



Acta Universitaria

ISSN: 0188-6266

actauniversitaria@ugto.mx

Universidad de Guanajuato

México

Pérez-Vega, A.; Regil García, H.; Boni Noguez, A.; Farfán Gutiérrez, M.; Rocha Álvarez, F.; Magaña-Cota, G.

Valoración de la subzonificación del plan de manejo en la Reserva de la Biósfera de Sierra Gorda Guanajuato

Acta Universitaria, vol. 26, núm. 2, 2016, pp. 45-61

Universidad de Guanajuato

Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41649432005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Valoración de la subzonificación del plan de manejo en la Reserva de la Biósfera de Sierra Gorda Guanajuato

Assessment of management program's sub-zoning scheme of Sierra Gorda of Guanajuato Biosphere Reserve

A. Pérez-Vega*,[◊], H. Regil García*, A. Boni Noguez*, M. Farfán Gutiérrez*,
F. Rocha Álvarez*, G. Magaña-Cota*

RESUMEN

El presente trabajo pretende valorar la propuesta de subzonificación del programa de manejo de la Reserva de la Biósfera de Sierra Gorda de Guanajuato, considerando variables ambientales y socioeconómicas no analizadas en dicho documento. La valoración considera información ambiental de tipo espacial como degradación forestal, índice de integral de conectividad, densidad del drenaje y estudios de fauna silvestre. Los aspectos socioeconómicos considerados fueron: número y densidad de la población, índice de masculinidad, longitud y densidad de vías de acceso. Los resultados arrojaron cinco subzonas con límites o actividades no pertinentes para la conservación de los ecosistemas. Dos subzonas cortan tajantemente corredores de muy alta y alta conectividad. Las otras tres subzonas proponen actividades a concesiones mineras: una ubicada transversalmente a un corredor de muy alta conectividad y con una superficie muy extensa; las dos restantes con superficies reducidas, pero localizadas en la proximidad a cursos fluviales permanentes de una cuenca considerada de alta prioridad. En dos de las tres subzonas propuestas para actividades mineras se tienen registros de especies de felinos en peligro de extinción. Cabe destacar que el matorral crasicaul con mayor superficie en Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato no está circunscrito en ninguna subzona de alta protección, a pesar de constituir el ecosistema con mayor número de especies endémicas y en peligro de extinción.

ABSTRACT

This work pretends to assess zoning scheme in proposed management program for Sierra Gorda de Guanajuato Biosphere Reserve, taking into account environmental and socio-economic variables not considered in it. Assessment was based on spatial environmental data such as: forest degradation, integral connectivity index, drainage density and wild fauna studies. From socio-economic aspect data used was: population, population density, masculinity index, and road length and density. Results show there exist five sub-zones whose limits or permitted activities are inappropriate for ecosystem conservation. Two such sub-zones cut sharply through corridors of high to very high connectivity. Remaining three sub-zones are established specifically for mining, one covering a large surface and interrupting a high-connectivity corridor. The other two sub-zones cover smaller areas but are located close to perennial streams within a high-priority basin. In two of three proposed sub-zones for mining exists records of endangered feline species. It is also shown that crassicaul shrubland, which covers the greatest surface in Sierra Gorda de Guanajuato Biosphere Reserve is not assigned to any high-protection sub-zone, despite having the greatest number of endemic and endangered species.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo, por ello se han creado mecanismos de protección pretendiendo evitar disturbios en los ecosistemas para no comprometer la estabilidad del patrimonio natural a las generaciones futuras. Uno de ellos es el decreto de Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales son definidas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas como zonas del territorio nacional (Conanp, 2010), donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Recibido: 29 de julio de 2016
Aceptado: 8 de noviembre de 2016

Palabras clave:
Conectividad integral; degradación forestal;
zonas de aprovechamiento especial.

Keywords:
Integral connectivity; forest degradation;
subzone special use.

Cómo citar:

Pérez-Vega, A., Regil García, H., Boni Noguez, A., Farfán Gutiérrez, M., Rocha Álvarez, F., & Magaña-Cota, G. (2016). Valoración de la subzonificación del plan de manejo en la Reserva de la Biósfera de Sierra Gorda Guanajuato. *Acta Universitaria*, 26(NE-2), 45-61. doi: 10.15174/au.2016.1538

* Departamento de Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato. Av. Juárez núm. 77, Col. Centro, Guanajuato, Guanajuato, México, C.P. 36000. Tel.: (473) 10 20 100. Correo electrónico: azu_pvega@hotmail.com

[◊] Autor de correspondencia.

Las ANP son ambientes originales sin alteración significativa por las actividades humanas o que requieren ser preservados y restaurados. Actualmente se tiene un registro de 176 áreas naturales de corte federal en el país (Conanp, 2010).

Las ANP se clasifican, según sus características biológicas y su contexto socioeconómico, en seis categorías: Santuarios, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Monumentos Naturales, Parques Nacionales y Reservas de la Biósfera, las cuales fueron creadas mediante un decreto presidencial, y las actividades realizadas en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2016).

La clasificación de la LGEEPA determina para la categoría de Reserva de la Biósfera una clara concepción de manejo integral, explícita y funcional de su territorio en los ámbitos naturales, como en los socioeconómicos, con una representación biogeográfica, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas importantes en su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien, por otras razones análogas de interés general (Art. 50 LGEEPA), publicado por el DOF (2016).

Por la riqueza de biodiversidad en la Sierra Gorda de Guanajuato (SGG), en el 2005 se llevó a cabo un estudio previo justificativo solicitado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Conanp, Instituto de Ecología del Estado (IEE) y los cinco municipios que conforman la SGG, determinando a la Sierra Gorda de Guanajuato como una área con extraordinaria riqueza a nivel mundial (DOF, 2007), consecuencia de ello es decretada en el 2007 como ANP con la asignación de la categoría de Reserva de la Biósfera.

Desde el decreto del 2007, donde es nombrada Reserva de la Biósfera a la Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG), se delimitaron la zona núcleo y zona de amortiguamiento. Desde este decreto aparece al noreste de la Reserva una porción delimitada con rectilíneas y ángulos rectos inmersa dentro de la zona núcleo de la Reserva de Biósfera, sugiriendo que la determinación de dicha porción no contempló variables ambientales.

Del 2007, año del decreto, a la generación de la propuesta del programa de manejo presentada en el 2012, pasaron cuatro años y hasta la fecha no se ha

aprobado dicho programa. Esto ha dejado una incertidumbre para obtener recursos en proyectos dirigidos a la conservación, un desconocimiento por parte de las comunidades para manejar los recursos y, finalmente, grandes restricciones por parte de los municipios en la gestión de sus atribuciones.

Actualmente, las reservas de la biosfera enfrentan numerosos retos para lograr el objetivo principal de conservar y restaurar áreas de riqueza extraordinaria, donde se presentan problemáticas de intereses, desconocimiento y resistencia entre las comunidades y las instituciones, quienes aplicarán dichos planes de manejo en las reservas de la biosfera del país.

Marco conceptual de la zonificación y subzonificación

La zonificación se determina en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria.

A continuación se describen las características de la subzonificación, de acuerdo con la LGEEPA en materia de ANP (DOF, 2014) y el Programa de manejo de la RBSGG (Conanp, 2013).

- 1) Subzonas de protección (zona núcleo): superficies dentro de la ANP muy poco alteradas, con ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales; requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo. La subzona de protección está conformada por un polígono denominado "Río Santa María", con poco más de 19 500 ha (figura 1).
- 2) Subzonas de uso restringido (zona núcleo): superficies en buen estado de conservación, se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios deteriorados; se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento sin modificar los ecosistemas, pero sujetas a estrictas medidas de control. Como uso restringido se tienen tres polígonos con una superficie de poco más de 58 500 ha (figura 1).
- 3) Subzonas de uso tradicional (zona de amortiguamiento): son aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están

relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida. Zona de uso tradicional, se consideraron seis polígonos cubriendo una superficie de 77 350 ha (figura 1).

- 4) Subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (zona de amortiguamiento): áreas donde los recursos naturales pueden ser aprovechados bajo esquemas de aprovechamiento sustentable. Zonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, se presentan cuatro polígonos con una superficie de casi 61 000 ha (figura 1).
- 5) Subzonas de asentamientos humanos: son aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida. Zonas de asentamiento humano, se consideraron para la RBSGG dos polígonos que cubren poco más de 100 ha (figura 1).
- 6) Subzonas de recuperación: superficies donde los recursos naturales han resultado severamente

alterados o modificados, siendo necesario implementar programas de recuperación y rehabilitación (figura 1).

