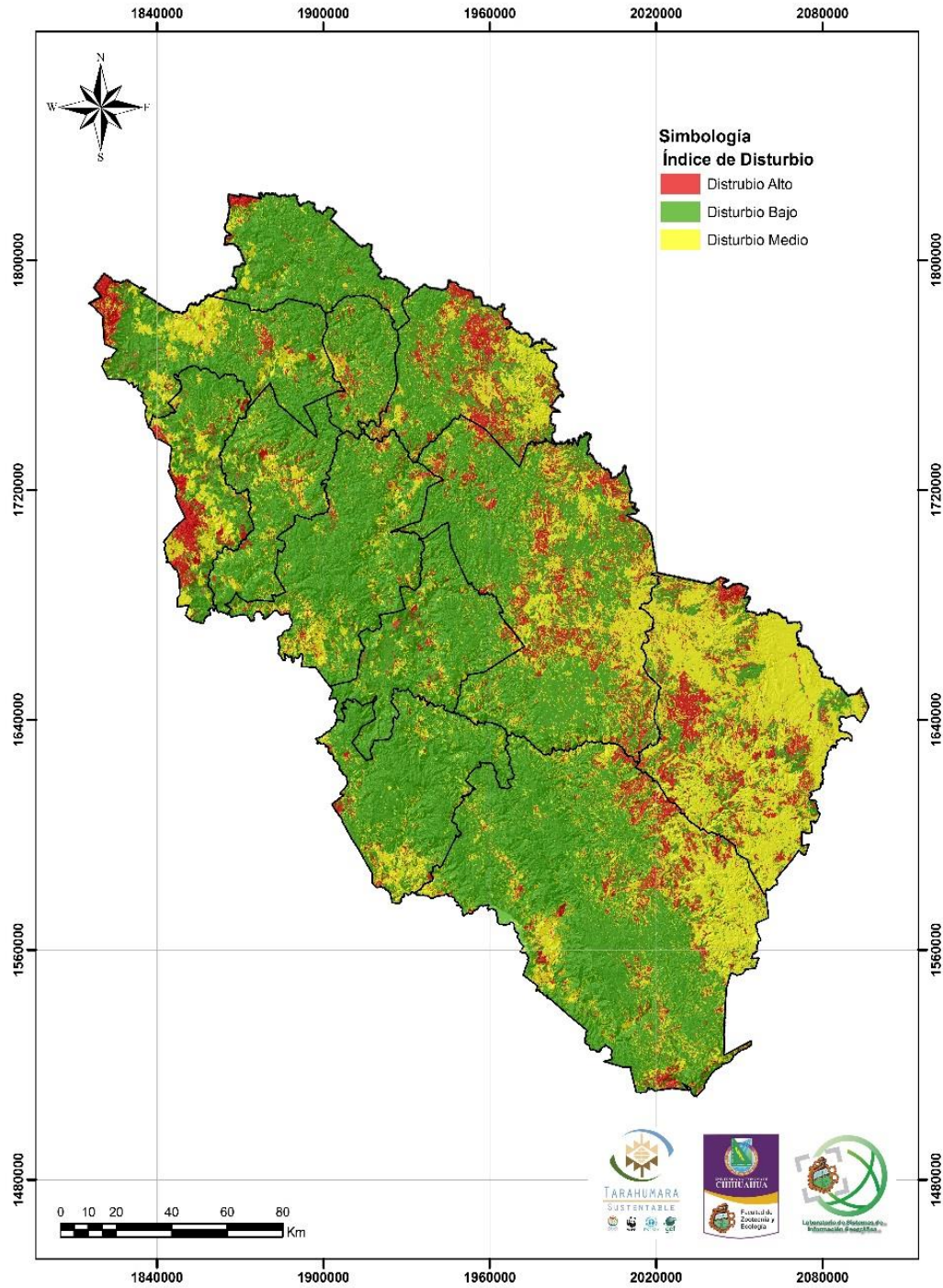
Rango	Clase
-7.66 - 0.5	Disturbio Bajo
0.5 - 3.002	Disturbio Medio
3.002 - 14.09	Disturbio Alto

Superficie en hectáreas de los tipos de Disturbio en el 2015

Tipo	Superficie (Ha)	%
Disturbio Alto	43.3	10.47
Disturbio Medio	119.4	28.89
Disturbio Bajo	250.5	60.62



El índice de disturbio genera una imagen donde presenta por colores el área perturbada o degradada. De esta forma es posible el cálculo de superficies afectadas.



Distribución de superficie de las clases de disturbio generadas mediante técnicas Tasseled Cap sobre imágenes del sensor Landsat OLI8.

Protocolo del Indicador Ambiental 5

EROSIÓN DEL SUELO

Descripción breve

Perdida de suelo en el tiempo por procesos de arrastre de sedimentos en un espacio geográfico determinado, causado principalmente por el movimiento del agua.

Unidad de Medición

Superficie (hectareas) para cada nivel de erosión.

Justificación

De acuerdo a datos que reporta la UNAM, el 45 % del suelo en México, presenta algún tipo de erosión o degradación. El suelo es el sustrato que permite el desarrollo de diversas actividades productivas de una región, la materia orgánica que se encuentra en la parte superficial es uno de los elementos más importantes en el desarrollo de la actividad biológica y es la primera que se pierde por acciones de la erosión hídrica. La expansión urbana, ganadería, agricultura y la actividad forestal son algunas causantes del deterioro de los suelos. En este sentido, es necesario contar con herramientas de diagnóstico que permitan mapear el grado de erosión en la que se encuentra inmersa la región de la Sierra Tarahumara.

Metodología para la Obtención del Indicador

La erosión hídrica potencial se puede estimar con modelos empíricos de predicción, como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) la cual fue desarrollada para predecir pérdidas de suelo promedio anual por hectárea (Wishmeier y Smith, 1978). Para obtener la ecuación la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo se utiliza la siguiente ecuación:

$$A=R*K*LS*C$$

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).

LS= Longitud de la pendiente y grado de pendiente (adimensional) (Factor LS)

C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).

Erosividad de la lluvia (Factor R)

Representa la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas del suelo (Loredo, 2007).

En México y en muchas otras regiones del mundo se tiene poca información sobre la intensidad de lluvia, por lo que se han desarrollado modelos empíricos alternativos para la estimación de R en función de otros parámetros de la lluvia, Para estimar el factor R se emplearon las ecuaciones propuestas por Cortés (1991), de acuerdo a las regiones de isoerosividad mostradas en la Figura 1.

Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

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

Con base en la ecuación de erosividad de la lluvia localizada en la región 6 donde se encuentra el área de interés se utilizó un valor de 2212.6.



Mapa de isoerosividad para la República Mexicana (Cortes, 1991).

Erosionabilidad (Factor K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse, a mayor erosionabilidad menor resistencia a la acción de agentes erosivos. La erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de hierro y aluminio. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente a la estabilidad estructural (Loredo, 2007). La cuantificación del Factor K se realizó con la metodología propuesta por la FAO (1980), donde dicho factor se calcula a partir de la textura superficial, utilizando tres grupos estructurales: gruesa, media y fina y la unidad de suelo a la que pertenece. El Factor K se integró a un SIG asignando los valores del factor correspondientes a cada unidad de suelo en el mapa de Edafología-ST. La ventaja de este método radica en la disponibilidad de información, considerando que los mapas de edafología del INEGI coinciden con la información de la clasificación del suelo de FAO.

Valores del factor de erosividad (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

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)	Podzoluisol(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 tionario	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)	Nitosol(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 géllico	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 géllico	0.053	0.079	0.026
X (h,k,l,g,t)	Xerosol (cálcico, háplico,lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gipsico, takirico)	0.053	0.079	0.026
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

Longitud y grado de pendiente (Factor LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo (Sagarpa, 2014). 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

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%).

Para determinar el Factor S.

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L}$$

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m).

L = Longitud del terreno (m).

Cubierta vegetal (Factor C)

La cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y a los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que brinda protección contra la acción de los agentes erosivos (Loredo, 2007).

Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal, de la densidad de la cobertura en el suelo y la densidad de raíces (Figueroa et. al. 1991); los bosques son los más efectivos, aunque un pastizal en buenas condiciones puede tener las misma eficiencia (Loredo, 1994). I.C.O.N.A. (1982) propone el uso de las talas para determinar el valor de C.

Valores de C.

I.C.O.N.A. (1982)	
Tipo de cubierta	Valor de 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

Erosión

Los datos se procesaron en el Software ArcGis 9.3®. Cada uno de los valores de los factores que componen la ecuación de la pérdida de suelo de acuerdo a las características del área de estudio. Esto se llevó a cabo a través del manejo de capas de información geográfica. Las capas de información geográfica provienen del INEGI escala 1:250,000 a excepción del Modelo Digital de Elevación (MDE) el cual es escala 1:20,000. Las capas utilizadas fueron:

Capas de información geográficas utilizadas.

Capa de información geográfica	Año	Factor a obtener
Capa con valor especificado del factor R	2000-2010	R
Edafología INEGI SERIE I	2004	K
Pendientes del CEM 3.0	2015	L,S
Uso del suelo y vegetación Serie V	2011	C

A cada capa de información geográfica se agregaron los valores correspondientes de cada factor de la EUPS. Estos valores se basaron en las formulas y tablas presentadas anteriormente para obtener cada uno de los factores de la EUPS (R,K,L,S,C).

Una vez creadas las nuevas capas de información geográfica con los valores de los factores de la EUPS, se unieron entre sí para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área de estudio. Los resultados se clasificaron en grupos o niveles de erosión compuestos por rangos de toneladas por hectárea al año. Dicha

clasificación se identifica por los siguientes niveles: asignados para clasificar la 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 (Muy severa)	Más de 200 Ton/ha/año

Fuente de Información

- Cortes, T., H.G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en Mexico utilizando metodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Golefio de Psgraduados, Montecillos, Mexico. 168 p.
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. FAO, Roma. 86 p.
- Figuroa, s. B., A Amante O., H. G. Cotes T., J. Pimentel L., E.S. Osuna C., Rodriguez O. J. M. y Morales F.F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional de estudios de zonas aridas y semiaridas. 150p.
- Loredo O., C. 1994. Efecto de la reforestación sobre el control de la eosión hidrica. Tesis de maestria en ciencias. UAAAN. 105 p.
- Loredo-Osti C., S. Beltran Lopez, F. Moreno Sanchez, M. Casiano Dominguez. 2007. Riesgo a la erosión hidrica y proyección de acciones de manejo y conservación de suelo en 32 microcuencas de San Luis Potosi. Libro Tecnico No. 3. INIFAP.CIRNE- Campo experimental San Luis Potosí, S. L. P. México. 209 p.

