

SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS: ELEMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES EN LA RESTAURACIÓN DE PAISAJES DEGRADADOS

José G. Chan Quijano^{1*}, Lucía Sanaphre Villanueva²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 30/06/2024 Aceptado: 07/07/2024

<https://doi.org/10.69823/avacient.v4n2a2>

Resumen.- La restauración es un objetivo de conservación, pero en los sistemas forestales, el proceso es largo y lento, basado en el crecimiento de los árboles. Por otro lado, se está viviendo en el antropoceno y la predicción del cambio ambiental es rápida en comparación con los plazos de restauración de zonas degradadas. El objetivo de esta investigación fue describir los elementos teóricos y conceptuales para la restauración de paisajes degradados. Para ello, se empleó un método descriptivo-analítico con una sistematización de la información y bibliográfico. Además, se aplicó el *ad libitum* para generar mapas conceptuales de los aspectos anecdóticos y de experiencia de especialistas. Es fundamental conocer los principios de la dinámica de los socioecosistemas degradados para construir objetivos viables y eficaces para tener un paisaje con niveles altos de remediación y, posteriormente, lograr la restauración con la participación de la sociedad. El paisaje puede ser utilizado como un indicador para evaluar los socioecosistemas degradados por actividades antropocéntricas, como la industria minera y petrolera. Por último, se debe promover proyectos de restauración ecológica multi y transdisciplinarios que consideren al socioecosistema como un todo dentro de lo social-antropológico, lo ecológico-biológico y lo económico-administrativo para asegurar que la recuperación del socioecosistema.

Palabras clave: remediación, ecología, sociedad, gobernanza, perturbaciones.

SOCIOECOLOGICAL SYSTEMS: THEORETICAL AND CONCEPTUAL ELEMENTS IN THE RESTORATION OF DEGRADED LANDSCAPES

Abstract.- Restoration is a conservation objective, but in forest systems, the process is long and slow, based on tree growth. On the other hand, we are living in the Anthropocene and the prediction of environmental change is rapid compared to the restoration timeframes of degraded areas. The objective of this research was to describe the theoretical and conceptual elements for the restoration of degraded landscapes. To do so, a descriptive-analytical method was used with a systematization of information and bibliography. In addition, *ad libitum* was applied to generate conceptual maps of anecdotal aspects and the experience of specialists. It is essential to know the principles of the dynamics of degraded socio-ecosystems to build viable and effective objectives to have a landscape with high levels of remediation and, subsequently, achieve restoration with the participation of society. The landscape can be used as an indicator to evaluate socio-ecosystems degraded by anthropocentric activities, such as the mining and oil industries. Finally, multi- and transdisciplinary ecological restoration projects should be promoted that consider the socio-ecosystem within the social-anthropological, ecological-biological and economic-administrative aspects to ensure the recovery of the socio-ecosystem.

Keywords: remediation, ecology, society, governance, disturbances.

Introducción

La alteración de los ecosistemas originales es uno de los muchos problemas ambientales al que se está enfrentando el ser humano. En este deterioro ambiental la afectación de la flora, fauna, el agua, el aire y el suelo de los sistemas naturales, así como la alteración de las interacciones biológicas, biogeoquímicas y los procesos ecológicos característicos de los ecosistemas cada vez son mayores (Margules y Sarkar, 2007). Las maneras de gobernar los recursos naturales no solo impactan los modos de vida de las sociedades, sino que, afectan el territorio y, con ello, las interpretaciones culturales y naturales (Sánchez, 2021).

Las múltiples interacciones entre los componentes biofísicos de la naturaleza con los de los seres humanos tienen presente el espacio-tiempo, la cultura y consideran la unión cognitiva y real ecosocial de las comunidades desde los

¹Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C. (CCGS). Calle Centenario del Instituto Juárez S/N Col. Reforma, C.P. 86080 Villahermosa, Tabasco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4943-1202>, jose.chan@ccgs.mx; guadachaqui@gmail.com. (**Autor correspondiente**)

²Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C. (CCGS)-CONAHCYT. Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5566-7230>

distintos niveles de complejidad socioambiental del territorio, esto es a lo que se le conoce como socioecosistemas (Torres-Carral, 2021). Asimismo, los socioecosistemas mantienen un equilibrio dinámico en el proceso de interacción entre la población humana y la capacidad de carga del medio ambiente (Ben-Eli, 2015).

Cuando los socioecosistemas presentan problemas ambientales, ya sea por externalidades económicas y sociales por el desarrollo, se busca mitigar y disminuir los impactos de la degradación tomando en cuenta la complejidad de la relación del ser humano con la naturaleza por la constante transformación y movimiento de todos sus componentes (Ortega-Uribe *et al.*, 2014; Ghazoul y Chazdon, 2017). La degradación implica una reducción de algún atributo natural del ecosistema; por ejemplo, el suelo, el agua y el aire pueden ser contaminados por algún agente tóxico como metales pesados, hidrocarburos del petróleo, plásticos y microplásticos, por mencionar algunos.