- 7) Subzonas de aprovechamiento especial: generalmente son superficies de extensión reducida donde solo se podrán ejecutar obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, originando beneficios públicos que guarden armonía con el paisaje y no provoquen desequilibrio ecológico grave y estén sujetos a estrictas regulaciones de uso de los recursos naturales (Reg. de LGEEPA para ANP, art. 58.). En la RBSGG hay dos tipos de subzonas de aprovechamiento especial: de aprovechamiento especial hidrológico, conformado por un polígono de 221 ha, y de aprovechamiento especial para concesiones mineras con tres polígonos que suman casi 8300 ha (figura 1). El presente trabajo pretende contribuir a una mejor planeación de las actividades de la RBSGG, para preservar el capital natural más importante del estado de Guanajuato, ya que la RBSGG constituye la única ventana climática e hidrológica con el golfo de México, en el punto más central del país desde el estado de Guanajuato, es decir, 255 km en línea recta hacia la costa.

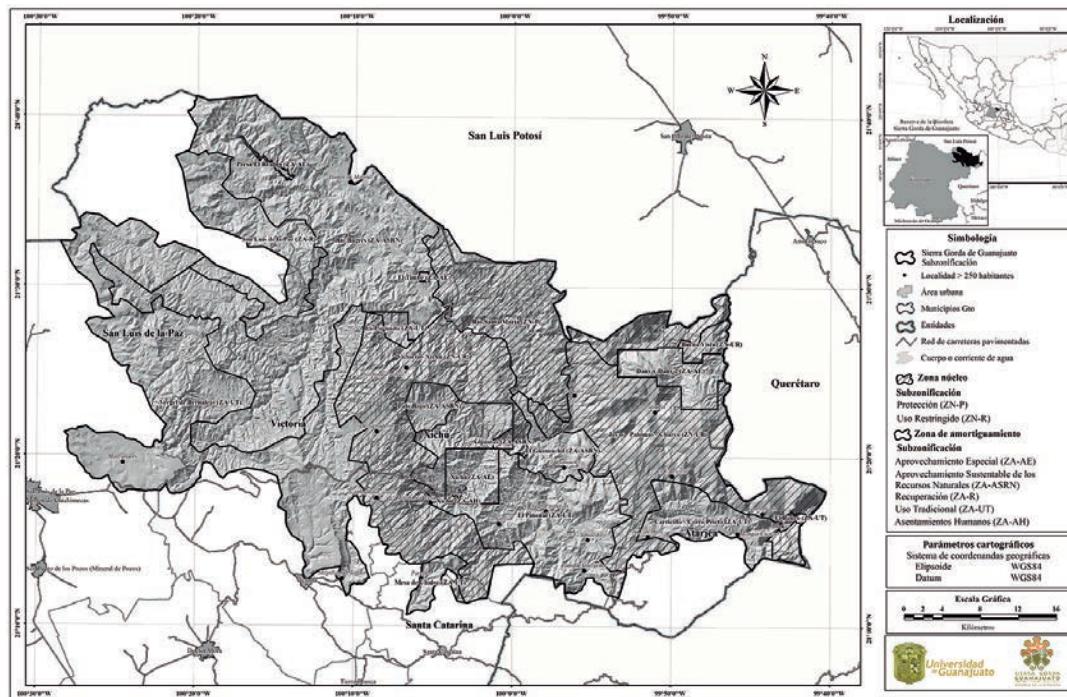


Figura 1. Ubicación de la RBSGG y subzonificación del programa de manejo, 2013.
Fuente: Elaboración propia.

Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es analizar la delimitación de la propuesta de subzonificación del programa de manejo para la RBSGG, considerando algunas variables ambientales y socioeconómicas que, al parecer, no fueron contempladas en la propuesta del programa de manejo (Conanp, 2013), tales como el índice integral de conectividad, degradación forestal, registros de fototrampeo de especies, densidad de corrientes superficiales, densidad de población, índices de masculinidad (migración), índice de marginación y longitud de la red carretera. Dichas variables fueron analizadas en el presente trabajo para cada unidad a nivel de la subzonificación.

Las variables ambientales expuestas en el párrafo anterior se consideran de vital importancia porque su naturaleza conlleva un enfoque de conexión y flujos naturales entre los diferentes paisajes, y son temáticas relativamente recientes en la bibliografía científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de las áreas de subzonificación del programa de manejo en la RBSGG se apoya en trabajos previos elaborados por los autores y otros generados a partir de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2010a, 2010b, 2013 y otras fuentes (tabla 1):

La metodología está conformada por dos etapas:

1. Análisis de las áreas de subzonificación con respecto de algunas variables ambientales y socioeconómicas no contempladas en la propuesta del programa de manejo.
2. Análisis de la pertinencia y no pertinencia de las actividades propuestas en la subzonificación del programa de manejo, en relación con las variables ambientales y sociales consideradas en el presente trabajo.

Tabla 1.
Insumos espaciales y de bases de datos utilizados para el análisis del presente trabajo.

Aspectos ambientales			
Capa	Fuente y escala	Año	Proceso
Mapa de degradación forestal de RBSGG	Rocha, F. (2015). 1:10 000	2011	Mapa de cubierta y uso del suelo 2011, Cambio de CUS 2004-2011, Datos de biomasa forestal aérea (INPyS, 2011) y Mapa de erosión de suelo (INEGI, 2013)
Mapa de índice integral de conectividad	Elaboración Propia 1:10 000	2011	Índice integral de conectividad obtenido mediante Conefor Sensinode 2.6
Densidad de drenaje para cada subzonificación	Conjuntos de datos vectoriales, INEGI	2010b	
Estudio de fauna silvestre	Iglesias <i>et al.</i> (2008); Bolaños <i>et al.</i> (2010); Magaña-Cota <i>et al.</i> (2010); Sánchez-Cordero, Botello, Magaña-Cota, & Iglesias (2011); Charre-Medellín, Sánchez-Cordero, Magaña-Cota, Alvarez-Jara & Botello (2012); Iglesias, Sánchez-Cordero, Magaña-Cota, Bolaños, & Botello (2012)	2008 2010 2011 2012	Muestreo de fauna silvestre basado en técnicas de fototrampeo y muestreo de campo.
Aspectos socioeconómicos			
Número de localidades	Conjuntos vectoriales, INEGI	2010a, 2010b	
Población total			
Densidad de población por cada subzona	INEGI	2011	Censo Nacional de Población y Vivienda
Índice de masculinidad			
Índice de marginación 2000 y 2010	INEGI y Conapo	2011 y 2002, 2012a	
Longitud y densidad de carreteras pavimentadas	Digitalización con base en Imagen SPOT 5	2011	
Longitud y densidad de carreteras no pavimentadas			

Fuente: Elaboración propia.

Aspectos ambientales

Mapa de degradación forestal

Actualmente, la degradación forestal (DF) es un tema que ha adquirido importancia porque el deterioro de las cubiertas naturales se produce con mayor intensidad por la degradación de los bosques que por la transformación total de la cubierta vegetal, como ocurrió con los procesos de deforestación en las décadas de los años sesenta a los años ochenta de forma global (Velázquez *et al.*, 2002). Dicho escenario no significa que no continúen los procesos de deforestación, pero actualmente con menor intensidad.

Por ello, se consideró importante analizar las actividades propuestas para la RBSGG desde la información de la DF. Sin embargo, la DF es un proceso complejo de definir y evaluar, pues convergen numerosos factores a diferentes escalas (*Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]*, 1996). Por otra parte, también se menciona que los procesos de degradación se han minimizado al considerarla solo un paso a la deforestación (Skutsch, 2013).

La elaboración del mapa de DF en las cubiertas naturales de la RBSGG se llevó a cabo mediante la determinación de los siguientes insumos cartográficos:

1. Interpretación y digitalización de la cubierta de estado e intensidad de cambio de uso y cubierta del suelo (CUCS) con los porcentaje de arbolado escala 1:10 000, mediante ortofotos de alta resolución (1.5 m) 2004, 2009 e imágenes SPOT 5 2011 (resolución 10 m); determinando el periodo del CUCS desde el año 2004 a 2011.
2. Análisis de la relación del uso y cubierta del suelo (UCS) e información con datos de biomasa, mediante análisis de diagrama de caja, el cual considera un análisis de la distribución de los datos en un histograma representado por cajas que significan los porcentajes de los datos en cuartiles, donde los extremos tanto inferior como superior de la caja representan el primer y tercer cuartil (25% y 75%) y la media destaca con una línea de mayor grosor (50%), para obtener la relación entre la cartografía UCS 2011 y valores de biomasa aérea obtenidos a través del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) (Conafor, 2009).
3. Elaboración de mapa de degradación forestal (MDF) mediante la superposición y ponderación de la información antes mencionada y la capa de erosión del suelo (INEGI, 2013; Pérez & Rocha, 2015).