SAGARPA. 2014. Estimación de la erosión del suelo. Consultado el 10 septiembre de 2015 en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf> y en;

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/cursotallerdesarrollocapacidadessueloaguavegetacion2.aspx>

Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA, Agriculture Handbook 537. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Frecuencia de Medición

Cada 5 a 10 años

Último año de Medición

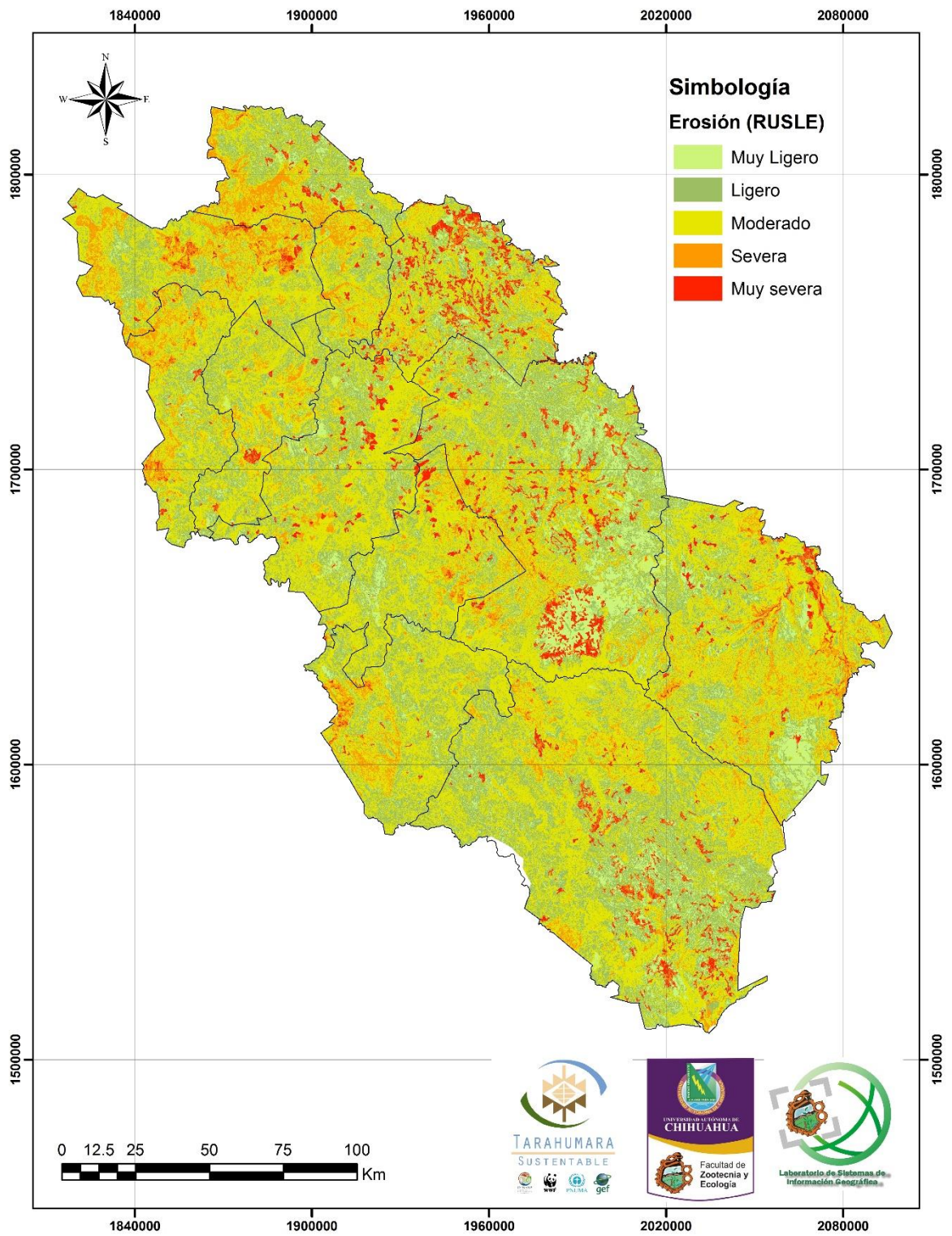
2016, fecha en que se generó el indicador.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Forestal	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

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



Mapa de erosión generado a través de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo

Protocolo del Indicador Ambiental 6

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

Descripción breve

Es una herramienta que permite asignar un valor de calidad al agua a partir del análisis de diferentes parámetros. Es utilizado para detectar el nivel de contaminación por la influencia de parámetros físicos, químicos y biológicos.

Unidad de Medición y Escala

El ICA, escala entre 0 (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad).

Justificación

La problemática de la disponibilidad de agua empeora si consideramos que mucha de la que se podría utilizar no tiene las características necesarias o bien está contaminada. La calidad de ésta depende del uso que se le pretende dar, así que resulta complicado definir una forma única de medir su calidad (SEMARNAT, 2014). La calidad del agua depende de los materiales y sustancias que lleva disueltos o en suspensión, y los organismos que ahí se encuentran. Ejemplo: potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), cantidad de partículas suspendidas (SST, turbidez), cantidad y tipo de sales disueltas (SDT, CE), presencia y concentración de compuestos tóxicos y bacterias (DQO, DBO, Coliformes fecales, aniones, cationes, elementos traza).

Obtención del Indicador

Para el cálculo se utiliza el método desarrollado por Brown et al., (1972), mediante la modificación realizada para 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 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, C.G., 2001).

Fuente de Información

Brown R.M., McClelland, N.J., Deininger, R.A., O'Connor, M.F., 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

Cude, C.G., 2001, Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 31, No.1, p. 125- 137

EPA. 2012. Environmental Protection Agency. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

NOM. 1994. Salud Ambiental, Agua Para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización.

SEMARNAT. Agua. Consultado 16 de Diciembre 2014. 82-101. En: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documentos/05_serie/yelmedioambiente/4_agua_v08.pdf

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

Frecuencia de medición

Cada 2 años

Ultimo año de medicion

2015-2016

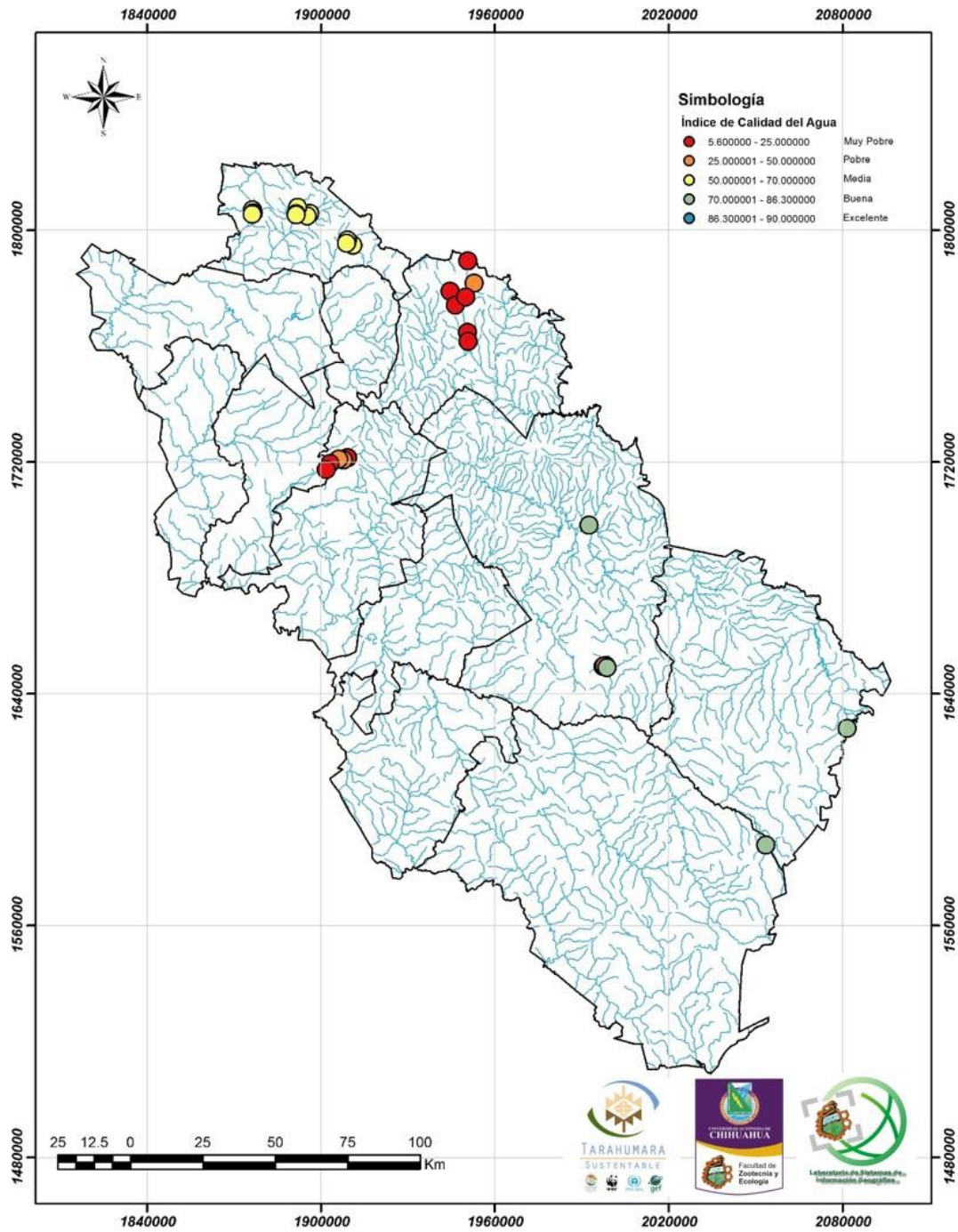
Alcance del indicador

Sistema	Ejido	Municipio	Estado	País
Ambiental, sanitario	x	x	x	

Línea base del Indicador

Resultados de los parámetros físico-químicos así como del índice de calidad de agua realizado en agua de ríos de los municipios de Ocampo, Bocoyna, Balleza, Urique y Guachochi

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	
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
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
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
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
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
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
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
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
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



Distribución de los Índices de Calidad de Agua en 32 sitios de muestreo en la Sierra Tarahumara.

Protocolo del Indicador Ambiental 7

ÍNDICE DE SEQUÍA

Descripción breve

La sequía puede definirse como la ausencia prolongada, recurrente y con deficiente distribución de la precipitación en un determinado lugar. Se determina mediante el Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) que consiste en el ajuste de una serie de precipitación con una distribución teórica apropiada y su posterior transformación a una distribución normal estandarizada.

Unidad de Medición

Valor de índice y hectáreas y/o porcentaje

La precipitación se mide en milímetros de lluvia mensual y anual

Justificación

La causa principal de las sequías es una deficiencia en la precipitación; su distribución e intensidad afectan los flujos en ríos y arroyo y el almacenamiento en cuerpos de agua. Esta deficiencia de escasez del agua necesaria para el funcionamiento de los ecosistemas naturales tiene consecuencias en los diferentes servicios ecosistémicos de la Sierra Tarahumara. Su frecuencia y severidad está afectando el estado de salud de los bosques, incremento de incendios y plagas y consecuencias importantes para la agricultura y ganadería en la región. El conocimiento de las condiciones oscilantes de la precipitación y la frecuencia y magnitud de las sequías ayudará a comprender futuros escenarios de precipitación para así establecer planes de mitigación y adaptabilidad a sus impactos. Una opción para el monitoreo de la sequía es a través de la construcción del Índice Estandarizado de Precipitación (IEP).