Como respuesta a los procesos de deterioro, la Sociedad de la Restauración Ecológica (SER, 2004) ha propuesto un continuo de actividades enfocadas a mejorar en diferente grado la biodiversidad, la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos (Gann *et al.*, 2019). Estas actividades pueden agruparse en cuatro categorías, que, yendo de la menor a la mayor mejora, son la reducción de impactos, la remediación, la rehabilitación y finalmente la restauración ecológica. La *reducción de impactos* se hace en zonas totalmente transformadas, como por ejemplo en las ciudades, con el fin de reducir los impactos sociales; ejemplo de esto es la separación de residuos y su reciclaje. La *remediación* se aplica en sitios fuertemente transformados o deteriorados; por ejemplo, la remediación de suelos de minas abandonadas o de sitios contaminados por hidrocarburos, por mencionar algunos ejemplos. La *rehabilitación* pretende reparar la función ecosistémica, es decir, recuperar los ciclos de nutrientes, lo que puede lograrse incluso con especies exóticas. Finalmente, cuando lo que se busca es el nivel más alto de recuperación posible, así como recuperar un ecosistema nativo (especies y función), estamos hablando de la *restauración ecológica* (RE; Gann *et al.*, 2009).

Recuperar un ecosistema nativo en un sitio degradado implica tener un ecosistema de referencia. Debido a que en muchos casos puede ser que ya no exista un registro histórico del ecosistema original, o las condiciones socioambientales actuales ya no son adecuadas para recuperarlo, se considera que la RE debe transitar hacia el uso de la historia sólo como una guía, y aceptar que la recuperación del ecosistema no necesariamente llegará a un punto fijo, sino que puede tomar una de múltiples trayectorias posibles. Por ello, recuperar de manera estricta la composición original de especies ya no es el objetivo final (Higgs *et al.*, 2014), pero sí la recuperación de una comunidad de plantas nativas.

La RE busca, por tanto, lograr que, a través de la recuperación de la integridad del ecosistema, se logre la satisfacción de valores personales, culturales, socioeconómicos y ecológicos (Gann *et al.*, 2019; Jácome-Flores *et al.*, 2024). La RE es por tanto una herramienta que busca no sólo recuperar un ecosistema nativo, sino reestablecer una relación armónica entre la naturaleza y el ser humano, abordando la integridad del paisaje con la priorización y planificación, la gobernanza y la política pública, y los estándares de buenas prácticas (Gutiérrez, 2017; Cecon, 2024). La restauración de los ecosistemas funge como objetivo razonable para la resolución de las afectaciones antropogénicas y en ocasiones naturales, cuando la recuperación por vías naturales no es posible.

Debido a que la restauración es un medio para la recuperación de las especies vegetales, de la fauna, de los suelos, y del paisaje (Dirección General de Parques Nacionales y Agencia de Parques de Canadá, 2008; Cecon, 2013), es necesario implementar una evaluación de la ecología de la restauración, con el fin de encontrar pasos clave para la implementación de la RE, para la selección de especies nativas que, además de tener un papel ecológico, tengan diversos usos por parte de las comunidades, sin olvidar los factores de manejo, sustentabilidad y racionalidad ambiental (Leff-Zimmerman, 2012; Ramírez-Marcial *et al.*, 2012; Cecon, 2013; Calva-Soto, 2014; Salgado-Terrones, 2015). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue describir los elementos teóricos y conceptuales para la restauración de paisajes degradados.

Materiales y métodos

Se empleó una investigación con enfoque descriptivo-analítico con un protocolo de sistematización de la información, así como bibliográfico (Zupic y Čater, 2015). Para la búsqueda de la literatura se consultó bases de datos como Web of Science, Scopus, Elsevier, Springer, Redalyc, Dialnet y Scielo, utilizando palabras clave como restauración ecológica, ecología de la restauración, gobernanza, directrices, sistemas socioecológicos, por mencionar algunas (Zhu y Liu, 2020; Cascajares *et al.*, 2021), además se utilizaron los tesauros de la UNESCO (2023), específicamente que estuvieran relacionados con el tema de investigación.

Se encontró un total de 3,653 documentos, además de 156 libros. Para la sistematización de la literatura se consideró un enfoque basado en la minería de textos con una muestra no probabilística, es decir, se recogió la información que

aportó datos e información válida para el proceso de análisis de la información (Langer, 2018; Salvatore, 2023), trabajando con 43 documentos.