La determinación de los porcentajes de arbolado para los años 2004 y 2011 se realizó en tres rangos basados en FAO (1996). De 10% a 40% de arbolado como abierta, de 40% a 70% media y mayor a 70% cerrada.

Mapa del índice integral de conectividad

La deforestación y degradación de los bosques ha acaecido una fragmentación de los mismos (parches), donde es importante determinar su condición y su tamaño para entender qué tan viable es la conectividad entre ellos y permitir un corredor donde se logre la conservación de los ecosistemas (Bennet, 1998).

Por ello, la conectividad es la característica facilitadora de los flujos ecológicos a través del paisaje; por ejemplo, la dispersión de la fauna, intercambio genético, etcétera. La pérdida de la conectividad es la principal amenaza para la preservación de la biodiversidad y de las funciones ecológicas de los ecosistemas (Hannah *et al.*, 2002; Taylor, Fahring, Henein & Merriam, 1993).

La importancia de la conectividad se conoce desde los años noventa (Taylor *et al.*, 1993), sin embargo, la medición de la misma es lograda en años recientes con el desarrollo de programas en plataformas computacionales.

El programa utilizado para medir la conectividad en el presente trabajo fue *Conefor Sensinode 2.6* (Saura & Pascual-Hortal, 2007). Este programa cuantifica la importancia de los fragmentos de hábitat, para mantener o mejorar la conectividad del paisaje mediante estructuras gráficas e índices de disponibilidad de hábitat. La aproximación del programa requiere como entrada la información necesaria para la cuantificación de ambos aspectos de la conectividad, la estructural, en términos de la disposición espacial de los parches de hábitat, y la funcional en términos de la capacidad de dispersión de las especies analizadas, basándose en el enfoque de la teoría de los grafos.

El presente trabajo se enfocó en el Índice Integral de Conectividad (IIC), el cual es una métrica de la disponibilidad de hábitat que combina los atributos de los nodos (por ejemplo, el área del parche) con el número de enlaces de la ruta más corta entre cada par de nodos. Este índice considera no solo el aspecto estructural, sino también el aspecto funcional de la conectividad del paisaje, es decir, es dependiente de la utilización de distancias de desplazamiento de una determinada especie en estudio, que en caso de la RBSGG se eligió la especie del *Puma concolor*, siendo este el felino de mayor tamaño, el cual requiere un ámbito hogareño

de mayor superficie, además de presentarse tanto en ecosistemas templado como tropicales (Maehr, Roof, Land, Mc Cown & McBride, 1992; Spreadbury, Musil, Musil, Kaisner & Kovak, 1996).

Para realizar la determinación del ámbito hogareño del *Puma concolor* se consultó el trabajo de Grigione *et al.* (2002), encontrándose que se reportaba con un ámbito hogareño de 12 ha y 15 ha.

El valor del índice IIC se estima mediante la siguiente ecuación:

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i \cdot a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_p^2}.$$

Donde a_i es el área de cada parche forestal, A_p es el área total del sitio de estudio y nl es el número de enlaces (conexiones directas entre parches) en el camino más corto (distancia topológica) entre los parches forestales i y j . Para parches que no estén conectados (que pertenezcan a diferentes componentes o regiones connexas), el numerador de la suma de la ecuación es cero ($nl_{ij} = \infty$). Cuando $i = j$, entonces $nl_{ij} = 0$ (no es necesario enlace alguno para alcanzar un parche desde si mismo) (Pascual-Hortal & Saura, 2006).

Es importante mencionar los polígonos o parches seleccionados para llevar a cabo el análisis de IIC. Se seleccionaron los fragmentos conservados de todos los tipos de bosques templados, selva baja caducifolia y los dos tipos de matorrales: submontano y crasicaule; se seleccionaron los parches en mejor estado de conservación de la vegetación, porque mantienen las condiciones prístinas, en las cuales los seres vivos se desarrollan de forma óptima. Dichas cubiertas vegetales fueron obtenidas de la cartografía escala 1:10 000 del mapa de uso del suelo y vegetación (Rocha, 2015).

Densidad de drenaje

La densidad del drenaje indica la capacidad de una cuenca para evacuar las aguas que discurren por su superficie (Horton, 1945; Jones, 1997). Este parámetro se considera importante en el manejo de las subzonas de una ANP, ya que los desechos, residuos o sustancias arrojadas sobre el terreno, para cada una de las actividades desarrolladas en las subzonas, tendrán una conexión y conectividad importante con la red fluvial, la cual de algún modo evacuará, drenará, limpiará o concentrará a diferentes ritmos, de acuerdo con la capacidad de evacuación de la red hidrográfica. Los residuos de las actividades propuestas en cada

subzona pueden impactar en la salud de los ecosistemas, donde la flora y la fauna garanticen su conservación y, al mismo tiempo, tengan consecuentemente un capital natural proveedor de servicios ambientales de calidad.

La *densidad de drenaje* se define como la relación entre la longitud total de los cauces de una cuenca y el área de esta. En el caso del presente estudio, el área utilizada para obtener el cálculo no fue el área de la cuenca, sino el de la superficie total de cada subzona, pretendiendo con ello entender cuál es la capacidad de drenaje y, por tanto, el impacto del mismo en la superficie de cada subzona. Sin embargo, es claro que el impacto es solamente local, ya que la bifurcación y flujo de la red de drenaje global tiene implicaciones e impactos en una mayor área.

El cálculo de la densidad de drenaje se determinó de la siguiente manera.

$$Dd = \Sigma Lu / S.$$

Donde Dd es la densidad de drenaje (en km/km²), ΣLu es la longitud total de cauces (en km) y S es el área total de la subzona en km².

El parámetro de la densidad del drenaje o la longitud de cauces por unidad de superficie es un valor controlado por las características litológicas (muy especialmente la permeabilidad, la cual representa una característica cualitativa de esta) y estructurales de los materiales, por el tipo y densidad de vegetación y por factores climáticos. Las mayores densidades de drenaje se encuentran en rocas blandas de baja permeabilidad y en regiones con escasa cobertura vegetal, sobre todo allí donde la precipitación se distribuye en aguaceros intensos y espaciados. Se considera que un Dd ≤ 0.5 representa una cuenca mal drenada y un Dd ≥ 3.5, una cuenca bien drenada.

Fauna silvestre

El registro de fauna silvestre de la zona se realizó de noviembre de 2007 a noviembre de 2008 en la localidad El Platanal, del municipio de Xichú, Guanajuato. Se realizaron siete muestreos con 14 fototrampas en un cuadrante de 7 km × 7 km, localizados entre las latitudes 21.4583° N y 21.4006° N, y longitudes 99.8833° O y 99.8250° O. Siete fototrampas se colocaron en sitios con vegetación de bosque de pino-encino y las otras siete en selva baja (Iglesias *et al.*, 2012). Las fototrampas utilizadas fueron de rollo fotográfico (Stealth-Cam TM analog 35 mm), sujetas al tronco de un árbol a 0.3 m o 0.4 m del suelo aproximadamente.

Se elaboró una base de datos de las fotografías obtenidas con registros independientes (Botello, 2004; Botello, Sánchez-Cordero & González, 2008).

Aspectos socioeconómicos

Debe mencionarse que los aspectos socioeconómicos abordados en el presente trabajo son escasos y se utilizaron variables, las cuales tuvieron bases de datos espaciales y se consideraron importantes al ejercer presión sobre los recursos naturales y al demandar la utilización de los mismos. Tal es el caso del número de localidades, la cantidad de habitantes y la densidad de población. Asimismo, la red de carreteras ejerce presión y es una ventana abierta para la apertura de nuevas zonas de utilización y presión hacia los recursos naturales.

Densidad de población

Es la relación entre un espacio determinado y el número de personas que lo habitan se obtiene dividiendo el número de personas que viven en un lugar específico entre el número de kilómetros cuadrados de dicho territorio a nivel nacional la densidad de población es de 65 hab/km² (Datos Macro, 2014). La densidad de población es un parámetro con alta correlación con la demanda de recursos naturales, sobre todo en áreas rurales donde importantes medios de subsistencia los provee el ecosistema.