Metodología para la Obtención del Indicador

La sequía puede ser caracterizada a través del IEP basado en la información meteorológica. Para ello se utilizan los datos de las estaciones climáticas que cuentan con un historial de al menos 30 años de registro de precipitación mensual acumulada, necesaria para el análisis. 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.

Clasificación del IEP por su valor y magnitud.

VALOR IEP	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)

Fuentes de Información

Centro de Investigaciones Sobre la Sequía (CEISS). 2006. Datos del IEP para el estado de Chihuahua.

CIDRS. 2012. Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable. Avances en las acciones del Gobierno Federal en apoyo a la población afectada por la sequía (2011-2012). Estados Unidos Mexicanos. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estaciones automáticas. Consultado 22 oct. 2015.

<http://smn.cna.gob.mx/emas/>

INIFAP, 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). 1a Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, Chih. México.

Núñez L. D., Muñoz C. Reyes V. Velasco, I. y Gadsden H. 2007 “Caracterización, de la sequía a diversas escalas de tiempo en Chihuahua, México.”

Pinedo- AC, Hernández-QNS, Melgoza-CA, Rentería-VM, Vélez-SVC, Morales-NC. 2013. Diagnóstico Actual y Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.

Frecuencia de medición

Anual y bajo varias escalas temporales (mensual, trimestral, semestral, anual, etc)

Ultimo año de medición

2015

Alcance del Indicador

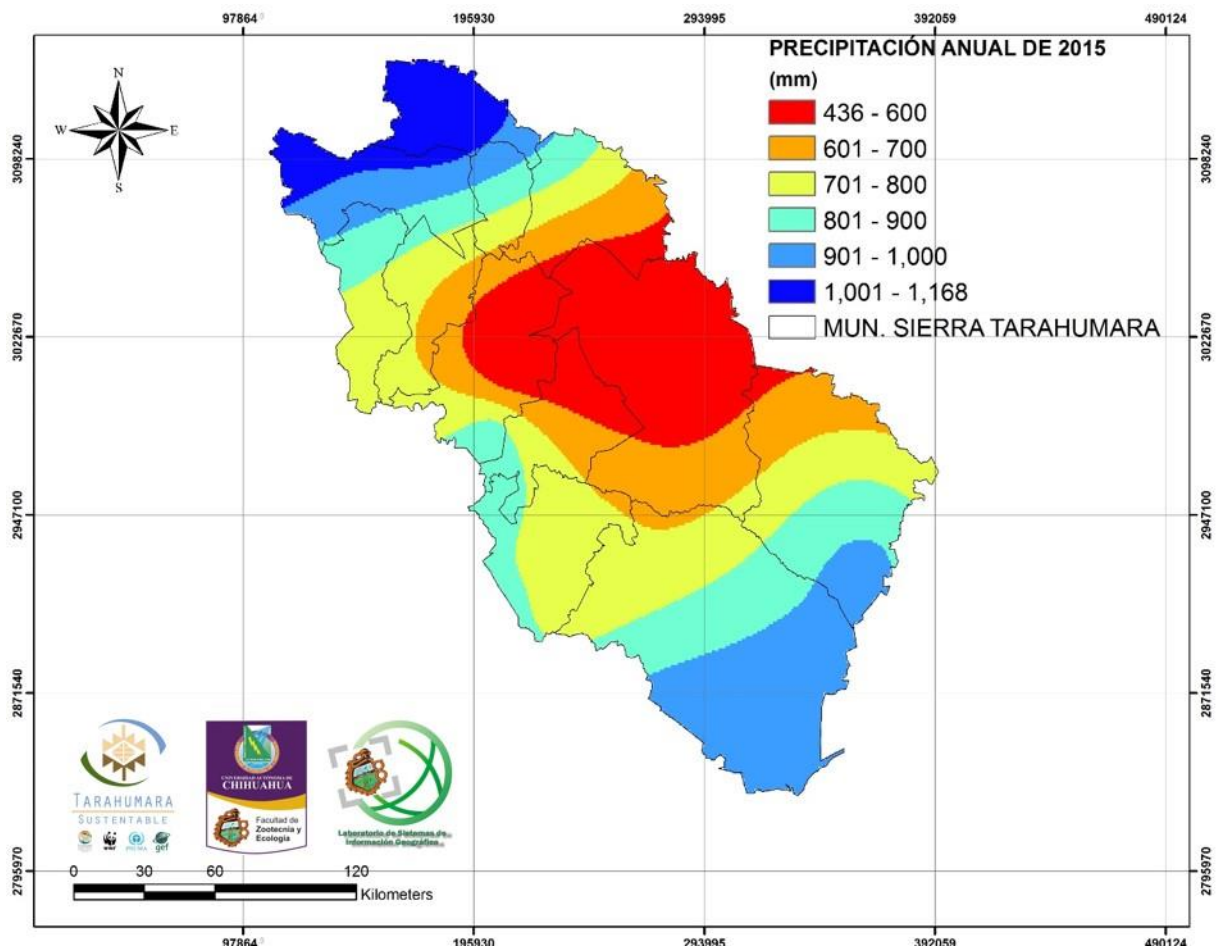
Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Forestal, agrícola, pecuario		x	x	

Linea base del indicador

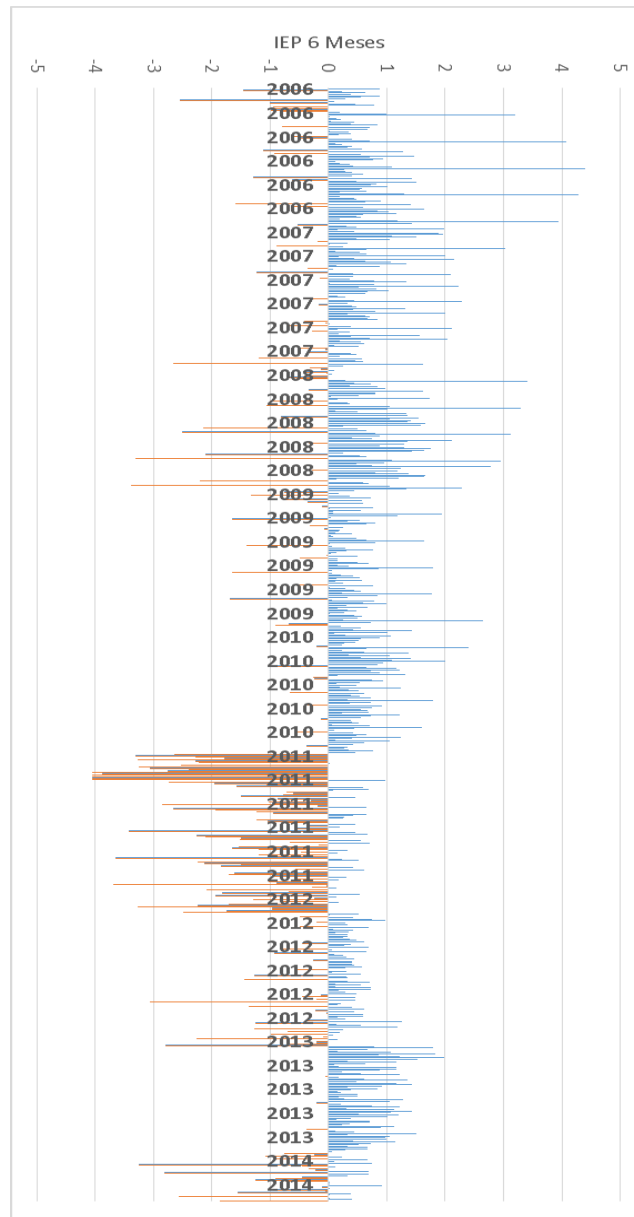
Datos de precipitación de 10 estaciones meteorológicas distribuidas en el área de influencia de la ST.

CONAGUA, 2015. Estaciones automáticas. Consultado 22 oct. 2015. <http://smn.cna.gob.mx/emas/>

INIFAP, 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). 1a Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua, Chih. México.



Mapa derivado de la precipitación pluvial del año 2015 y su distribución en la ST. Base para estimar el Índice de Sequía.



Clinograma del Índice Estandarizado de Precipitación (IEP) para la región templada de la Sierra Tarahumara.

ANEXO 8.4

PROTOCOLOS DE INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Fichas de Indicadores Socioeconómicos

Indicador 1. Índice de Rezago Social

Indicador 2. Índice de Marginación

Indicador 3. Índice de Gini

Indicador 4. Índice de Desarrollo Humano

Indicador 5. Comunidades indígenas

Indicador 6. Gobernadores indígenas

Indicador 7. Tenencia de la tierra

Indicador 8. Políticas y leyes relacionadas con los bosques

Indicador 9. Acceso de comunidades-hogares al agua saludable y suficiente

Indicador 10. Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable

Protocolo del indicador 1

INDICE DE REZAGO SOCIAL (IRS)

Descripción Breve

El ÍRS es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. Los resultados del IRS se presentan también mediante el Grado de Rezago Social, este bajo cinco estratos; muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Unidad de Medición

Valores de índice de < 0 a 5. Los índices de rezago social también se interpretan y manejan en los cinco estratos del Grado de Rezago Social. La relación de las valoraciones es;

-2 a -1	Muy bajo
-1 a -0.5	Bajo
-0.5 a 0	Medio
0.0 a 1.0	Alto
>1.0	Muy alto

Justificación

El IRS está directamente relacionado con la medición de la pobreza. Básicamente, se considera que la pobreza es una forma de privación, una incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales.

Obtención del Indicador

Dado que la Ley General de Desarrollo Social establece que la medición de la pobreza debe considerar el carácter multidimensional de la pobreza, el CONEVAL construyó el Índice de rezago social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar. El uso de los valores de los índices es simple y se obtienen de la página EXCEL editada por CONEVAL. El mapeo para una visión y análisis sinóptico se realiza mediante técnicas de interpolación geoestadística utilizando programas de Sistemas

de Información Geográfica. Los procedimientos específicos están vertidos en el Anexo Técnico Metodológico para desarrollar los mapas de pobreza en México del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Fuente de Información

La línea base de información está contenida en la vía acceso [http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informe Pobreza Chihuahua](http://www.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informe_Pobreza_Chihuahua), Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). También se puede acceder a través de www.coneval.gob.mx/Medicion/IRS/.../Índice-de-Rezago-social.