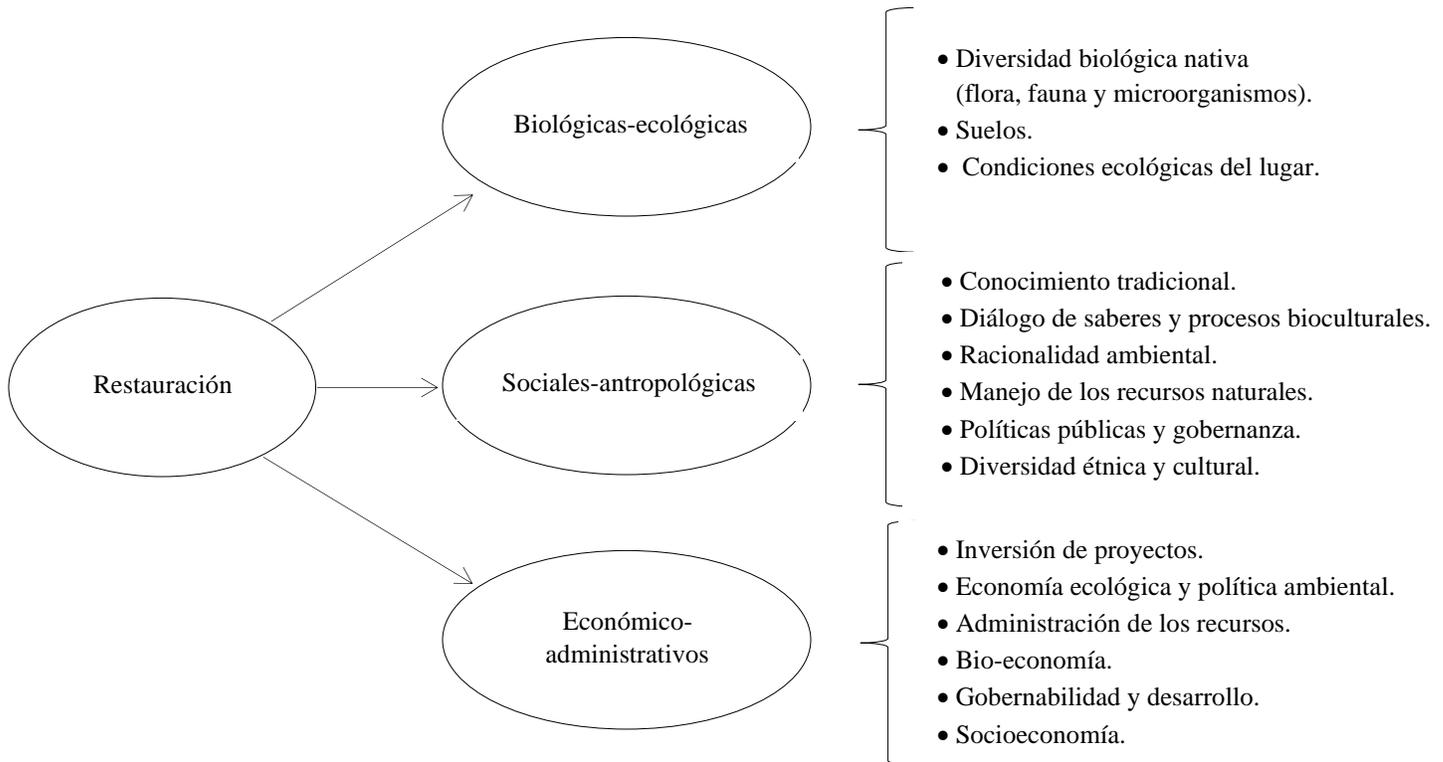
Finalmente, como complemento, se aplicó el *ad libitum*, es decir, se recogieron aspectos anecdóticos y de experiencia de investigadores especialistas en el tema para la construcción de mapas conceptuales (Herrera-Rodríguez *et al.*, 2012; Brereton *et al.*, 2022). Asimismo, el estudio presenta los elementos teóricos y conceptuales de la restauración de zonas impactadas, así como algunos niveles de acción socio-institucional y socio-territoriales.

Resultados y Discusión

Dimensiones de la restauración ecológica y su implementación en México

Para una orientación práctica hacia la realización de proyectos con marcos de planificación, gestión e implementación para la toma de decisiones, es importante considerar las dimensiones biológicas-ecológicas, sociales-antropológicas y económico-administrativas (Figura 1).

Figura 1. Consideraciones y directrices para la restauración de suelos degradados.



Nota: elaboración propia a partir de Ortiz-Espejel y Duval-Berhmann (2007); Ceccon *et al.* (2013), Galán *et al.* (2013) y Martínez-Alier y Roca-Jusmet (2013).

Dentro de las directrices para la RE, es necesario considerar que los socioecosistemas difieren, que las políticas y las culturas varían por regiones, así como la resiliencia (o elasticidad) de los factores anteriores, ya que a lo largo del tiempo la capacidad que tiene cada una serán distintas, por ello, es indispensable mantener la funcionalidad y continuidad para cada tipo de socioecosistema (Sánchez, 2005).

Cairns Jr (2002), Hufford y Mazer (2003) y Sánchez (2005) mencionan que lo anterior deja claro que no existen lineamientos o recetarios para una RE perfecta, pero sí existe una serie de fundamentos que articulan de manera adecuada y que, además, contribuyen a atenuar los daños causados a los distintos socioecosistemas. Dentro de estos fundamentos, están los de la Sociedad de la Restauración Ecológica (SER, 2004), que definió los Principios y Estándares Internacionales para la Práctica de la RE (Gann *et al.*, 2019). La Dirección General de Parques Nacionales y Agencia de Parques de Canadá (2008), IMP (2010), Brenner y Rosales-Ortega (2015), McDonald *et al.* (2016),

Sewell *et al.* (2016) y Méndez-Toribio *et al.* (2017) identifican también algunas directrices y planes para la restauración (Tabla 1), algunos de estos pueden ser con apoyo de la sociedad local.