Índice de masculinidad

El índice de masculinidad (Imas), denominado también razón de sexo, es un índice demográfico que expresa la razón de hombres frente a mujeres en un determinado territorio, expresado en tanto por ciento. Se calcula usando la fórmula:

$$\text{Imas} = 100 \times \text{hombres/mujeres.}$$

De manera general, se menciona que el índice de masculinidad en México mantiene una relación natural de 97 hombres por cada 100 mujeres. Este indicador a nivel nacional es de 94.6, lo que lo hace un país donde los procesos migratorios son importantes.

En muchos países, el índice de masculinidad en áreas rurales es superior a 100, mientras en las áreas urbanas es menor a esta cifra. Ello traduce el hecho de que en zonas rurales las tareas agrícolas son las dominantes y son ejercidas preferencialmente por “mano de obra” masculina. Por la misma razón, el índice de

masculinidad suele ser categóricamente mayor a 100 en campamentos mineros, en sitios con población obreira temporal y en áreas con fuerte presencia militar. Según el portal Enciclopedia Multimedia Virtual Interactiva (EMVI), para el 2005 el estado de la República mexicana que encabezó el índice de masculinidad más bajo fue Guanajuato, con un 90.7%, primer lugar de migración a nivel nacional.

El presente trabajo obtuvo el Imas para entender los procesos migratorios y la representación de hombres con respecto a mujeres en las subzonas de la RBSGG, ya que los procesos migratorios y la presencia dominante de hombres o mujeres conllevan a actividades económicas que generan implicaciones en la regeneración o degradación de los ecosistemas.

Índice de marginación

El índice de marginación fue obtenido de la información de Conapo (2002 y 2012b), indicador calculado de la información de los censos de población y vivienda (INEGI, 2002 y 2011). Los datos manejados para el índice de marginación son: porcentaje de población analfabeta de 15 años o más, porcentaje de población sin estudios de primaria completa de 15 años o más, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni servicio sanitario, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra, porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento, porcentaje de población en localidades con menos de 5000 habitantes y porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos, información manejada a nivel de lo calidad para ambos censos. Para el presente trabajo se realizó un promedio de los valores del índice de marginación de todas las localidades insertadas en cada una de las subzonas del programa de manejo.

Densidad de carreteras pavimentadas y no pavimentadas

La densidad de la red de carreteras fue calculada para carreteras pavimentadas y no pavimentadas en cada una de las subzona. Esta fue la sumatoria de la longitud total de las carreteras en cada subzona entre la superficie de esta. La red de carreteras fue actualizada con información interpretada de imágenes SPOT5 del 2011.

Los resultados del presente estudio describirán solamente las subzonas que muestren actividades o límites no pertinentes, de acuerdo con las variables

utilizadas. Dichas actividades y límites se consideran no pertinentes, porque atentan contra la preservación y conservación de los ecosistemas en la RBSGG, objetivo rector de una ANP en la categoría de Reserva de Biosfera.

RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo evaluaron la pertinencia y no pertinencia en las actividades propuestas para las 21 subzonas del programa de manejo de la RBSGG, de acuerdo con las variables ambientales: degradación forestal, índice integral de conectividad, densidad del drenaje y registro de fototrampeo; y según las variables socioeconómicas: número de localidades, población total, densidad de población en la subzona, índice de masculinidad como un indicador de migración de la población o de actividades realizadas predominantemente por hombres, promedio de nivel de marginación de todas las localidades dentro de cada subzona, y longitud y densidad de carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, río bagres

La subzona llamada Río Bagres es la de mayor superficie (542.5 km^2), es la segunda con mayor número de localidades (65); dichas localidades no rebasan los

300 habitantes, por ello la densidad de población es muy baja. Esta subzona presenta casi el mismo porcentaje de DF tanto para el nivel medio (34%) como para la superficie sin DF (30%); esta unidad no presenta grandes superficies con DF alta o muy alta (figura 2).

Referente al Índice Integral de Conectividad (IIC) para la subzona del Río Bagres, es importante destacar dos grandes cúmulos de polígonos que forman corredores de conectividad, uno de ellos con conectividad media que mantiene una dirección SE-NW, ubicado en las márgenes de la presa El Realito (figura 3); el segundo corredor, localizado al sur del anteriormente descrito, presenta la misma dirección, pero con una conectividad alta. Este grupo de polígonos, no obstante su alta conectividad, aparece truncado por la subzona de Vergel de Bernalejo (figura 3), la cual es asignada en el programa de manejo para uso tradicional donde son permitidas las actividades tradicionales de las comunidades. Sin embargo, la subzona de Vergel de Bernalejo se encuentra con alto porcentaje de superficies con DF, las cuales suman un 54% de superficies con DF de moderada a muy alta (figura 2 y tabla 2) y 23% con superficies totalmente transformadas con usos del suelo; sólo 13% de superficies se encuentran sin DF (figura 2 y tabla 2). No obstante, esta subzona presenta un 31% de superficies con alta conectividad, precisamente aquellas que quedaron truncadas fuera de la subzona del Río Bagres.

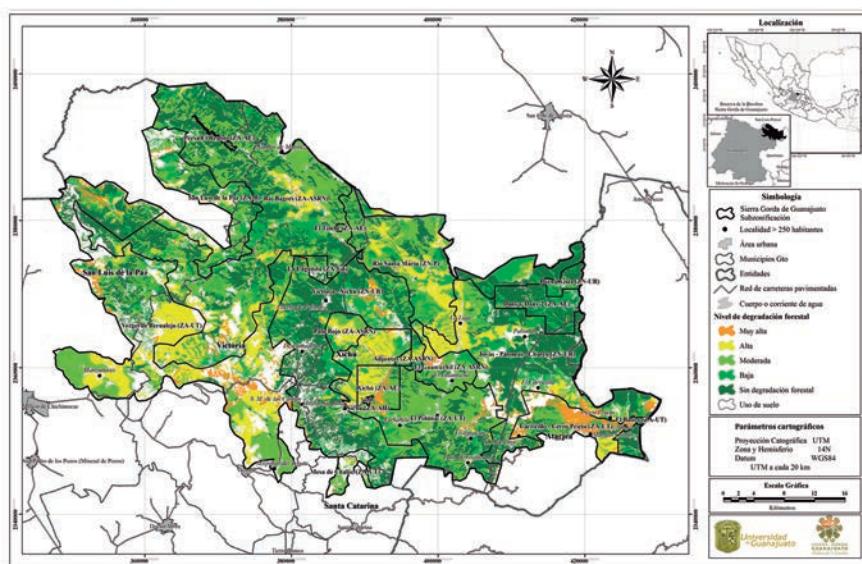


Figura 2. Mapa de degradación forestal y mapa de la subzonificación en la RBSGG.
Fuente: Tomada de Rocha (2015).

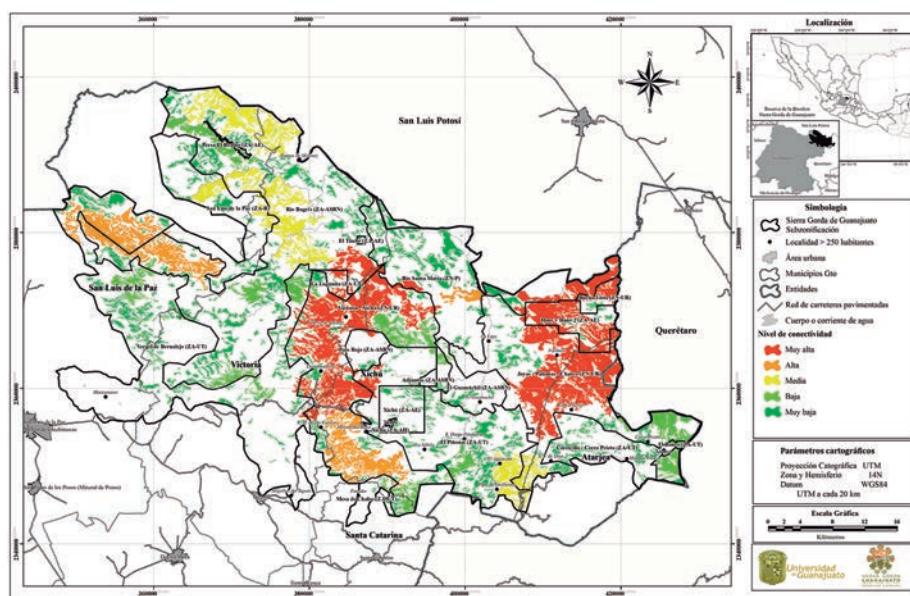


Figura 3. Mapa integral de conectividad en la RBSGG.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

VARIABLES ambientales y socioeconómicas consideradas en el presente trabajo.