Frecuencia de Medición

Anual

Ultimo Año de Medición

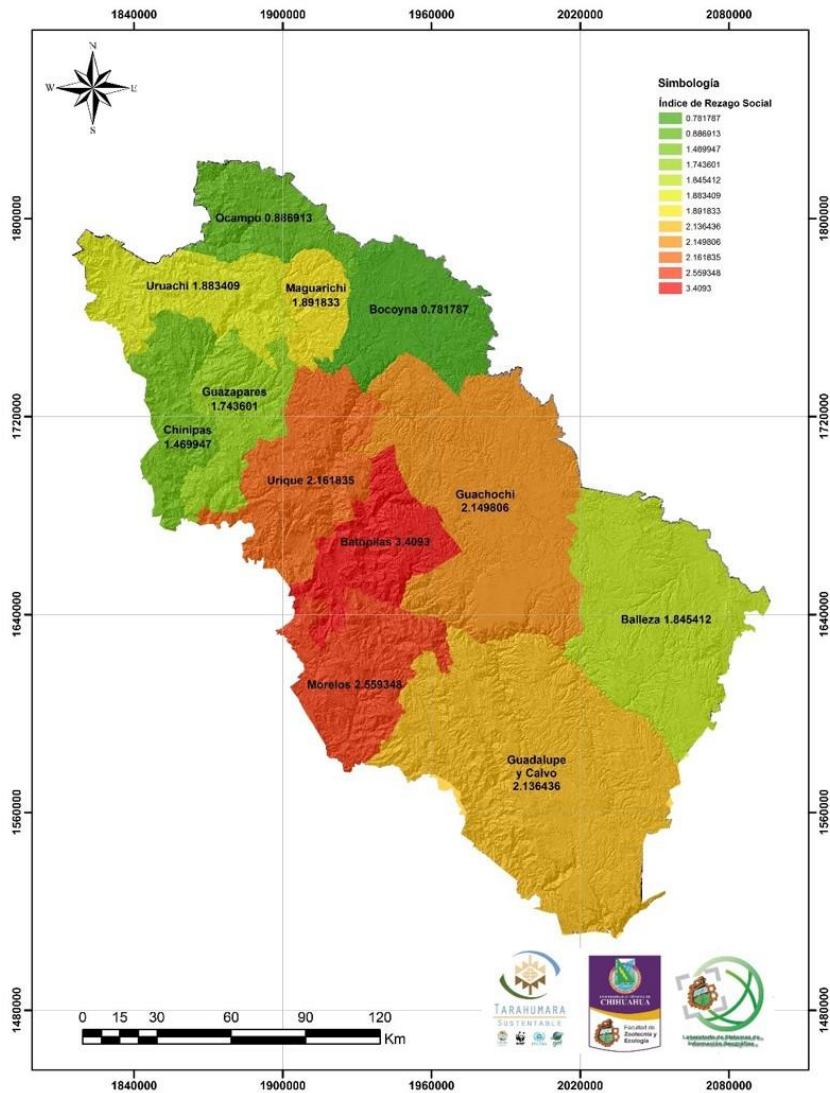
2015

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Socioeconómico		x	x	

Línea Base del Indicador

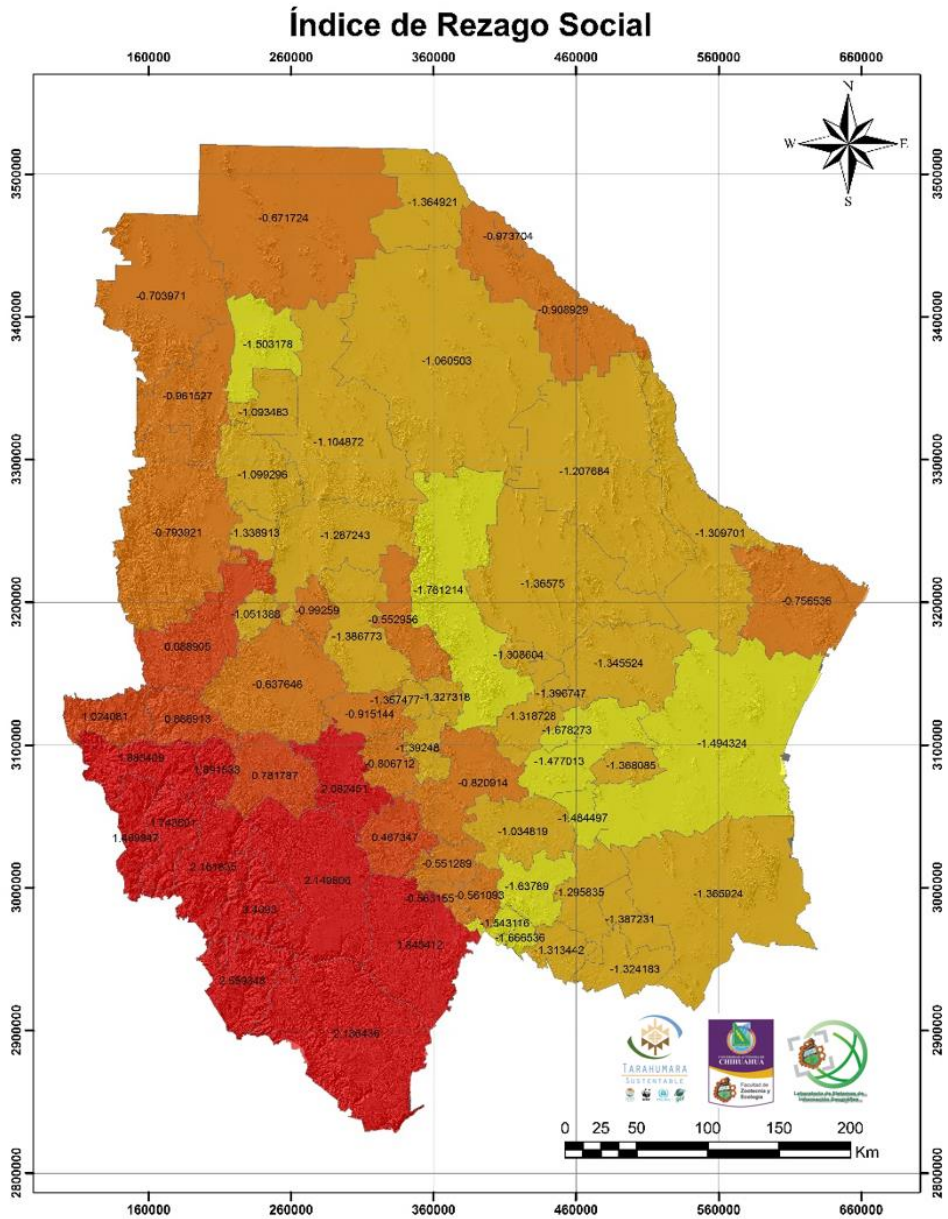
Municipio	Índice de rezago social	Grado de rezago social
Balleza	1.84541	Alto
Batopilas	3.40930	Muy alto
Bocoyna	0.78179	Alto
Chínipas	1.46995	Alto
Guachochi	2.14981	Muy alto
Guadalupe y Calvo	2.13644	Muy alto
Guazapáres	1.74360	Alto
Maguarichi	1.89183	Alto
Moris	1.02408	Alto
Ocampo	0.88691	Alto
Urique	2.16184	Muy alto
Uruachi	1.88341	Alto



Mapa del Índice de Rezago Social (IRS) 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara.

Valores de IRS.

Valor del índice	Nivel de resago social
-2 a -1	Muy bajo (verde)
-1 a -0.5	Bajo (café)
-0.5 a 0	Medio (naranja)
0.0 a 1.0	Alto (rojo)
>1.0	Muy alto (rojo)



Mapa del Índice de Rezago Social 2015 de los doce municipios de la Sierra Tarahumara y su perspectiva en el entorno de los demás municipios del estado de Chihuahua.

Protocolo del Indicador Socio_Económico 2

INDICE DE MARGINACIÓN

Descripción breve

Según CONAPO (2012), el índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar localidades del país 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.

Unidad de Medición

Valores de 0 a 1. De acuerdo con la nueva metodología del PNUD 2014, para el estado de Chihuahua se reportan los siguientes umbrales:

Bajo = (0.361848-0.590096)

Medio = (0.590097-0.644855)

Alto = (0.644856-0.696213)

Muy alto = (0.696214 - 0.917404)

Justificación

La marginación es un fenómeno estructural que “se expresa, por un lado, en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva y en las regiones del país y por el otro, en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios. El Índice de Marginación permite ordena los municipios y las localidades, con base en las carencias que enfrenta la población. El indicador identifica y ordena geográficamente aquellas partes de la entidad o de los municipios que tienen mayores rezagos en las carencias consideradas. La clasificación se hace por medio de una técnica de estratificación que no permite reconocer la influencia de cada uno de los factores. La clasificación se hace por medio de una técnica de estratificación que no permite reconocer la influencia de cada uno de los factores.

Obtención del Indicador

El Índice de Marginación (IM) utiliza la técnica de componentes principales para obtener una medida que agregue las cuatro dimensiones, vivienda, ingresos por trabajo, educación y distribución de la población, incluidas en nueve indicadores,

consideradas de la marginación. Con respecto a la intensidad de la pobreza, es posible calcular las brechas de las observaciones con respecto a una “línea de pobreza”, que debe determinarse previamente.

Fuente de Información

Comité Técnico para la Medición de la Pobreza, “Medición de la pobreza: variantes metodológicas y estimación preliminar”, en Miguel Székely (coord.), 2005, *Números que mueven al mundo: la medición de la pobreza en México*, Sedesol, CIDE, ANUIES, Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 910.

INEGI, 2001, Índices de marginación 2000, Conapo, México.

CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010

Frecuencia de Medición

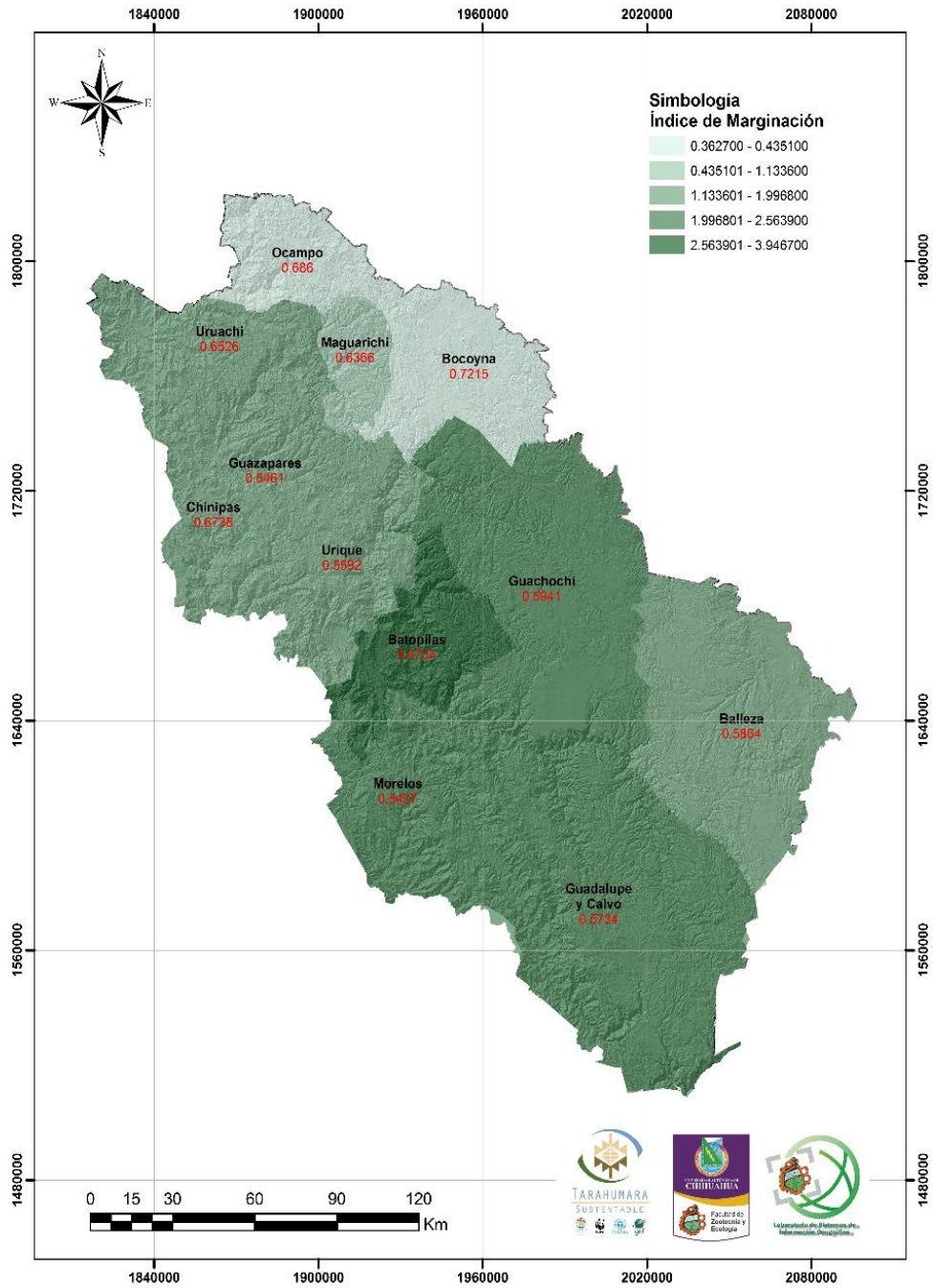
Se basa en la disponibilidad de los datos censales que están disponibles en intervalos muy largos.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Socioeconómico		x	x	x