Tabla 1. *Directrices y planes para la restauración.*

Directrices	Planes	Característica
Aplicación de objetivos, marco conceptual, metas y alternativas	Identificar alteraciones y perturbaciones. Planear puntos clave para la priorización de la restauración como, por ejemplo, datos biofísicos, socioeconómicos, culturales, ambientales, así como uso del suelo.	Generar líneas de base para el proyecto de reforestación y diagnósticos a partir de las identificaciones con perspectivas de sustentabilidad.
Elementos de priorización	Tener en cuenta la calidad del agua y del suelo. Especies de plantas nativas a utilizar.	Realizar análisis físico-químicos y de contaminantes. Consultar las normas y leyes sobre la presencia de sustancias en el agua y suelo. Evaluar el progreso en el corto, mediano y largo plazo. Tener guías de siembra, de propagación de árboles y manuales de manejo de restauración.
Aspectos de implementación	Mejoramiento del paisaje. Realizar mapas de las áreas a reforestar. Implementación de indicadores sociales, económicos y ambientales.	Identificar los límites territoriales de los ecosistemas pertinentes de acuerdo con las divisiones políticas. Utilizar Sistemas de Información Geográfica. Estimar las coberturas de las áreas a restaurar.
Aspectos de monitoreo	Establecer guías técnicas sobre los aspectos ambientales y ecológicos. Evaluación de aspectos biofísicos, socioeconómicos y financieros.	Verificación topográfica de las zonas. Composición de la vegetación: en ecosistemas conservados y restaurados, y en áreas productivas Configuración de la vegetación: número, tamaño y forma de los parches de vegetación, y distancia entre ellos
Mecanismos de financiamiento	Identificar los mecanismos, las fuentes económicas e instrumentos de financiamiento para los planes de restauración.	Tener una coordinación interinstitucional para los métodos y procesos de restauración, además, se debe formular iniciativas a largo plazo para asegurar el éxito del área.
Comunidades, conocimiento y gobernanza	Aplicación de metodologías como la participación-acción u otros. Considerar las dinámicas multiescalares de los procesos económico-ambientales.	Fomentar la participación social, reconocer y utilizar los conocimientos tradicionales en los procesos de restauración para las comunidades.

Tener una coordinación para la gobernanza productiva-territorial para la restauración y los procesos de construcción para la gobernanza.

Localizar que políticas ambientales apoyan para la coordinación legislativa. Considerar los componentes y directrices de la gobernanza del territorio en la restauración. Aplicar la metodología acción participativa para que la sociedad local se sienta parte del proyecto de restauración. Aplicación de los planes y marcos regulatorio para una buena estrategia de restauración.

Nota: elaboración propia a partir de Dirección General de Parques Nacionales y Agencia de Parques de Canadá (2008), IMP (2010), Brenner y Rosales-Ortega (2015), Gann *et al.*, (2019), Isaacs-Cubides y Ariza (2015), McDonald *et al.* (2016), Sewell *et al.* (2016) y Méndez-Toribio *et al.* (2017).

Aunque la disciplina de la restauración ha crecido notablemente en las últimas décadas (Shen *et al.*, 2023), ha proporcionado nuevas ideas y oportunidades para conservar la biodiversidad, manejar los socioecosistemas y probar las teorías ecológicas (Choi, 2007; López-Barrera *et al.*, 2017), en México la restauración aún carece de una normatividad legislativa por parte de las autoridades, así como las iniciativas de otras actividades de recuperación que se deben implementar, por ejemplo, en áreas contaminados con hidrocarburos del petróleo, áreas impactadas por minería y zonas muy degradadas (Cecon *et al.*, 2015; Chan-Quijano *et al.*, 2015; Méndez-Toribio *et al.*, 2017). A pesar de que México promulgó la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018), en donde se establece repetidamente la necesidad de la restauración de cuencas, suelos y ecosistemas; de que la CONABIO (2016) elaboró el mapa nacional de áreas prioritarias para la restauración y conservación, y de que México ha firmado múltiples convenios internacionales para implementar acciones de restauración ecológica en el territorio (Méndez-Toribio, 2018), no cuenta con instrumentos específicos que definan conceptos, criterios y estándares básicos, acciones requeridas o regulaciones para implementar y evaluar la restauración, mucho menos a nivel de paisaje (Cecon *et al.*, 2015; Checa-Artasu, 2016). Tampoco cuenta con políticas nacionales o locales que promuevan y guíen esas prácticas, ni con un fondo económico para la recuperación de las áreas afectadas (Aronson, 2016), salvo los recursos que por décadas se han invertido por CONAFOR en acciones de reforestación.

Pasar de la restauración local a la restauración socioecosistémica a nivel de paisaje

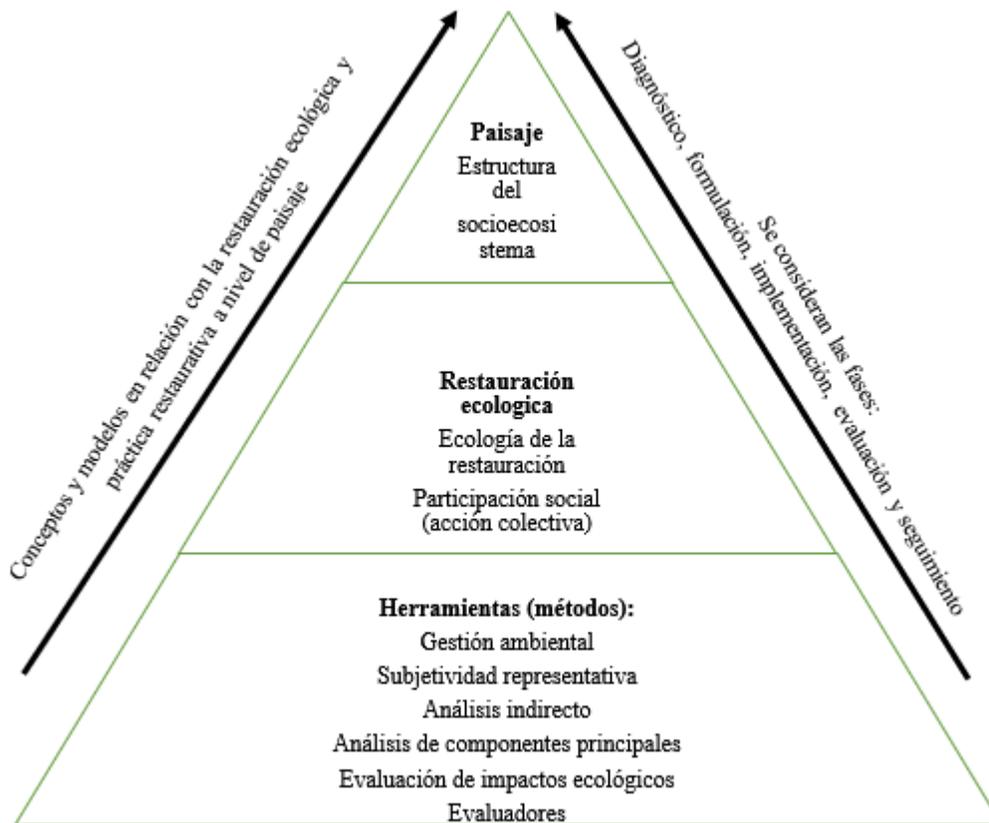
Para los procesos de RE ya no basta considerar solo lo ecológico-biológico de la zona afectada, se deben tomar en cuenta los aspectos social-antropológico y económico-administrativo a un nivel de paisaje, por la importancia que tiene el paisaje para hacer frente a los desafíos de degradación de las zonas rurales y urbanas (Besseau *et al.*, 2018; Jácome-Flores *et al.*, 2024; Rocha, 2024). Además, se debe considerar la participación social dentro de los proyectos de remediación y restauración con el propósito de mejorar las condiciones de vida y lograr un objetivo común. Asimismo, se deben llevar a cabo una planificación de las actividades ecológicas, sociales y económicas del paisaje para un beneficio socioecológico (Aguirre-Salcedo y Cecon, 2020; Cecon, 2024).