Sub-zonificación	Degradación forestal (% por categoría para cada Subzona)	Conectividad (%)	Longitud de corrientes superficiales en km lineales	Registro fototrampeo número de registros	Número localidades	Promedio nivel de marginación por subzona 2000	Longitud Pav.
			Densidad de drenaje km/km ²				
			Tipo de curso fluvial STA				
1. Za Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales Río bagres (sup. 542.5 km ²)	1:1	1:30	1603 km Población total de hombres y mujeres 2010 IMAS Densidad de población Hab/km ²	1***	65 Población total: 1730 Hombres: 775 Mujeres: 789 98.2	Muy alto (0.76) Muy Alto (0.89)	0 172.5 km Densidad total: 0.3 km/m ²
	2:11	2:15					
	3:34	3:36					
	4:15	4:13					
	5:30	5:6					
	6:8						
11. Zn Uso restringido	1:2	1:11	Rio Perenne Cuenca Prioritaria	2** 2***	29	Muy alto (0.81)	16.1 km Densidad de población: 0.05 km/km ²
	2:4	2:14					

1 = Muy alta; 2 = alta; 3= media; 4 = baja; 5 = sin degradación; 6 = uso del suelo; IIC: Índice Integral de Conectividad: 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; 5 = muy alta; R. P. = río perenne; R. I: río intemite; * = *Leopardus pardalis*; ** = *Puma concolor*; *** = *Lynx rufus*; **** = *Puma yagouaroundi*.

Fuente: Elaboración propia.

En otra porción de la subzona del Río Bagres, aguas abajo cercana a la subzona El Timbe 3, se tienen registros de fototrampeo de *Leopardus pardalis* (figura 5) (Iglesias *et al.*, 2008). Entre otras características importantes, en esta subzona el Río Bagres es un río perenne, aspecto importante, tomando en cuenta que la cubierta vegetal alrededor de este río son matorrales crasicaulas (Rocha, 2015), y además es el curso alto de la cuenca del río Pánuco, la cual está categorizada como cuenca prioritaria (Instituto Nacional de Ecología/Instituto Nacional de Estadística y Geografía/Comisión Nacional de Agua [INE/INEGI/Conagua], 2007). La longitud de los cursos fluviales en la subzona del río Bagres es la mayor de toda la RBS-GG (1603 km).

Subzona de uso restringido Victoria-Xichú

Esta subzona ocupa el cuarto lugar en cuanto su extensión (297.1 km^2), es uno de los dos corredores más importantes de la RBSGG con muy alta conectividad. Las actividades destinadas a esta subzona son totalmente pertinentes, sin embargo, sus límites truncan el corredor en la porción norte de una manera tajante y rectilínea. Este límite no parece seguir algún criterio ambiental; este límite donde se corta el corredor de muy alta conectividad es la subzona río Bagres (figura 4).

Dentro de la subzona Victoria-Xichú se ubican 29 localidades, mantienen una baja densidad de

población debido a la amplia superficie que la compone. Presenta una densidad de drenaje alta, lo que muestra una superficie bien drenada. En esta subzona se han encontrado los registros de *Puma concolor* y *Lynx rufus* (figura 5). Respecto a los temas socioeconómicos, las poblaciones de dicha subzona presentan un índice de masculinidad bajo (87.4), evidenciando procesos de migratorios de la población masculina (tabla 3).

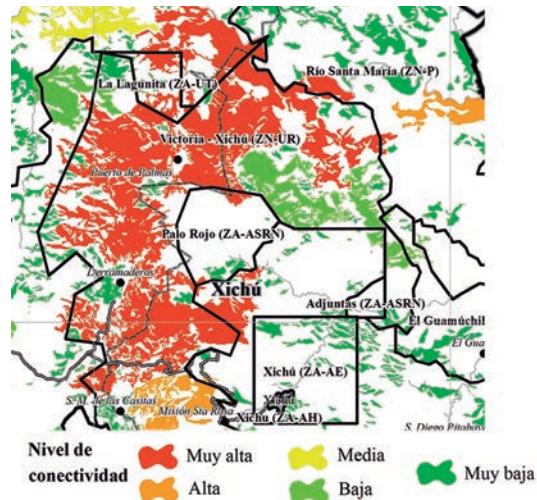


Figura 4. Límite entre las subzona del Río Bagrées y la subzona Victoria-Xichú, el cual corta abruptamente un corredor de muy alta conectividad.
Fuente: Elaboración propia.

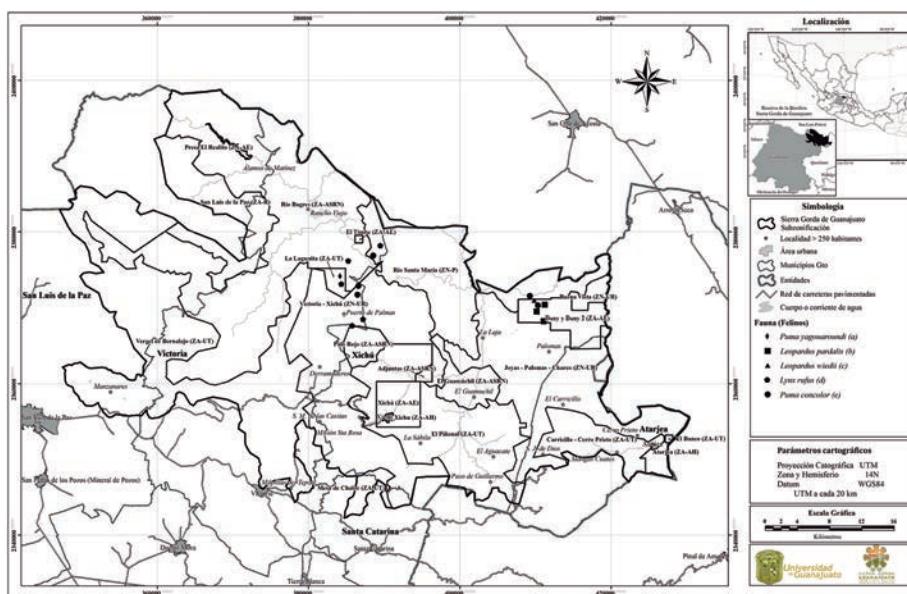


Figura 5. Mapa de registros de fototrampeo en la RBSGG.

Fuente: Bolaños *et al.* (2010); Charre-Medellín *et al.* (2012); Iglesias *et al.* (2008); Iglesias *et al.* (2012); Magaña-Cota *et al.* (2010); Sánchez-Cordero *et al.* (2011).

Tabla 3.

Variables ambientales y socioeconómicas consideradas en el presente trabajo.

Sub-zonificación	Degradación forestal (% por categoría para cada Subzona)	Conectividad (%)	Longitud de corrientes superficiales en km lineales	Registro fototrampeo número de registros	Número localidades	Promedio nivel de marginación por subzona 2000	Longitud Pav.		
			Densidad de drenaje km/km ²		Población total de hombres y mujeres 2010 IMAS				
			Tipo de curso fluvial STA		Densidad de población Hab/km ²	2010	Longitud territorial		
12. ZA Subzona de aprovechamiento especial El Timbe 3 (Sup. 1.0 km ²)	1:0	1:20	1.7 km		0	0	0		
	2:0	2:0			0				
	3:83	3:0			0				
	4:0	4:0	1.7		0	1.7 km Densidad total: 1.7 km/km ²			
	5:17	5:0	Río Perenne Cuenca Prioritaria		0				
	6:0								
13. ZA Aprovechamiento especial Xichú (Sup. 34.0 km ²)	1:12	1:80	131 km		10	Alto (-0.13)	0		
	2:34	2:20			Población total: 2107 Hombres: 965 Mujeres: 1142 84.5				
	3:35	3:0			Densidad de población 61.9 hab/km ²				
	4:11	4:0	3.8		Alto (-0.18)	11.1 km Densidad total: 0.3 km/km ²			
	5:5	5:0							
	6:4								
14. ZA Aprovechamiento especial Dany-Dany Dos (Sup. 48.0 km ²)	1:0	1:6	105 km		6	Alto (0.24)	0		
	2:0	2:0			Población total: 441 Hombres: 228 Mujeres: 213 107.0				
	3:3	3:0			Densidad de población: 9.1 hab/km ²				
	4:32	4:0	2.1		Alto (-0.32)	30 km Densidad total: 0.6 km/km ²			
	5:61								
	6:3	5:94							

DF: Degradación forestal: 1 = muy alta; 2 = alta; 3 = media; 4 = baja; 5 = sin degradación; 6 = uso del suelo; IIC: índice Integral de conectividad: 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; 5 = muy alta; * = *Leopardus pardalis*; ** = *Puma concolor*; *** = *Lynx rufus*; **** = *Puma yagouaroundi*.