Línea Base del Indicador

MUNICIPIO	IM
Ocampo	0.435100
Uruachi	1.887300
Bocoyna	0.362700
Maguarichi	1.133600
Chinipas	1.903200
Guazapares	1.710800
Guachochi	2.383300
Urique	1.874700
Batopilas	3.946700
Balleza	1.996800
Morelos	2.504000
GpeyCalvo	2.563900



Mapa del Índice de Marginación de los doce municipios de la Sierra Tarahumara

Protocolo del Indicador Socio_Económico 3

INDICE DE GINI

Descripción Breve

Considerado como una medida de desigualdad, el índice de Gini se utiliza para medir la desigualdad en ingresos. 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 nacional, regional y local.

Unidad de Medición

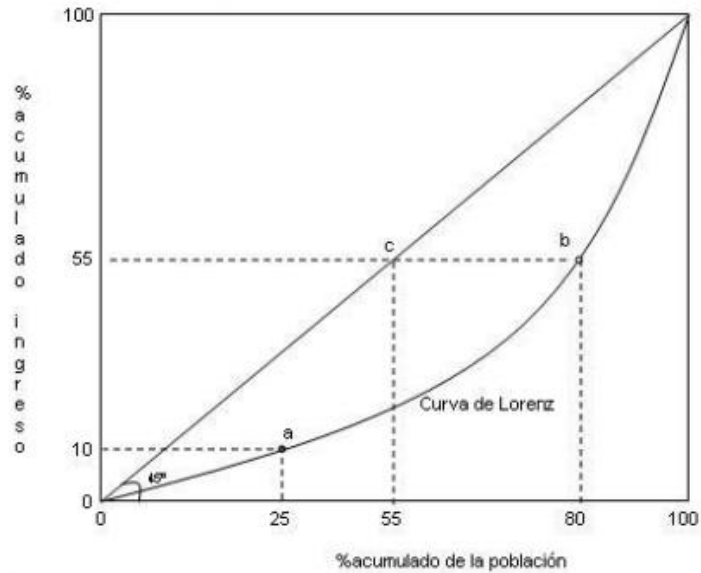
El índice fluctúa entre 0 y 1, en donde 0 corresponde con la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y donde el valor 1 corresponde con la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos y los demás ninguno). También se utiliza el coeficiente de Gini expresado en porcentaje y multiplicado por 100.

Justificación

Al igual que otros indicadores de medición de pobreza, este Índice se incluye en este grupo de indicadores. Básicamente, se considera que la pobreza es una forma de privación, una incapacidad para satisfacer las necesidades más fundamentales. Permite conocer las condiciones de desigualdad de un municipio y compararlo con otros municipios.

Obtención del Indicador

El índice o coeficiente de GINI se basa en la Curva de Lorenz, que es una curva de frecuencias acumulada que compara la distribución empírica de una variable con la distribución uniforme (de igualdad). Esta distribución estaría representada por una línea diagonal. Cuanto más se aleja la curva de Lorenz de esta línea, mayor es la desigualdad. La curva de Lorenz representa, en el eje horizontal, los porcentajes de la población y en el eje vertical, los porcentajes de ingreso obtenido. En esa curva el 0 por ciento de la población tiene el 0 por ciento del ingreso y el 100 por ciento de la población disfruta de todo el ingreso. Así, una curva de Lorenz va de una esquina del cuadrado unitario a la esquina opuesta.



Fuente de Información

Diferentes instituciones y centros de investigación calculan este índice, a partir de información del INEGI y CONAPO.

Línea Base del Indicador

Municipio	GINI
Ocampo	0.389132
Uruachi	0.434812
Bocoyna	0.462992
Maguarichi	0.424834
Chínipas	0.397252
Guazapares	0.489970
Guachochi	0.549453
Urique	0.485271
Batopilas	0.408146
Balleza	0.448633
Morelos	0.420154
Guadalupe y Calvo	0.463683

Frecuencia de Medición

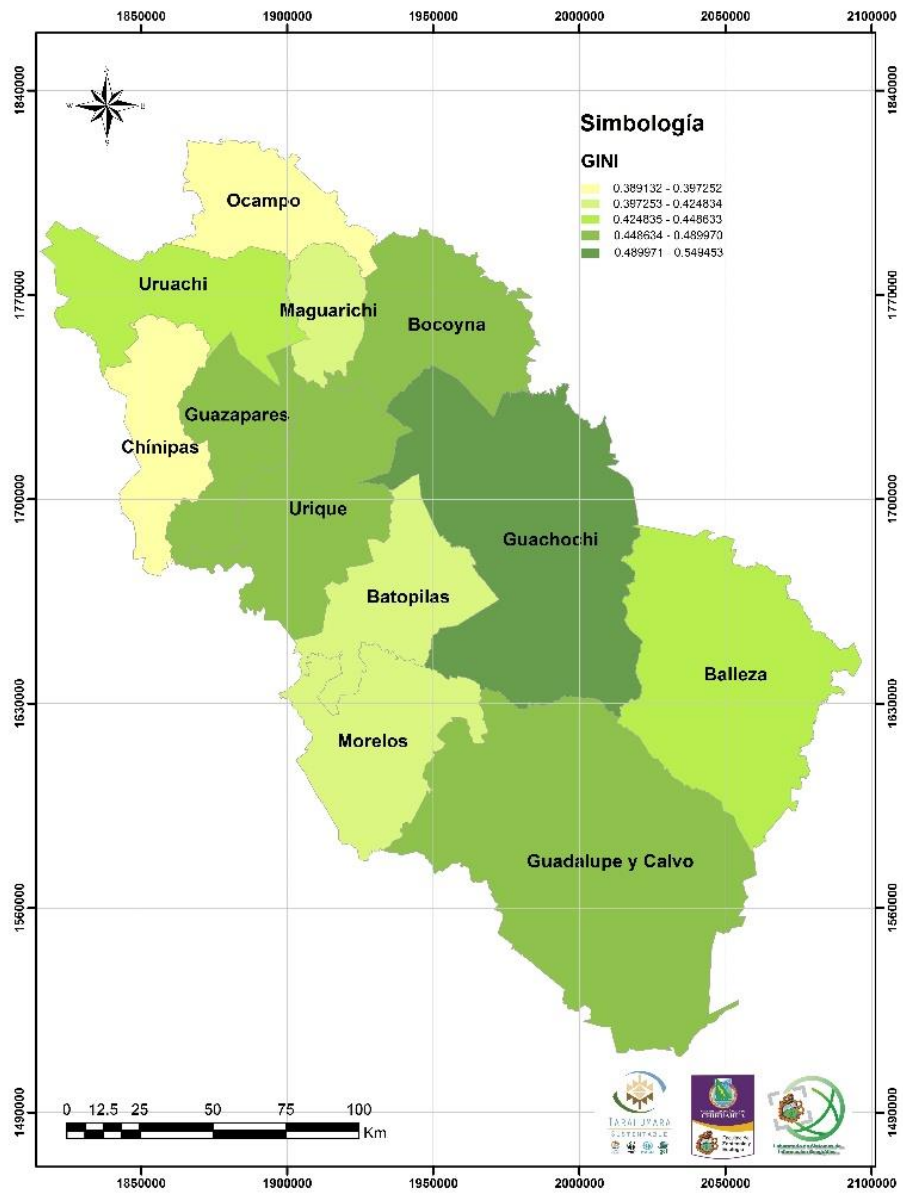
Alineado al Censo de población y vivienda.

Ultimo Año de Medición

2005

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Socioeconómico		X	X	X



Mapa del Índice de GINI de los doce municipios de la Sierra Tarahumara

Protocolo del Indicador Socio_Económico 4

INDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)

Descripción breve

De acuerdo con Naciones Unidas (2014), el índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador de desarrollo de un país, estado o municipio. Este indicador permite observar el crecimiento económico y su desempeño en los ámbitos sociales de salud y educación. En el 2014 el Programa de las Naciones Unidas oficina de México reporta el panorama del desarrollo humano de México en el 2010, y provee resultados de la primera estimación del IDH a nivel municipal utilizando la nueva metodología propuesta en el *Informe sobre Desarrollo Humano 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano* (PNUD, 2014).

Unidad de Medición

Valores de 0 a 1. De acuerdo con la nueva metodología del PNUD 2014, para el estado de Chihuahua se reportan los siguientes umbrales:

Bajo = (0.361848 - 0.590096)

Medio = (0.590097 - 0.644855)

Alto = (0.644856 - 0.696213)

Muy alto = (0.696214 - 0.917404)

Justificación

El IDH es un indicador de carácter internacional, mide el progreso de las naciones en función de la salud, la educación y el ingreso. El IDH sirve como guía para evaluar las decisiones de política seleccionadas en periodos anteriores y definir prioridades. 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. Es importante tener presente que el índice económico está en función de las actividades productivas, las cuales por lo general, son de carácter extractivo. Por lo tanto, conocer el IDH ayuda a entender si la degradación de los ecosistemas a causa de las actividades económicas mejora la salud y la educación de los pobladores de un país, región, o municipio. Por lo tanto el IDH sirve como indicador en la toma de decisiones y diseño de programas que garanticen la sustentabilidad ecológica y social.