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2013) define al paisaje, siendo perceptible visualmente, como un atributo natural que otorga un bienestar único y representativo; Muñoz-Pedrerros (2004) menciona que los componentes del paisaje son el relieve, el agua, la cubierta vegetal y los elementos antrópicos. Además, también habría que considerar que el paisaje es un recurso que incluye dentro de los socioecosistemas elementos físicos, bioecológicos y humanos, con todos los procesos de conformación del territorio (contradicciones, conflictos o con toda su historia; Beringuier, 1991; Muñoz-Pedrerros, 2004; Palafox-Muñoz, 2011).

Por lo tanto, el paisaje puede ser utilizado como herramienta en los procesos de restauración para sostener y lograr una estabilidad en los procesos de ecológicos para una conectividad del paisaje con un enfoque de conservación del socioecosistema (Leija *et al.*, 2024). Para poder evaluar el paisaje dentro de la restauración es necesario considerar la gestión ambiental como herramienta, aplicar la metodología de la valoración directa de la subjetividad representativa, y aplicar un análisis posterior indirecto con análisis de componentes principales (Muñoz-Pedrerros, 2004). Además de establecer una variabilidad derivada con evaluadores [propuesta por Muñoz-Pedrerros y Larraín (2002); considerando la equidad de género, además, se debe integrar grupos formados por personas exigentes en paisajes, en transformadoras

de paisaje y con adiestramiento en evaluación de paisaje, que actúen como grupo control], con el fin de controlar, lo más posible, la fuente de variación (Figura 2; Muñoz-Pedrerros *et al.*, 1993, 2000, 2012).

Figura 2. Relación metodológica para la restauración del socioecosistema a nivel de paisaje.



Nota: elaboración propia a partir de Muñoz-Pedrerros y Larraín (2002), Muñoz-Pedrerros (2004), González-Molina *et al.*, (2022), Márquez-Huitzil *et al.*, (2022).

Elementos para considerar en la restauración ecológica

De acuerdo con MOPT (1993) y Ceccon (2013) se debe considerar como componente central la vegetación representativa del área y el tipo de suelo. Al mismo tiempo, se cartografía el área afectada, generando unidades de paisajes homogéneas y se agrega los componentes del paisaje a los sistemas homogéneos (cobertura vegetal y la morfología del terreno). De igual forma, se tendría que implementar políticas públicas para proteger, recuperar y restaurar los socioecosistemas considerando que son dinámicos (Choi, 2007; Cortina-Segovia y Zorrilla-Ramos, 2009). Por ejemplo, mediante la aplicación de las directrices, recomendaciones generales y específicas orientadas al saneamiento y a la recuperación de suelos degradados (Dirección General de Parques Nacionales y Agencia de Parques de Canadá, 2008; IMP, 2010; Chan-Quijano *et al.*, 2015).

Por otra parte, de acuerdo con Primack y Massardo (2001), SER (2004), Choi (2007), Ceccon *et al.* (2015) y Jácome-Flores *et al.* (2024) se debe orientar a la restauración ecológica del sitio con diez lineamientos:

1. Se debe establecer múltiples objetivos, trayectorias y capacidades como alternativas para los puntos finales impredecibles en la restauración del área.
2. Se debe centrar en la rehabilitación de las funciones del socioecosistema y de la ecología del paisaje, en lugar de la recomposición de especies o de la superficie del paisaje.
3. Se debe reconocer a la restauración de la zona dentro de un marco económico y que la sociedad la acepte, así como diseñar instrumentos económicos efectivos y accesibles (por ejemplo, mercado de bonos de carbono) para acelerar las actividades de restauración del área afectada.