Fuente: Elaboración propia.

Subzona de aprovechamiento especial el Timbe 3

La subzona El Timbe 3 mantiene una superficie reducida (1.0 km²), lo cual cumple con los lineamientos de la LGGEPA. También se encuentra en áreas con una DF media, no tiene polígonos de vegetación conservada, no presenta un índice de conectividad importante y no existen localidades dentro de la poligonal, por

lo que al parecer las actividades de extracción minera parecen adecuadas. Sin embargo, esta subzona se encuentra a menos de 200 m del río Bagres, un curso fluvial permanente y parte de la cuenca alta del río Pánuco, la cual ha sido declarada como cuenca prioritaria por parte de la Conagua (INE/INEGI/Conagua, 2007). Se suma otro aspecto importante a considerar, ya que en esta subzona se han colectado registros de especies de felinos, como es el *Puma concolor* y *Lynx*

rufus (figura 5). Esta subzona es muy cercana a uno de los principales corredores con muy alta conectividad (figura 3).

Subzona de aprovechamiento especial Xichú

La subzona de aprovechamiento especial de Xichú está ubicada en un área con importante degradación forestal (figura 2) y nula conectividad (figura 3), sin embargo, el problema de un aprovechamiento con actividades mineras, como lo plantea el plan de manejo, es delicado porque esta zona ya mantiene enormes toneladas de jales, los cuales se encuentran contaminando el río Xichú (Carrillo-Chávez *et al.*, 2014; Guerrero-Aguilar & Ramos-Arroyo, 2016). Este río tiene un flujo permanente y desemboca en el río Santa María que, a su vez, alimenta desde la cuenca alta la gran cuenca del río Pánuco, cuenca declarada como cuenca prioritaria (INE/INEGI/Conagua, 2007).

Por otro lado, en el área de la subzona se encuentran asentadas diez localidades que presentan una densidad media de población 61.9 hab/km², considerando que son localidades rurales; dichas localidades utilizan la llanura aluvial que corre paralela al curso de río Xichú, regando con aguas que vienen de los jales mineros a sus campos de cultivo.

De las cinco subzonas, esta es la que presenta el índice de masculinidad más bajo (84.5), lo que lleva a suponer que la población masculina migra, y por lo regular es una migración a los Estados Unidos de América (comunicación personal, talleres participativos 2012).

Subzona de aprovechamiento especial Dany-Dany Dos

Dany-Dany Dos es una subzona que atraviesa perpendicular y completamente uno de los dos corredores de conectividad más importantes de la RBSGG (figura 3). Esta subzona mantiene cubiertas sin DF con un 61% y con baja DF 32%, sumando un 93% de cubiertas vegetales en muy buen estado de conservación (figura 2). Presenta un índice de conectividad del 94% (figura 3). En esta subzona se han colectado las tres especies de felinos: *Puma concolor*, *Leopardus wiedii* y *Leopardus pardalis* (figura 5 y tabla 2); las dos últimas con categorías de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010). A todo lo anterior se suma la presencia de una densidad de drenaje moderada de 2.1, es decir, con un buen drenaje, que desemboca y fluyen 105 km de corrientes

superficiales, desembocando en el río Santa María de la misma cuenca prioritaria del Panuco. Referente a los aspectos socioeconómicos, al contrario de otras subzonas, en esta subzona el índice de masculinidad es muy alto (107.0), predominando más hombres que mujeres, con una densidad de población baja (9.1 hab/km²). Las seis localidades establecidas en esta subzona mantienen índices de marginación altos y una escasa red de caminos de terracería con una densidad de 0.6 km/km² (tabla 3).

El resto de las variables socioeconómicas manejadas en el presente trabajo, en lo que respecta a la densidad de población, casi todas las subzonas tienen una densidad de población muy baja o baja (tabla 3), es por ello que este elemento no se describió en secciones anteriores. Solo la zona de aprovechamiento especial de la presa El Realito (figura 1) presenta una localidad, pero con una densidad de población dentro de la subzona de muy alta, de 200.4 hab/km², para ser un área rural. Debe considerarse este hecho porque el impacto de los desagües al cuerpo de agua de la presa puede ser negativo.

Respecto al índice de marginación para ambas décadas (2000-2010), este no cambió sustancialmente. Las localidades pertenecientes a cada subzona mantienen prácticamente los mismos índices del 2000 al 2010. Solo en el caso de la subzona de Victoria-Xichú pasó de un índice de marginación muy alto a uno alto.

La densidad de las redes de caminos para todas las subzonas es baja, y donde predominan caminos de terracería.

DISCUSIÓN

Son cinco las subzonas con actividades no pertinentes, considerando las variables manejadas en el presente trabajo, el análisis de no pertinencia de las actividades propuestas en el programa de manejo, se considera porque vulnera de manera significativa la preservación de los ecosistemas, objetivo principal en un área con estatus de Reserva de la Biosfera. Dicha no pertinencia de las actividades se ven reflejadas para tres de las subzonas en su totalidad, y en otras dos solo en algunas porciones de las subzonas. En estas últimas es debido a la inadecuada determinación de sus límites, ya que no se consideró la importancia de la conectividad entre los ecosistemas de las subzonas de la RBSGG.

La subzona del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales río Bagres tiene dos áreas donde se deben redefinir sus límites, ya que trunca la

conectividad de dos corredores, uno de muy alta conectividad y otro de alta conectividad; en el primero el límite debe ampliarse más al norte y en el segundo caso en dirección noroeste (figura 3).

Ese límite donde se trunca la muy alta conectividad entre la subzona río Bagres y la subzona de Victoria-Xichú corresponde precisamente al área donde se encontraron cuatro de los cinco felinos reportados hasta ahora en la bibliografía, varios de ellos en peligro de extinción. Es de llamar la atención que cercana a este límite rectilíneo (3 km en su tramo más cercano) se ubica la subzona de aprovechamiento especial El Timbe 3, designada para actividades mineras (figura 1). Pareciera “adecuado” que el límite abrupto del norte de la subzona de uso restringido Victoria-Xichú no figurara tan cercano a la subzona de aprovechamiento especial El Timbe 3, ya que la subzona Victoria-Xichú forma parte de la zona núcleo. El límite que obstaculiza la continuidad de muy alta conectividad al norte de la subzona de Victoria-Xichú debe prolongarse para preservar la flora y fauna con registros de especies en peligro de extinción de los cuatro de cinco felinos registrados.

El buen manejo de la subzona río Bagres se considera fundamental ya que, como se mencionó en los resultados, mantiene dos corredores de conectividad dentro de su subzona, uno de conectividad media y otro de conectividad alta. De este último se propone modificar sus límites. Sin embargo, el corredor de conectividad media, considerando sus dimensiones, tiene que desarrollar un manejo sustentable riguroso, ya que del manejo adecuado que mantenga podrá garantizar una buena conservación de la cubierta vegetal, lo cual impactará en un óptimo abastecimiento en la subzona especial de la Presa de El Realito. Por otro lado, es importante destacar este corredor de conectividad media, el cual corresponde a una vegetación de matorral crasicaule bien conservado (Pérez & Rocha, 2015; Rocha, 2015). Dicho ecosistema, a pesar de constituir la cubierta natural con mayor superficie en la RBSGG, no fue contenido en ninguna zona núcleo, ya sea de protección o uso restringido. No obstante, de ser los ecosistemas de ambientes áridos y semiáridos con mayor fragilidad y donde el crecimiento de las especies vegetales es muy lento, además de ser estos ecosistemas los que contienen mayor número de especies endémicas y en peligro de extinción para la RBSGG (Conanp, 2013).

Las siguientes subzonas son tres determinadas como de aprovechamiento especial (AE): El Timbe 3, Xichú y Dany-Dany Dos, donde se propone como la actividad minera (figura 1). El primer elemento que salta a la vista es su forma, caracterizada por tener límites rectilíneos siempre intersecando en ángulos rectos. Bajo esta configuración difícilmente puede encontrarse alguna relación entre los límites de las subzonas con los elementos ambientales, los cuales supuestamente rigieron la metodología de subzonificación.