Obtención del Indicador

El IDH está compuesto de 3 dimensiones:

1. Salud el cual indica la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable;
2. Educación, indica la capacidad de adquirir conocimientos;
3. Ingreso, indica la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno (Naciones Unidas, 2010).

Los reportes 2005 y 2010 se dan con base en registros del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El reporte 2000 se encuentra en la base de datos de la CONAPO.

Fuente de Información

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014). Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nuevas metodologías.

Frecuencia de Medición

Cada 5 a 10 años

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Socioeconómico		X	X	X

Línea Base del Indicador

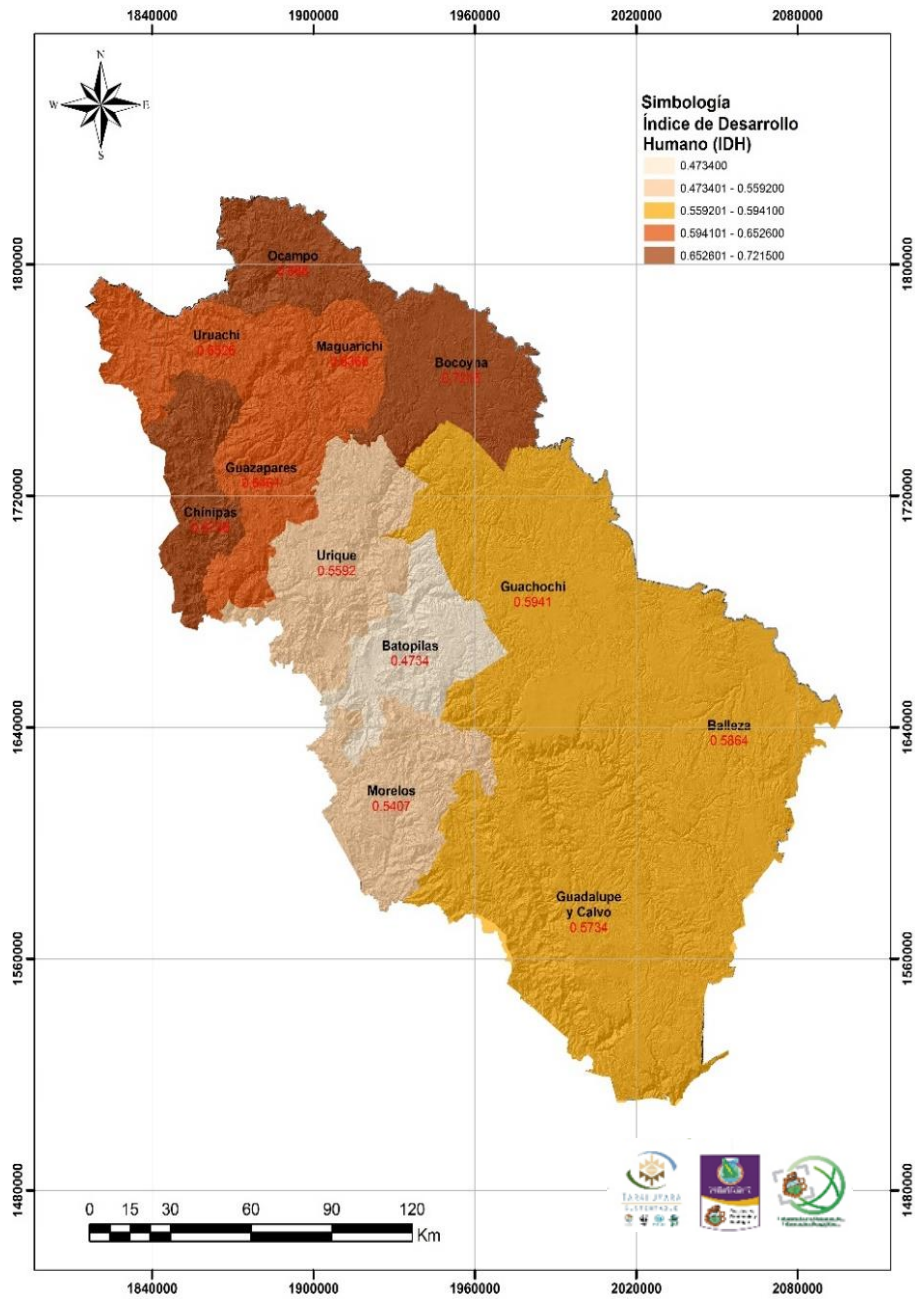
Índice de Desarrollo Humano 2005 – Fuente PNUD México

Municipio	Índice de Desarrollo Humano	Grado de Desarrollo Humano	Índice Salud	Índice educación	Índice Ingreso
Total del estado Chihuahua	0.834	Alto	0.8365	0.8599	0.8057
Balleza	0.5864	Medio	0.521	0.6162	0.6221
Batopilas	0.4734	Bajo	0.3482	0.5127	0.5593
Bocoyna	0.7215	Medio	0.6845	0.7626	0.7175
Chínipas	0.6738	Medio	0.711	0.7539	0.5565
Guachochi	0.5941	Medio	0.4853	0.6387	0.6583
Guadalupe y Calvo	0.5734	Medio	0.4848	0.6796	0.556
Guazapares	0.6461	Medio	0.6486	0.6934	0.5966
Maguarichi	0.6366	Medio	0.5376	0.6934	0.679
Morelos	0.5407	Medio	0.474	0.652	0.4964
Ocampo	0.686	Medio	0.6939	0.7571	0.6071

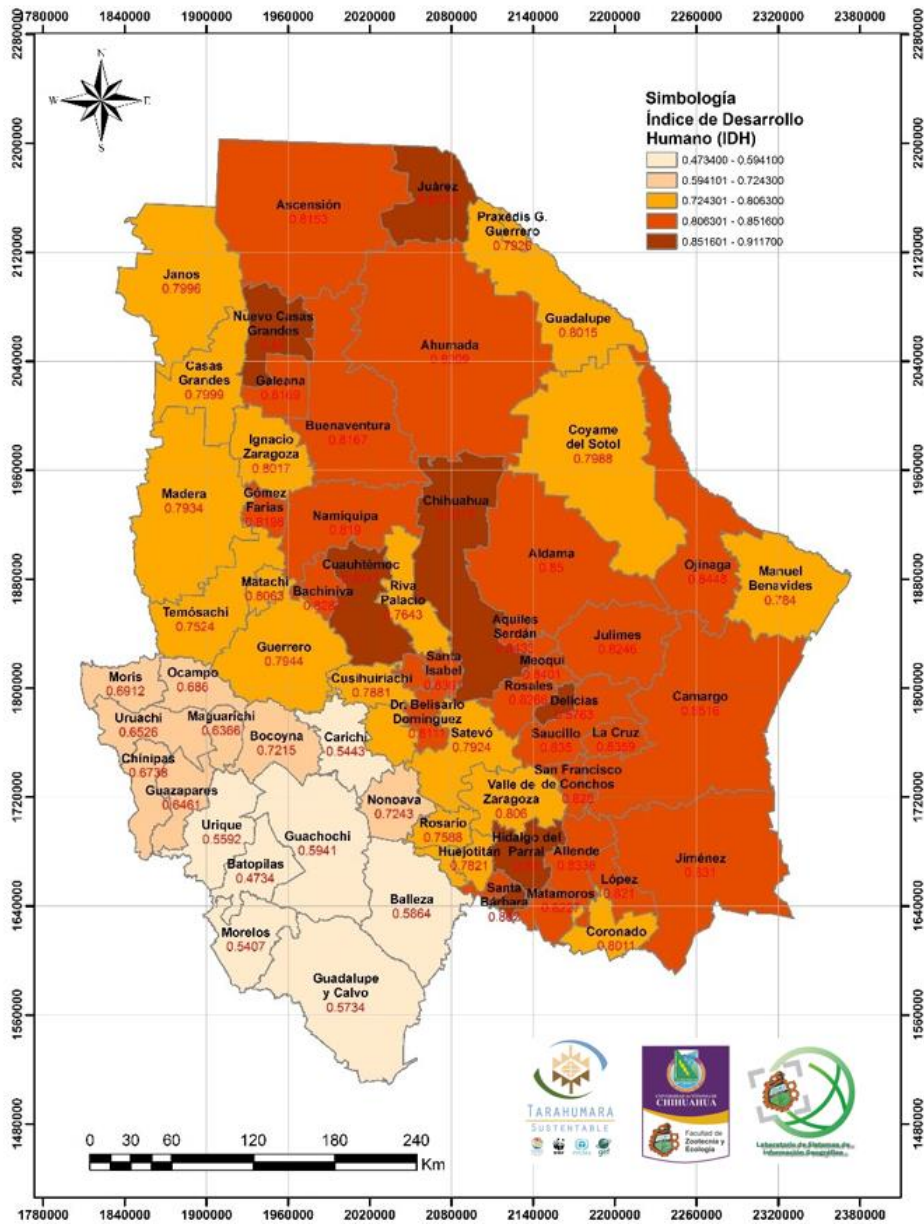
Urique	0.5592	Medio	0.4839	0.61	0.5839
Uruachi	0.6526	Medio	0.6408	0.6938	0.6233

Índice de Desarrollo Humano 2010 – Fuente PNUD, México 2014

Municipio	Índice de Desarrollo Humano	Grado de Desarrollo Humano
Total del estado Chihuahua	0.744	Alto
Balleza		Bajo
Batopilas	0.387	Bajo
Bocoyna		Medio
Chínipas		Bajo
Guachochi		Bajo
Guadalupe y Calvo		Bajo
Guazapares		Bajo
Maguarichi		Bajo
Morelos		Bajo
Ocampo		Medio
Urique		Bajo
Uruachi		Bajo



Mapa del Índice de Desarrollo Humano para los doce municipios de la Sierra Tarahumara.



Mapa de perspectiva del Índice de Desarrollo Humano para los doce municipios de la Sierra Tarahumara su perspectiva en el entorno de los demás municipios del estado de Chihuahua.

Protocolo del Indicador Socio_Económico 5

COMUNIDADES INDIGENAS

Descripción breve

Lista de las comunidades indígenas por municipio indicando población total y disgregada por género.

Unidad de Medición

Latitud y longitud para ubicación y número para total de habitantes

Justificación

El artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Mexicanos en su apartado B señala que "la Federación, los Estados y los Municipios establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas conjuntamente con ellos". Todo ello, reconociendo el derecho de los Pueblos Indígenas a la libre determinación que se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. Por lo anterior, es necesario que los proyectos que se van a implementar conozcan la localización y número de habitantes de las comunidades indígenas. Los proyectos relacionados con el manejo y la conservación de los recursos naturales

Metodología para la Obtención del Indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara, quienes tienen información por municipio.