4. Se debe aplicar teorías ecológicas a la práctica de la restauración del socioecosistema dañado.
5. Se debe fortalecer el estudio del área con la ciencia y la tecnología de la restauración y aplicar multas a los que no reparen el daño.
6. Se debe implementar un fondo económico ambiental para obtener recursos para la investigación básica y aplicada, para la resolución del ecodidio.
7. Se debe fomentar una construcción social (dentro del concepto de restauración) y difundir a las personas a través de campañas en radio, televisión y medios electrónicos la problemática de su región.
8. Se debe fortalecer redes entre todos los actores sociales involucrados a nivel local y regional.
9. Se debe implementar una justicia ambiental, esbozar los compromisos y dar soluciones viables y sustentables dentro de la restauración del área afectada.
10. Se debe tener una corresponsabilidad espacial, económica y equitativa (comunes).

Por último, es necesario y de suma importancia implementar programas de educación ambiental y de salud a la población aledaña al socioecosistema afectado y que se desee restaurar, ya que la visión de acuerdo con Zorrilla-Ramos (2005) es que solamente se tiene a un empleado federal sobre un problema ambiental en un territorio y, este problema puede ser distinto a la que vive un habitante de una comunidad o un miembro de una organización local.

Conclusiones

La remediación, restauración y conservación de la diversidad biológica, los factores ambientales y las perturbaciones humanas son puntos críticos que se deben considerar en los proyectos de restauración de los socioecosistemas degradados para ajustar la toma de decisiones enfocados a la valoración socioeconómica y factores ecológicos-biológicos orientados a los objetivos locales de cada zona. De igual manera, se sigue evidenciado que existe poco financiamiento para los proyectos de restauración y con este análisis, se demuestra que la restauración ecológica debe ser prioridad dentro de la política pública ambiental para la recuperación de los socioecosistemas afectados, integrando y abordando con prácticas multivariadas que logren crear la estructura, función y durabilidad del proyecto para lograr la sustentabilidad del paisaje. Por otro lado, se debe considerar mantener evaluaciones a mediano y largo plazo cuando el socioecosistema ha sido restaurado para mantener un monitoreo y control de la zona desde el sistema jurídico mexicano bajo la perspectiva de remediación y restauración. Además, se debe promover proyectos de restauración ecológica multi y transdisciplinarios que consideren al socioecosistema como un todo, es decir, considerar lo social-antropológico, lo ecológico-biológico y lo económico-administrativo para asegurar que la recuperación del socioecosistema y que brinden servicios ambientales. Por último, los elementos teóricos y conceptuales que se presentan son de utilidad para identificar de manera sistemática las acciones de remediación y restauración del paisaje afectado.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Salcedo, C., Ceccon, E. (2020). Socioecological benefits of a community-based restoration of traditional home gardens in Guerrero, Mexico. *Etnobiología*, 18(3), 73-91.
- Aronson, J.C. (2016). Prólogo. La restauración ecológica en México: rayos de esperanza. In: E. Ceccon, C. Martínez-Garza (coords). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 19-22.
- Ben-Eli, M. (2015). Sustainability: definition and five core principles. A new framework. New York, USA: The Sustainability Laboratory.
- Beringuier, C. (1991). Manières pasagères: un méthode d'étude. *Geodoc*, 35, 3-58.
- Besseau, P., Graham, S., Christophersen, T. (2018). Restauración de bosques y paisajes: la clave para un futuro sostenible. Viena, Austria: Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal, Asociación Mundial para la Restauración del Paisaje.
- Brenner, L., Rosales-Ortega, R. (2015). Introducción. Procesos de intereses y de conflictos entre actores. En R. Rosales-Ortega, L. Brenner (coords). *Geografía de la gobernanza: dinámicas multiescalares de los procesos económicos-ambientales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Siglo XXI Editores, pp. 7-19.
- Breton, J.E., Tuke, J., Fernández, E.J. (2022). A simulated comparison of behavioural observation sampling methods. *Scientific Reports*, 12, 3096. <http://doi.org/10.1038/s41598-022-07169-5>
- Cairns Jr, J. (2002). Rationale for restoration. In M.R. Perrow, A.J. Davy (eds). *Handbook of ecological restoration, Vol. 1: principles of restoration*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 10-23. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511549984.004>