Las actividades propuestas en el plan de manejo son operaciones mineras, las cuales bajo criterios de sustentabilidad serían cuestionables y materia de un fuerte debate (Kirsch, 2010; Whitmore, 2006).

Los parámetros ambiguos de las características de una subzona de aprovechamiento especial, como “superficie de extensión reducida” y la “armonía con el paisaje”, han de guardar las actividades que ahí se realicen. Son estos dos elementos los que confrontamos con el actual esquema de subzonificación de la RBSGG. Similar al punto anterior, una valoración completa solo puede lograrse conociendo las características concretas de un proyecto minero bien definido, lo cual en este punto no existe para ningún lugar en la reserva. En esta sección argumentamos razones suficientes para cuestionar la presencia y naturaleza de las subzonas de aprovechamiento especial para cualquier uso minero en el esquema de subzonificación de la RBSGG.

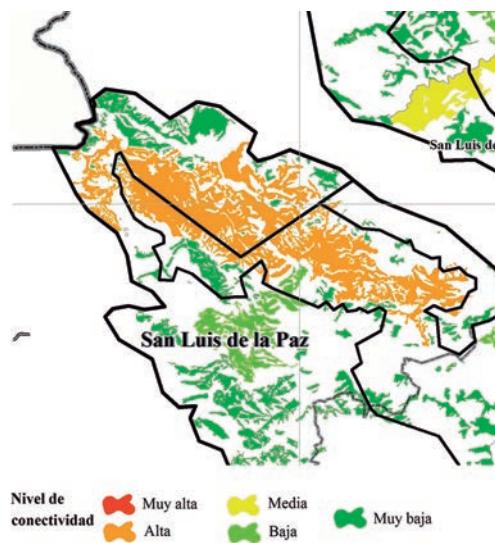


Figura 6. Límite entre las subzona del Río Bagres y la subzona Vergel de Bermejito, el cual corta abruptamente un corredor de alta conectividad.
 Fuente: Elaboración propia.

La naturaleza de los yacimientos y explotaciones mineras al interior de la reserva en los municipios de Xichú, San Luis de la Paz y Victoria presentan una importante diversidad de yacimientos minerales. Cerca de la localidad de Xichú existen yacimientos polimetálicos ricos en plata, cuya más reciente explotación fue a finales de los años cincuenta en la mina La Aurora, entonces propiedad de la compañía ASARCO (Consejo de Recursos Minerales [CRM], 1992; Miranda, 1978; Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2001a). En la zona cercana al cerro La Yesca, en la zona norte del municipio de Xichú, yacimientos similares (ricos en plata, plomo, cobre, zinc y oro) han sido objeto de exploración por parte de la compañía Minera Autlán (Compañía Minera Autlán, 2012). Según el portal GeoInfoMex del SGM (2016), cerca de la cabecera municipal de Xichú, en la zona de La Aurora, la empresa *Blackcomb Minerals* lleva a cabo trabajos de exploración de zinc, plomo, cobre y plata. Estos yacimientos no se encuentran actualmente en explotación, según los registros del SGM (2014). En otras zonas de la reserva, en los municipios de Victoria y San Luis de la Paz (zona El Realito), existen yacimientos de fluorita que dejaron de explotarse en 1985 y 1992, respectivamente (CRM, 1988, 1993, 1994). A pesar de la ausencia de registros, se sabe por testimonios locales recogidos por uno de los autores (Pérez & Rocha, 2015) que existen pequeños aprovechamientos de algunos de estos yacimientos y de otros (como los de mercurio en el municipio de Victoria).

La subzona El Timbe 3 corresponde a yacimientos de fluorita (SGM, 2001b), Dany-Dany Dos a los yacimientos polimetálicos de La Yesca y La Aurora, y Xichú corresponde a los depósitos polimetálicos actualmente explorados por *Blackcomb Minerals*.

La distribución de los tres polígonos de aprovechamiento especial para actividades mineras, como se mencionó en los resultados, no consideró la distribución actual de los tipos de vegetación y su grado de conservación; evaluación de la aptitud del territorio; factores biológicos, como ecosistemas, sus elementos y la distribución de especies con alguna categoría de riesgo (DOF, 2010). Como ya se describió en los resultados, la subzona de Dany-Dany Dos corta uno de los principales corredores de muy alta conectividad (figura 3) y en donde además se tienen registros de felinos en peligro de extinción (figura 5).

Los perímetros de las concesiones mineras dan una pista respecto a cuáles criterios primaron en el diseño de estas subzonas. Los nombres mismos de las subzonas "Xichú", "Dany" y "Dany 2" son nombres de

concesiones mineras a nombre de la empresa Desarrollos Mineros San Luis; asimismo, "El Timbe 3" es el nombre de una concesión a nombre de un particular (Conanp, 2009), y donde se ubica la mina El Timbe (SGM, 2001b). En el caso de la subzona "Dany-Dany Dos", su configuración geométrica, aunque no su designación como subzona, está plasmada en la zonificación descrita desde el decreto del establecimiento de la reserva (DOF, 2007), antes de haberse iniciado formalmente el proceso de subzonificación.

Por otro lado, en la subzona Dany-Dany Dos, de acuerdo con los datos socioeconómicos, muestran un índice de masculinidad muy alto (107), lo que hace pensar que en esta concesión es posible ya que se han realizado trabajos de exploración y por esta razón la población masculina está concentrada en el sitio.

En la subzona de aprovechamiento especial Xichú ya se han documentado los niveles de contaminación por arsénico derivado de los depósitos de jales. Dichos estudios revelaron que un 10% de las muestras tomadas en el río Xichú rebasaban los límites permisibles de concentración de arsénico (Carrillo-Chávez et al., 2014; Guerrero-Aguilar & Ramos-Arroyo, 2016). Por ello, debe resaltarse que la subzona de aprovechamiento especial de Xichú a pesar de tener una zona con importante DF y nula conectividad, el rehabilitar las actividades mineras en la zona generaría un daño ecológico considerable y además recordar que el Río Xichú es un afluente permanente, el cual alimenta la cuenca alta del Río Pánuco, que como ya se ha mencionado es una cuenca prioritaria.

Referente a la subzona de aprovechamiento especial "Dany-Dany Dos", esta representa un aspecto deficiente en el diseño de la subzonificación de la RBSGG, que corre contrario a los objetivos centrales de una reserva de la biosfera. Se torna aún más relevante al considerar que existe un número importante de ANP en el país que cuentan con subzonas destinadas a la minería con características similares a estas en sus programas de manejo.

CONCLUSIONES

Para llevar a cabo el buen manejo y conservación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del país, es necesario sumar estudios de conectividad integral, degradación forestal y densidad del drenaje. Dichos aspectos ambientales permiten analizar el paisaje como un sistema de conexiones y flujos, enfoque necesario para comprender procesos sobre el movimiento y dispersión de

las especies, determinando las superficies con mayor importancia de conectividad y en sitios con baja degradación forestal garantizando con ello, un mayor éxito en la conservación en un continuo del paisaje.

El análisis y consideración de los aspectos socioeconómicos son de vital importancia para el éxito y viabilidad de la conservación de las poblaciones de las ANP.

Las subzonas con actividades no pertinentes son: el área de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (ASRN) río Bagres, la subzona de uso restringido (UR) Victoria y Xichú y tres subzonas de aprovechamiento especial (AE): Timbe, Xichú y Dany-Dany Dos.

Las subzonas del río Bagres y Victoria deben ampliar sus límites en las porciones donde el polígono mantienen límites rectilíneos, los cuales truncan superficies del paisaje con un índice de conectividad integral muy alta y alta y en superficies sin degradación forestal.

Es necesario suspender subzonas de aprovechamiento especial donde se sugieren actividades mineras, las cuales se encuentren inmersas o contiguas a paisajes con un índice de conectividad integral muy alto y alto y en superficies sin degradación forestal.

Los límites de las acciones de manejo propuestos en las subzonas de una ANP no pueden ser truncados sin tomar en cuenta aspectos esenciales como la conectividad integral y la condición de conservación del paisaje, porque atentan contra la existencia misma de los ecosistemas, contradicción el sentido de la conservación y preservación del capital natural para las generaciones futuras.