Fuente de Información

Bases de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Frecuencia de Medición

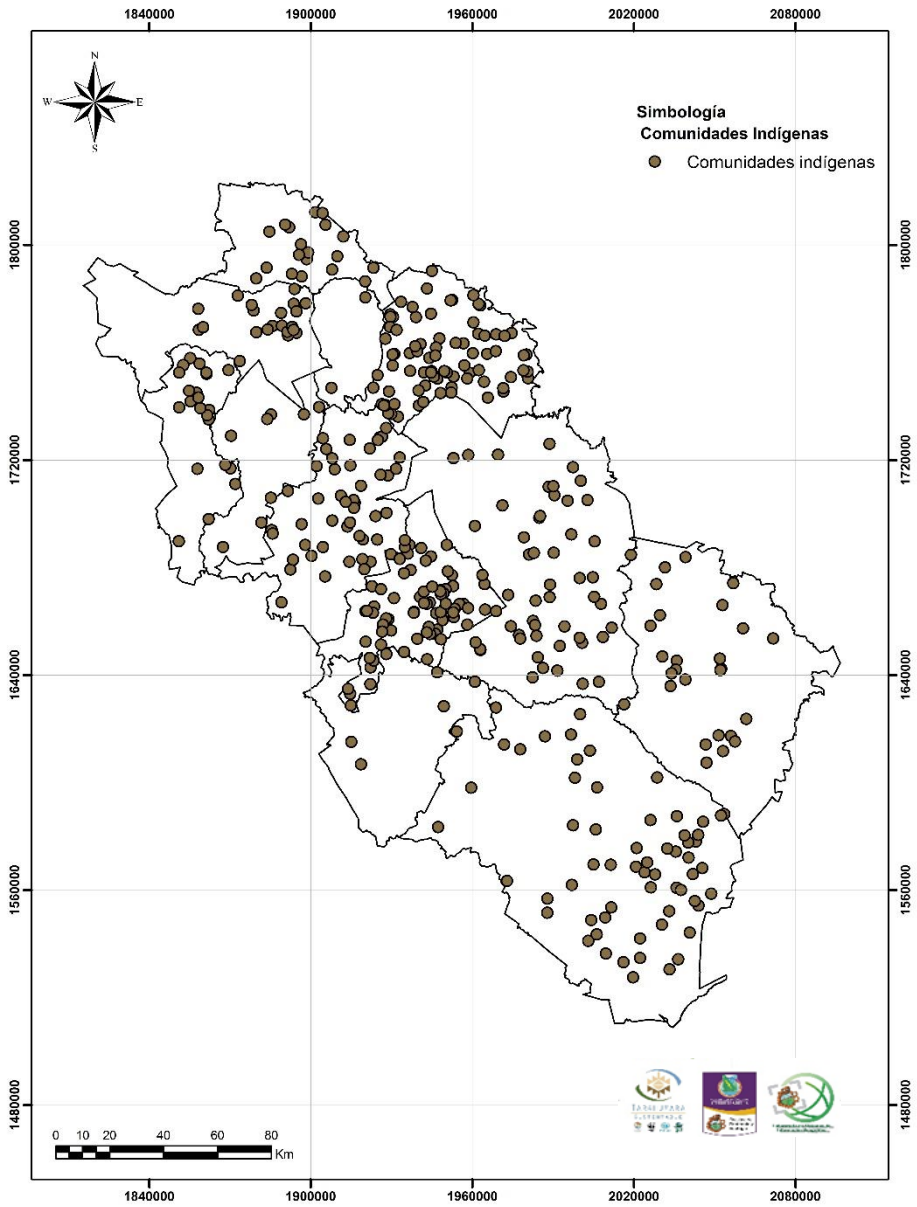
Cada 5 años o cuando los gobernadores vayan directamente a actualizar sus datos.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Social		x	x	x

Línea Base del Indicador

Bse de datos 2015 Integrado en el SMDI-ST.



Mapa de la distribución de las comunidades indígenas en la Sierra Tarahumara

Protocolo del Indicador Socio_Económico 6

GOBERNADORES INDIGENAS

Descripción breve

Lista de con nombre de los gobernadores por municipio y las comunidades que representan. Además contiene información de contacto.

Unidad de Medición

Número de gobernadores y comunidad

Justificación

La forma de gobierno pueden ser de autoridad política, religiosa o eventuales, ellas son instrumentales en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos. La mayor autoridad de las comunidades indígenas de la Sierra Tarahumara es el *siríame* o gobernador quien es elegido por consenso de manera pública y tiene jurisdicción en las rancherías que conforman el área de influencia bajo gobernación. Conocer quiénes son los gobernadores indígenas es de utilidad en los procesos de toma de decisiones.

Obtención del Indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos de la Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Fuente de Información

Coordinadora Estatal de la Tarahumara.

Frecuencia de Medición

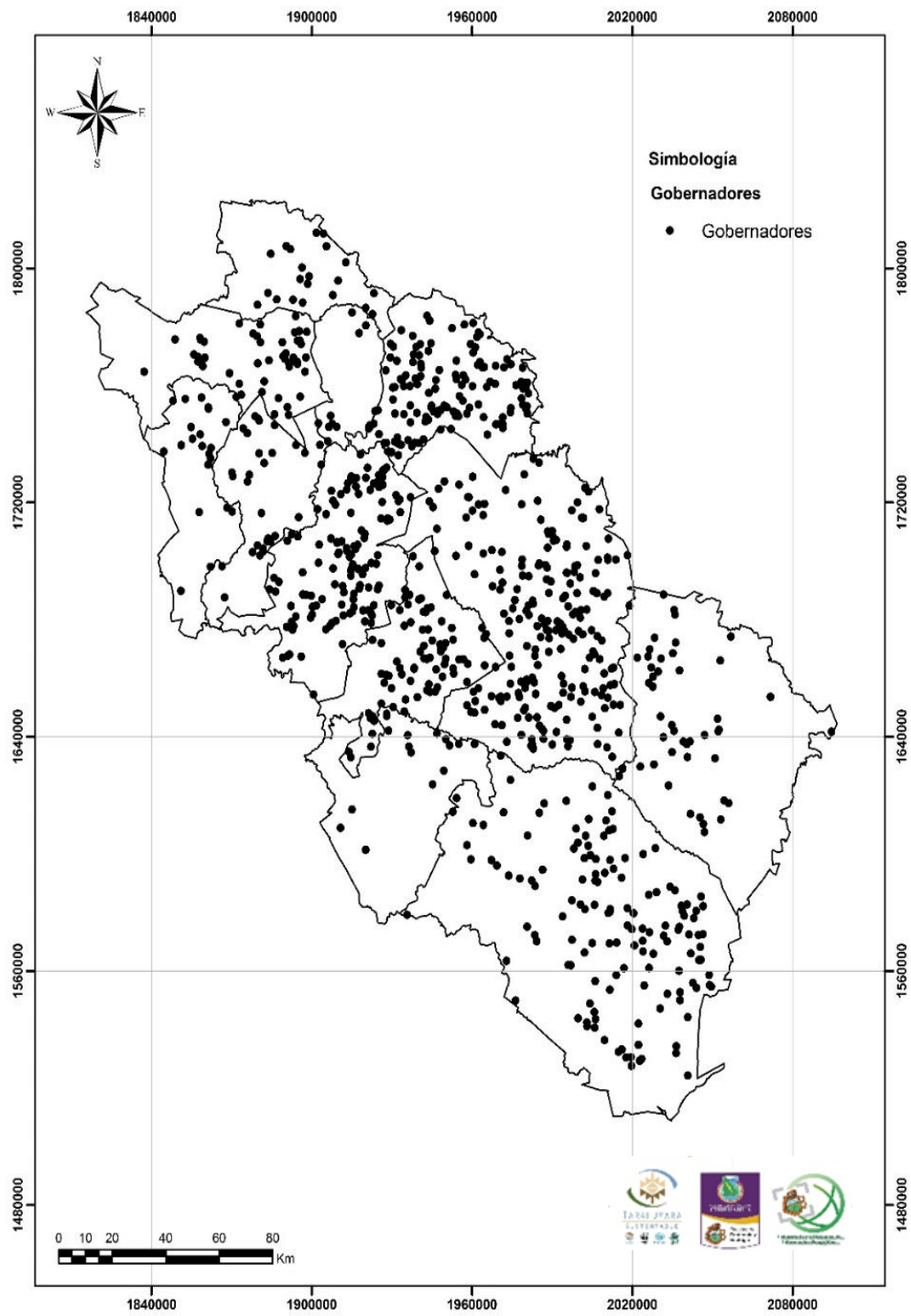
Cada 5 años o cuando los gobernadores vayan directamente a actualizar sus datos.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Social		x	x	x

Línea Base del Indicador

Coordinadora Estatal de la Tarahumara.



Mapa de la distribución de los gobernadores indígenas en la Sierra Tarahumara

Protocolo del Indicador Socio_Económico 7

TENENCIA DE LA TIERRA

Descripción breve

Lista de localidades acorde a su posesión legal sobre los predios agropecuarios y forestales.

Unidad de Medición

Hectáreas, las cuales pueden ser: propiedad privada, ejidal, comunal o propiedad federal.

Justificación

El desarrollo del sector rural en el país ha sido fomentado o frenado en base a la situación jurídica de los predios agropecuarios. Las políticas sectoriales (forestales, agrícolas, y ambientales) diferencian el acceso a sus programas, a través de los trámites de acuerdo a la tenencia de la tierra de los núcleos agrarios.

Además busca comprender la toma de decisiones al interior y sus interacción con los diferentes actores externos al núcleo agrario.

Metodología para la Obtención del Indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos del Gobierno del Estado de Chihuahua