- Calva-Soto, K. (2014). Estado actual de la restauración ecológica en México. Tesis de licenciatura. Mineral de la Reforma, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Cascajares, M., Alcayde, A., Salmerón-Manzano, E., Manzano-Agugliaro, F. (2021). The bibliometric literature on Scopus and WoS: the medicine and environmental sciences categories as case of study. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 18(11), 5851. <http://doi.org/10.3390/ijerph18115851>
- Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ediciones Díaz de Santos.
- Ceccon, E. (2024). La importancia del capital social en proyectos participativos de restauración ecológica. *Letras Verdes*, 35, <http://doi.org/10.17141/letrasverdes.35.2024.6058>
- Ceccon, E., Barrera-Cataño, J.I., Aronson, J., Martínez-Garza, C. (2015). The socioecological complexity of ecological restoration in Mexico. *Restoration Ecology*, 23(4), 331-336. <http://doi.org/10.1111/rec.12228>
- Chan-Quijano, J.G., Jarquín-Sánchez, A., Ochoa-Gaona, S., Martínez-Zurimendi, P., López-Jiménez, L.N., Lázaro-Vázquez, A. (2015). Directrices para la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Teoría y Praxis*, 17, 123-144. <http://10.22403/UQROOMX/TYP17/05>
- Checa-Artasu, M.M. (2016). El paisaje, concepto útil para el análisis territorial de los campos de petróleo en México. In M.M. Checa-Artasu, R. Hernández-Franyuti (coords). *El petróleo en México sus impactos sobre el territorio*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, pp. 75-118.
- Choi, Y.D. (2007). Restoration ecology to the future: a call for new paradigm. *Restoration Ecology*, 15(2), 351-353. <http://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00224.x>
- CONABIO (2016). Sitios prioritarios para la restauración' escala: 1:1 000000. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cortina-Segovia, S., Zorrilla-Ramos, M. (2009). Capacidades para la implementación de políticas públicas. In CONABIO-PNUD (eds). *México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo, pp. 117-151.
- Dirección General de Parques Nacionales y Agencia de Parques de Canadá (2008). Principios y directrices para la restauración ecológico en las áreas protegidas naturales de Canadá. Quebec, Canadá: El Consejo Canadiense de Parques y Parques de Canadá.
- Galán, C., Balvanera, P., Castellarini, F. (2013). Políticas públicas hacia la sustentabilidad: integrando la visión ecosistémica. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., Dixon, K.W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 27(S1). <http://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Ghazoul, J., Chazdon, R. (2017). Degradation and recovery in changing forest landscapes: a multiscale conceptual framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 161-188. <http://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060736>
- González-Molina, H.Z., Trilleras, J.M., Pyszczyk O.L., Romero-Duque, L.P. (2022). Restauración ecológica participativa y servicios ecosistémicos culturales: una relación necesaria. *Acta Botánica Mexicana*, 129, e1929. <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1929>
- Gutiérrez, Y. (2017). Ecological restoration, an unprecedented opportunity for nature and people. *Forests news*, Center for International Forestry Research. Disponible en: <https://forestsnews.cifor.org/51512/ecological-restoration-an-unprecedented-opportunity-for-nature-and-people?fnl=en> [23/mayo/2024].
- Herrera-Rodríguez, J., Pedroza-Cabrera, F.J., Oropeza-Tena, R., Rivera-Heredia, M.E. (2012). Análisis experimental de interacciones sociales intrapenitenciarias; el caso del intercambio, la sanción y el poder. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 38(2), 106-125.
- Higgs, E., Falk, D.A., Guerrini, A., Hall, M., Harris, J., Hobbs, R.J., Jackson, S.T., Rhemtulla, J.M., Throop, W. (2014). The changing role of history in restoration ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(9), 499-506. <http://doi.org/10.1890/110267>
- Hufford, K.M., Mazer, S.J. (2003). Plant ecotypes: genetic differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(3), 147-155. [http://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00002-8](http://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00002-8)
- IMP (2010). Dirección de seguridad y medio ambiente. México: Instituto Mexicano del Petróleo, Gerencia de Comunicación Social y Relaciones Públicas.
- Isaacs-Cubides P., Ariza A. (2015). Monitoreo a la restauración ecológica desde la escala de paisaje. En: Aguilar Garavito, D.M., Ramírez Hernández, W.A. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica: aplicado*

- a ecosistemas terrestres*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, pp. 51-66.
- Jácome-Flores ME, Popoca-Cruz PE, Sanaphre-Villanueva L. (2024). Not only biology matters: socioeconomic factors change land prioritization for restoration. *Restoration Ecology*, 32(3), e14059. <http://doi.org/10.1111/rec.14059>
- Langer, G. (2018). Probability versus non-probability methods. In: Vannette D, Krosnick J. (eds) *The palgrave handbook of survey research*. England: Palgrave Macmillan Cham. http://doi.org/10.1007/978-3-319-54395-6_45
- Leff-Zimmerman, E. (2012). Diálogo de saberes, saberes locales y racionalidad ambiental en la construcción social para la sustentabilidad. En A. Labrador-Sánchez (coord). *Gobernabilidad y desarrollo sustentable: miradas múltiples*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 29-71.
- Leija, E.G., Mendoza, M.E., Pérez-Hernández, M.J. (2024). Introducción. En: Leija-Loredo, E.G., Mendoza-Cantú, M.E., Pérez-Hernández M.J. (coords). *La conectividad del paisaje como enfoque integrador en el manejo y conservación del territorio*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, pp. 11-14.
- López-Barrera, F., Martínez-Garza, C., Ceccon, E. (2017). Ecología de la restauración en México: estado actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 97-112. <http://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.001>
- Margules, C.R., Sarkar, S. (2007). Systematic conservation planning. New York: Cambridge University Press.
- Márquez-Huitzil, R., Martínez-Garza, C., Osorio-Beristain, M. (2022). Adoptar los objetivos de la restauración ecológica como meta crucial al mitigar desechos mineros: una propuesta metodológica. *Acta Botánica Mexicana*, 129, e2019, <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.2019>
- Martínez-Alier, J., Roca-Jusmet, J. (2013) Economía ecológica y política ambiental. México: Fondo de la Cultura Económica.
- McDonald, T., Jonson, J., Dixon, K.W. (2016). National standards for the practice of ecological restoration in Australia. *Restoration Ecology*, 24(S1), S4-S32. <http://doi.org/10.1111/rec.12359>
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., Ceccon, E., Guariguata M.R. (2018). La restauración de ecosistemas terrestres en México: estado actual, necesidades y oportunidades. Bogor, Indonesia: Centro de Investigación Forestal Internacional. <http://doi.org/10.17528/cifor/006853>
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., Ceccon, E., Guariguata, M.R. (2017). Planes actuales de restauración, ecológica en Latinoamérica: avances y omisiones. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 1-30. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.51-2.1>
- MOPT (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación, series monográficas. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Muñoz-Pedrero, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 139-156. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>
- Muñoz-Pedrerros, A., Badilla, A., Rivas, H. (1993). Evaluación del paisaje en un humedal del sur de Chile: el caso del río Valdivia (X Región). *Revista Chilena de Historia Natural*, 66, 403-417.
- Muñoz-Pedrerros, A., Larraín, A. (2002). Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 673-689. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2002000400004>
- Muñoz-Pedrerros, A., Moncada-Herrera, J., Gómez-Cea, L. (2012). Evaluación del paisaje visual en humedales del río Cruces, sitio Ramsar de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 85, 73-88. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100006>
- Muñoz-Pedrerros, A., Moncada-Herrera, J., Larraín, A. (2000). Variación de la percepción del recurso paisaje en el sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73, 729-738. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2000000400015>
- Ortega-Uribe, T., Mastrangelo, M.E., Villarroel-Torrez, D., Piaz, A., Vallejos, M., Saenz-Ceja, J.E., Gallego, F., Franquesa-Soler, M., Calzada-Peña, L., Espinosa-Mellado, N., Fiestas-Flores, J., Gill-Mairhofer, L.R., González-Espino, Z., Luna-Salguero, B.M., Martínez-Peralta, C.M., Ochoa, O., Pérez-Volkow, L., Sala, J.E., Sánchez-Rose, I., Weeks, M., Ávila-García, D., García-Reyes, I.B., Carmona, A., Castro-Videla, F., Ferrer-González, C.S., Frank-Buss, M.E., López-Carapia, G., Núñez-Cruz, M., Taboada-Hermeza, R., Benet, D., Venegas, Y., Balvanera, P., Mwampamba, T.H., Lazos-Chavero, E., Noellemeyer, E., M. Maass. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación Ambiental*, 6(2), 123-136.
- Ortiz-Espejel, B., Duval-Berhmann, G. (2007). Bases y modelos conceptuales de las políticas sobre recursos biológicos. In P. Álvarez-Icaza, F. Chapela, B. Ortiz (comps). *Perspectivas para el uso sostenible de los recursos biológicos de México en el siglo XXI*. México: Universidad Iberoamericana de Puebla, Nacional