REFERENCIAS

- Bennett, A. F. (1998). *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. Gland, Suiza y Cambridge, RU: IUCN.
- Bolaños-Martínez, R., Sánchez-Cordero, V., Gurrola-Hidalgo, M., Iglesias-Hernández, J., Magaña-Cota, G., & Botello, F. (2010). First record of the crestes guan (*Penelope purpurascens*) in the state of Guanajuato, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(1), 237-241.
- Botello, F. (2004). *Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca* (Tesis de Licenciatura), Facultad de Ciencias-UNAM: México.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V., & González G. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. In E. Monterrubio, E. Espinoza & J. Ortega (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos en México II* (pp. 335-341). México: Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Carrillo-Chávez, A., Salas-Megchún, E., Levresse, G., Muñoz-Torres, C., Pérez-Arvizu, O., & Gerke, T. (2014). Geochemistry and mineralogy of mine-waste material from a "skarn-type" deposit in central Mexico: Modeling geochemical controls of metals in the surface environment. *Journal of Geochemical Exploration*, 144(1), 28-36.
- Charre-Medellín, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Álvarez-Jara, M., & Botello, F. (2012). Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57(1), 117-118.
- Compañía Minera Autlán (2012). Exploración minera Xichú. Manifestación de impacto ambiental. Ciudad de México, México: Compañía Minera Autlán.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2009). *Concesiones mineras en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (Memorandum)*. Ciudad de México, México: Conanp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2010). *Áreas naturales protegidas*. Ciudad de México, México: Conanp. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). (2013). *Borrador del Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato*. Ciudad de México, México: Conanp.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). (2009). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004 – 2009*. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. México.
- Consejo de Recursos Minerales (CRM). (1988). *Sumario estadístico de la minería mexicana 1983-1987*. Ciudad de México, México: CRM.
- Consejo de Recursos Minerales (CRM). (1992). *Monografía geológico-minera del estado de Guanajuato*. Pachuca, México: CRM.
- Consejo de Recursos Minerales (CRM). (1993). *Anuario estadístico de la minería mexicana 1992*. Ciudad de México, México: CRM.
- Consejo de Recursos Minerales (CRM). (1994). *Anuario estadístico de la minería mexicana 1993*. Ciudad de México, México: CRM.
- Consejo Nacional de Población (Conapo) 2000. (2002). México. Recuperado el 23 de septiembre de 2016 de http://www.conapo.gob.mx/ES/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2000
- Consejo Nacional de Población (Conapo) 2010. (2012a). México. Recuperado el 23 de septiembre de 2016 de http://www.conapo.gob.mx/ES/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010
- Consejo Nacional de Población (Conapo) (2012b). *Índice de marginación por localidad 2010, Colección: Índices Sociodemográficos*. Ciudad de México: Conapo.
- Datos Macro (2014). Recuperado el 10 de agosto de 2016 de <http://www.datosmacro.com/paises/mexico>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2 de febrero de 2007). *Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la Biosfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato localizada en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú, en el estado de Guanajuato*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=4961362

- Diario Oficial de la Federación (DOF). (30 de enero de 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*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión*. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2016). *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión*. Recuperado el 25 de octubre de 2016 de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1133/1/ley_general_del_equilibrio_ecologico_y_la_proteccion_al_ambiente.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1996). *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. FAO Forestry Paper, 130.
- Enciclopedia Multimedia Virtual Interactiva. (2005). Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006b/jirr-06/1b.htm>
- Grigione, M., Beier, P., Hopkins, R., Neal, D., Padley, W., Schonewald, C., & Johnson, M. (2002). Ecological and allometric determinants of home-range size for mountain lions (*Puma concolor*). *Animal Conservation*, 5(4), 317-324.
- Guerrero-Aguilar, A., & Ramos-Arroyo, Y. (2016). Leaching of arsenic from waste deposits at la Aurora mine, Xichú mining district, Guanajuato, México; Characterization and remediation. In P. Bhattacharya, M. Vahter, J. Jarsjö, J. Kumpiene, A. Ahmad, C. Sparrenbom, G. Jacks, M. Donselaar, J. Bundschuh & R. Naidu (Eds.), *Arsenic Research and Global Sustainability: Proceedings of the Sixth International Congress on Arsenic in the Environment* (pp. 209-210). Estocolmo, Suecia: CRC Press.
- Hannah, L., Midgeley, G., Lovejoy, T., Bond, W., Bush, M., Lovett, J., Scott, D., & Woodward, F. (2002). Conservation of biodiversity in changing climate. *Conservation Biology*, 16(1), 264-268.
- Horton, R. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America bulletin*, 56(3), 275-370.
- Iglesias, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Bolaños R., Aranda, M., Hernández, R., & Botello, F. (2008). Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia*, 72(4), 347-349.
- Iglesias, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Bolaños, R., & Botello, F. (2012). Diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Xichú. In A. Cruz, E. Melgarejo, A. Contreras & M. González (Eds.). *La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado Volúmen II* (pp. 275-276). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) / Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2002). *Censo de Población y Vivienda, 2000 (Informe nacional y estatales)*, México. Recuperado de <http://www.censo2000.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Conjunto de Datos vectoriales a nivel localidad. 2000*. México: INEGI. Recuperado el 24 de octubre de
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). *Conjunto de Datos vectoriales a nivel localidad, 2010. Ciudad de México*, México: INEGI. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI.) (2011). *Censo de Población y Vivienda, 2010 (Informe nacional y estatales)*, México. Recuperado de <http://www.censo2010.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). *Conjunto Nacional de Información de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie IV*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Ecología / Instituto Nacional de Estadística y Geografía / Comisión Nacional de Agua (INE / INEGI / Conagua). (2007). *Cuencas hidrográficas de México escala 1: 250 000*. México: INE / INEGI / Conagua.
- Jones, J. A. A. (1997). *Global Hydrology: processes, resources and environmental management*. London, UK: Addison-Wesley.
- Kirsch, S. (2010). Sustainable mining. *Dialectical Anthropology*, 34(1), 87-93.
- Maehr, D. S., Roof, J. C., Land, E. D., McCown, J. W., & McBride, R. T. (1992). Home range characteristics of a panther in south central Florida. *Florida Field Natural*, 20(4), 97-103.
- Magaña-Cota, G., Charre-Medellín, J., Hernández, R., Iglesias, J., Chávez-Galván, B., Bolaños R., Cecaira-Ricoy, R., Sánchez-Cordero, V., & Botello, F. (2010). Primer registro del murciélagos vampiro de pata peluda (*Diphylla ecaudata*) para el estado de Guanajuato, México. *Therya*, 1(3), 213-220.
- Miranda, M. (1978). Estudio geológico-geoquímico regional del área de Xichú, estado de Guanajuato. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 39(2), 101-106.
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21(7), 959-967.
- Pérez, A., & Rocha, F. (2015). Degradación Forestal en áreas naturales protegidas del estado de Guanajuato. En faltan editores (Eds.), *Extensos 1er. Congreso Nacional de Ordenamiento Territorial y Ecológico*. Guanajuato, México: Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, Instituto de Planeación, Estadística y Geografía / International Society of Land Planning and Ecological Planning.
- Rocha, F. (2015). *Degradación forestal en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Guanajuato: México.

- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Magaña-Cota, G., & Iglesias, J. (2011). Vampire bats, *Desmodus rotundus*, feeding on white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*. *Mammalia*, 75(1), 91-92.
- Saura, S., & Pascual-Hortal, L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2-3), 91-103.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2001a). *Carta geológico-minera Xichú F14-C36*. Pachuca, México: SGM.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2001b). *Carta geológico-minera Mineral El Realito F14-C26*. Pachuca, México: SGM.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2014). *Anuario estadístico de la minería mexicana 2014*. México: Secretaría de Economía.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2016). *GeoInfoMex*. México: SGM. Recuperado el 15 de noviembre de 2016 de <http://mapasims.sgm.gob.mx/GeoInfoMexDb>
- Skutsch, M. (2013). *Entrevista con Margaret Skutsch sobre degradación forestal en México*. [Archivo de video]. Recuperado el 10 de febrero de 2015 de <http://vimeo.com/78213906>
- Spreadbury, B. R., Musil, R. K., Musil, J., Kaisner, C., & Kovak, J. (1996). Cougar population characteristics in southeastern British Columbia. *The Journal of Wildlife Management*, 60(4), 962-969.
- Saura, S., & Pascual-Hortal, L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2-3), 91-103.
- Taylor, P. D., Fahring, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3), 571-573.
- Velázquez, A., Mas, J., Díaz, J., Mayorga, R., Alcántara, P., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Ezcurra, E., & Palacio, J. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62(1), 21-37.
- Whitmore, A. (2006). The emperors new clothes: Sustainable mining? *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4), 309-314.