Fuente de Información

Gobierno del Estado de Chihuahua

Frecuencia de medición

Cada 6 años

Último año de medición

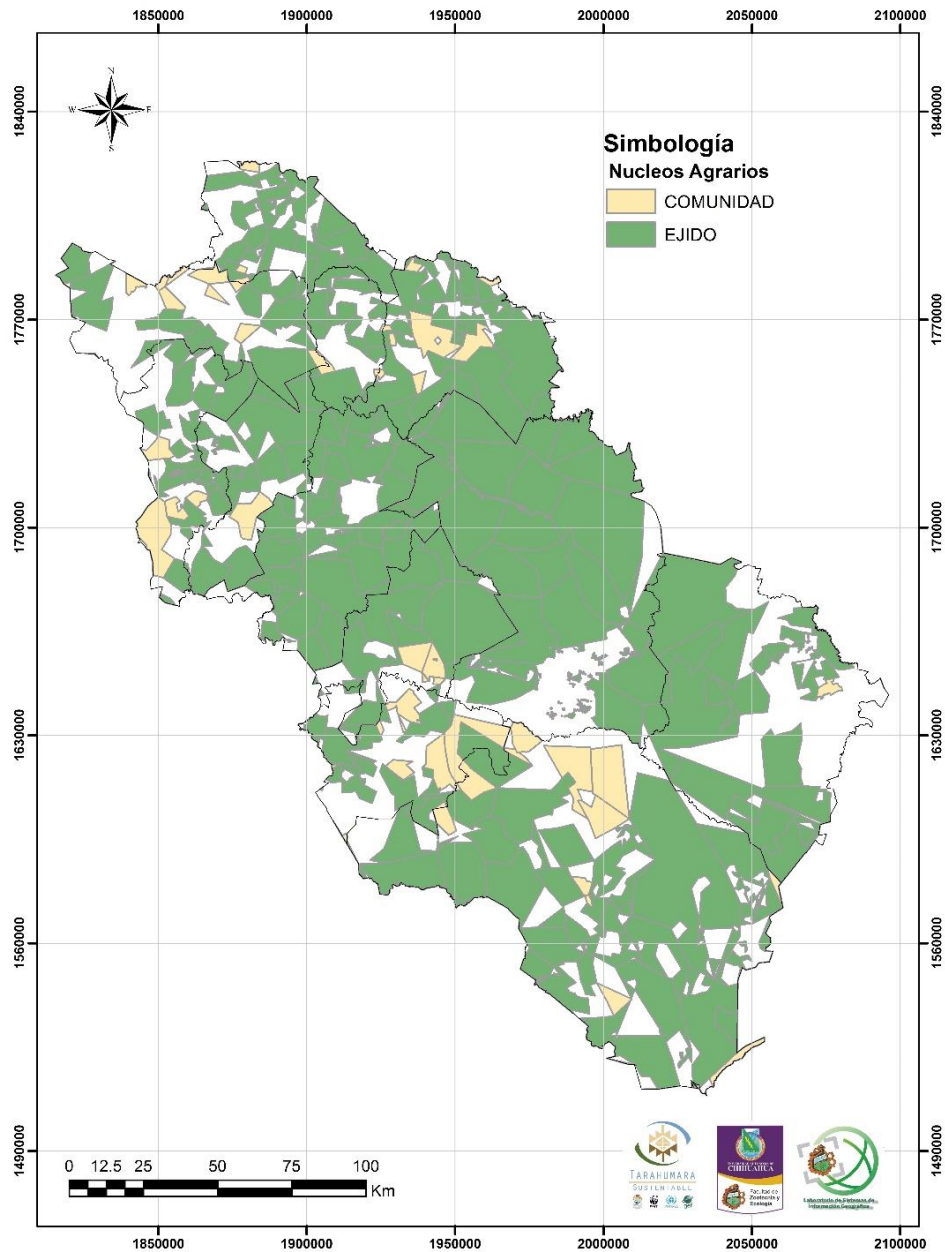
No se ha medido, se recomienda realizar un estudio de actualización.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Agrícola, pecuario y socioeconómico	x	x	x	x

Línea Base del Indicador

Producto cartográfico temático y en formato shape disponible al año 1988. Existe la misma fuente cartográfica del año 2015 disponible en formato temático pero restringido en su acceso en formato shape, por lo que se requiere continuar con las gestiones pertinentes para lograr el acceso a la información en este formato.



Mapade núcleos agrarios en la Sierra Tarahumara

Protocolo del Indicador Socio_Económico 8

POLÍTICAS Y LEYES RELACIONADAS CON LOS BOSQUES

Descripción breve

Indicador de aporte cuyo objetivo es el de conocer y entender la legislación actual relacionada con la conservación y manejo de los recursos naturales a nivel Nacional, Estatal, y Regional. Además busca comprender las posibles interrelaciones de la legislación en los diferentes sectores. Es un indicador que se mide cada sexenio y depende de los planes sectoriales establecidos por cada una de las secretarías. Tiene un marco Político, Jurídico, Institucional, y Reglamentario con un componente principal que se orienta a políticas y leyes relacionadas con la conservación y manejo de los recursos naturales.

Unidad de Medición

Escala de 1 a 4 puntos

En que grado las políticas actuales obstruyen el desempeño de las otras políticas dentro del mismo o en otro sector.

3 = Solamente una de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una política de otra institución (sector) o del mismo.

2 = Menos 30% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

1 = Entre el 30% y el 50% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

0 = Más del 50% de las políticas, leyes, y/o reglamentos se contraponen con una o más políticas de otra institución (sector).

Justificación

Las políticas sectoriales (forestales, agrícolas, y ambientales) deben de proveer un marco para el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales dentro del contexto del desarrollo rural. Por lo tanto, es importante examinar la coherencia de las políticas con la situación actual (vigencia) dentro del marco del plan nacional de desarrollo y los objetivos de desarrollo sustentable. Adicionalmente, es necesario identificar si existen aspectos de la legislación de un sector que podría afectar la

implementación de la legislación de otro sector (consistencia entre ellas). Un subcomponente principal es el referido a la claridad y coherencia de las políticas, leyes, y reglamentos que contemplan la gestión ambiental y social de las comunidades rurales de la Sierra Tarahumara. Un estudio detallado de la legislación es una herramienta útil para la toma de decisiones y formulación de proyectos de desarrollo.

Metodología para la Obtención del Indicador

Análisis cualitativo y riguroso de la legislación y políticas vigentes relacionadas con el desarrollo rural.

Fuente de Información

Diario Oficial de la Federación

Frecuencia de medición

Cada 6 años

Ultimo año de medición

No se ha medido, se recomienda realizar un estudio detallado de la actual legislación nacional en materia de conservación y manejo de ecosistemas.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Socioeconómico, Rural	x	x	x	x

Protocolo del indicador 9

ACCESO DE COMUNIDADES-HOGARES AL AGUA SALUDABLE Y SUFICIENTE

Descripción breve

Lista por municipio y localidad de las viviendas que poseen agua entubada, excusado o sanitario y drenaje.

Unidad de Medición

Porcentaje de localidades

Justificación

El Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Mexicanos, en su Párrafo sexto reza: "Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines." En el ámbito de la conservación y manejo de los recursos naturales es necesario que las políticas relacionadas tengan como objetivo incrementar el número de pobladores que tienen acceso al recurso agua en las condiciones que lo establece la Constitución.

Obtención del Indicador

El indicador se obtuvo directamente de la base de datos del INEGI 2010.

Fuente de Información

INEGI 2010

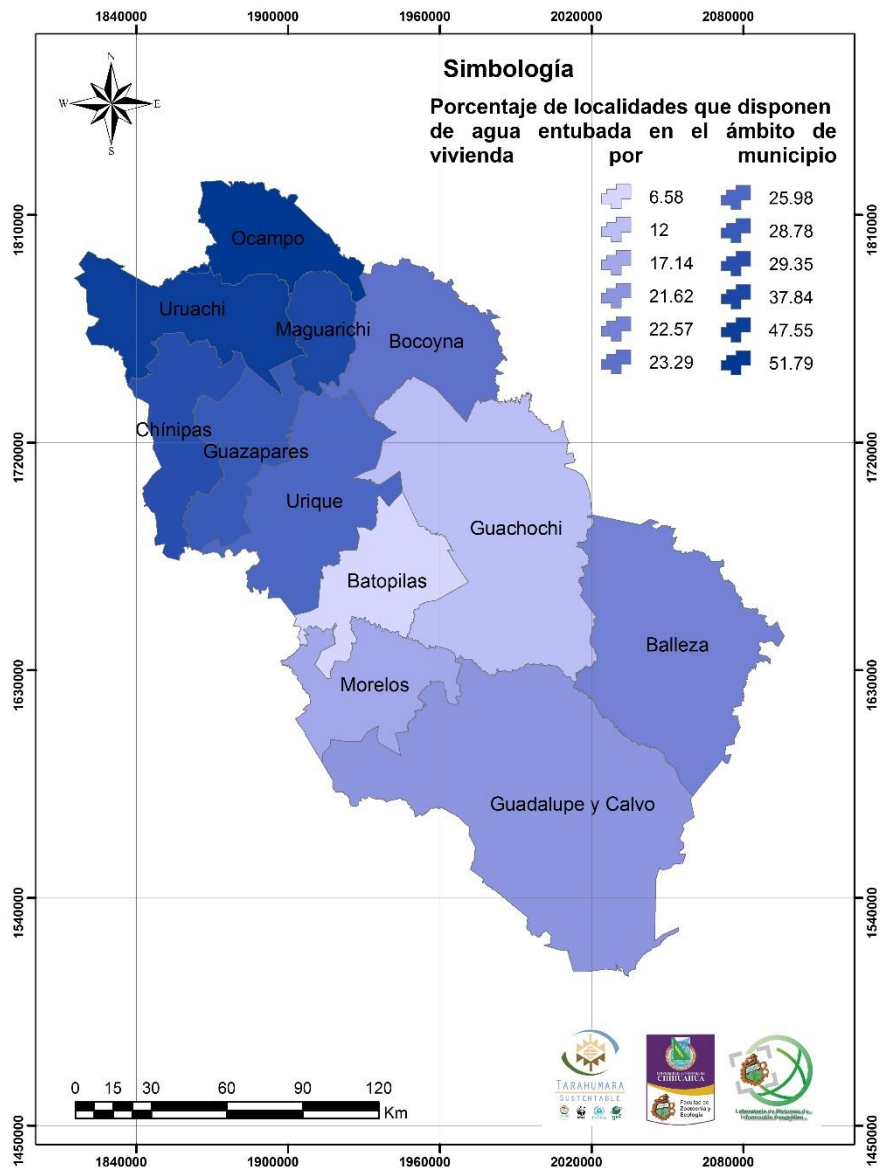
Frecuencia de Medición

10 años.

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Social y sanitario		x	x	x

Línea Base del Indicador



Mapa de porcentaje de localidades en cada municipio que cuentan con agua entubada dentro del área del proyecto Tarahumara Sustentable.

Protocolo del indicador 10

EXISTENCIA DE REGLAMENTOS Y ESTATUTOS COMUNALES QUE ASEGURAN EL MANEJO SUSTENTABLE

Nombre del Indicador

Existencia de reglamentos y estatutos comunales que aseguran el manejo sustentable

1. Los miembros adultos de las comunidades conocen las reglas relacionadas con la tenencia y uso de la tierra
2. Existen casos recientes en donde se haya aplicado alguna sanción por el mal uso del bosque

Descripción breve

Es un indicador social y de gobernanza forestal que atiende al principio de manejo forestal sustentable relacionado con la responsabilidad institucional para fortalecer los sistemas productivos de la tierra

Unidad de Medición

1. Número de personas mayores de 18 años que conocen las reglas
2. Número de sanciones registradas ante la autoridad legal competente

Relevancia del Indicador

Es un indicador de relevancia a nivel comunidad

Justificación

El manejo forestal, y particularmente en la Sierra Tarahumara, se lleva a cabo a nivel de ejido o comunidad indígena. Cada comunidad tiene normas internas que se usan como mecanismo de control. El conocer estas reglas es de vital importancia para la legitimidad del aprovechamiento forestal y posterior monitoreo.

Obtención del Indicador

1. Encuestas a miembros de la comunidad
2. Revisión de registros en la autoridad competente

Información Datos y Gráficas

Fuente de Información

1. Comunidad
2. Autoridad (ejidal, indígena, o municipal)

Frecuencia de medición

1. Cada dos años
2. Anual

Alcance del Indicador

Sistema	Predio	Municipio	Estado	País
Social		x	x	x

Línea Base del Indicador

No se determinó la línea base debido a que se requiere identificar el acopio de reglamentos y estatutos por cada comunidad y determinar el diagnóstico de:

1. Un cierto porcentaje de los adultos de una comunidad determinada conocen las reglas internas relacionadas con la tenencia y uso de la tierra
2. En el año 2016 se registraron un determinado número de sanciones en una comunidad determinada en relación con el uso de la tierra.