- Financiera, Corredor Biológico Mesoamericano-México, Proyecto de Comunidades, Indígenas y Biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad Biológica, pp. 11-16.
- Palafox-Muñoz, A. (2011). Paisaje y turismo en Cozumel, México. In A. Palafox-Muñoz, A. Alvarado-Herrera (coords). *Ambientes del turismo: actores y escenarios*. Quintana Roo, México: Universidad de Quintana Roo, pp. 51-68.
- Primack, R., Massardo, F. (2001). Restauración ecológica. In R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, F. Massardo (eds). *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de la Cultura Económica, pp. 559-582.
- Ramírez-Marcial, N., Luna-Gómez, A., Castañeda-Ocaña, H.E., Martínez-Icó, M., Holz, S.C., Camacho-Cruz, A., González-Espinosa, M. (2012). Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Rocha, R.S. (2024). La ciudad compacta y verde: conservación del territorio y conectividad del paisaje en una experiencia en taller de diseño arquitectónico. En: Leija-Loredo, E.G., Mendoza-Cantú, M.E., Pérez-Hernández M.J. (coords). *La conectividad del paisaje como enfoque integrador en el manejo y conservación del territorio*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, pp. 73-88.
- Salgado-Terrones, O. (2015). Caracterización del uso y calidad de especies nativas para leña en comunidades de Acatepec, Guerrero con fines de restauración. Tesis de maestría: México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salvatore, C. (2023). Inference with non-probability samples and survey data integration: a science mapping study. *Metron*, 81(1), 83-107. <http://doi.org/10.1007/s40300-023-00243-6>
- Sánchez, B. (2021). Análisis de gobernabilidad en un sistema socio-ecológico complejo: cuenca del río Caroní, Venezuela. *Cuadernos Inter.c.a.mbio sobre Centroamérica y el Caribe*, 18(2), 1-20. <http://doi.org/10.15517/c.a..v18i2.47440>
- Sánchez, O. (2005). Introducción. In O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds). *Temas sobre restauración ecológica*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C., pp. 11-12.
- SEA (2013). Guía de evaluación de impacto ambiental: valor paisajístico en el SEIA. Chile: Servicio de Evaluación Ambiental.
- SER (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Sewell, A., Bouma, J., van der Esch, S. (2016). Investigating the challenges and opportunities for scaling up ecosystem restoration, background report. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Shen, Z., Tian, Y., Yao, Y., Jliang, W., Dong, J., Huang, X., Wu, X., Farooq, T.H., Yan, W. (2023). Ecological restoration research progress and prospects: a bibliometric analysis. *Ecological Indicators*, 155, 110968. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110968>
- Torres-Carral, G. (2021). About the concept of socio-ecological system. An ecosocial analysis. *Textual*, 77, 89-114. <http://10.5154/r.textual.2021.77.03>
- UNESCO (2023). Tesoro de la UNESCO. Disponible en: [https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/\[12/diciembre/2023\]](https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/[12/diciembre/2023]).
- Zhu, J., Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123, 321-335. <http://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>
- Zorrilla-Ramos, M. (2005). La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica. In O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (eds). *Temas sobre restauración ecológica*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C., pp. 31-43.
- Zupic, I., Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <http://doi.org/10.1177/1094428114562629>

