



# Análisis de uso de suelo y medios ecodinámicos para la conservación y restauración de ecosistemas en la localidad de Pinoltepec, Veracruz

Danna Paola Torres Campillo<sup>a</sup>  
Miguel Lara Castro<sup>b</sup>

**Resumen** – Los análisis del uso del suelo y de medios ecodinámicos permiten a la sociedad conocer el entorno en el que habita, brindándole información para un desarrollo sostenible y en la planeación de proyectos que revertan la degradación del medio ambiente, asegurando el bienestar social y la estabilidad de ecosistemas. En este estudio se obtuvieron, mediante sistemas de información geográfica, cuatro mapas que representan los ríos principales, las categorías de pendiente, usos del suelo y medios ecodinámicos de la zona E14B37c3, con la finalidad de identificar territorios que necesiten la implementación de acciones que logren restablecer el equilibrio y la capacidad de brindar recursos vitales.

**Palabras clave** – Sistemas de Información Geográfica, Medios Ecodinámicos, Uso del Suelo, Restauración Ambiental.

**Abstract** – The analysis of soil use and ecodynamics allows society to understand the environment in which it resides, providing information for sustainable development and the planning of projects that reverse environmental degradation, ensuring social well-being and the stability of ecosystems. In this study, using geographic information systems, four maps were obtained representing the main rivers, slope categories, land use, and ecodynamic means of the E14B37c3 area. The aim was to identify territories that require the implementation of actions to restore balance and the ability to provide vital resources.

**Keywords** – Geographic Information Systems, Ecodynamic Means, Land Use, Environmental Restoration.

## CÓMO CITAR HOW TO CITE:

Torres-Campillo, D. P., & Lara-Castro, M. (2024). Análisis de uso de suelo y medios ecodinámicos para la conservación y restauración de ecosistemas en la localidad de Pinoltepec, Veracruz. *Interconectando Saberes*, (17), 23-29.  
<https://doi.org/10.25009/is.v0i17.2835>

Recibido: 30 de diciembre de 2023

Aceptado: 16 de enero de 2024  
Publicado: 15 de marzo de 2024

<sup>a</sup> Agromarket de Veracruz, México. E-mail: [danna.paola18a@gmail.com](mailto:danna.paola18a@gmail.com)

<sup>b</sup> Electro Systems and Technological Solutions SA de CV, México. E-mail: [septmig@gmail.com](mailto:septmig@gmail.com)



## INTRODUCCIÓN

Ubicarnos dentro de un espacio geográfico y reconocer las interacciones entre los componentes sociales, económicos, políticos y ambientales que en él suscitan, nos lleva a la comprensión integral de los diversos fenómenos y procesos de los cuales formamos parte, desembocando además en la resolución efectiva de las limitaciones que tienden a presentarse.

El ser humano ha identificado esta necesidad y por lo tanto dedica esfuerzo a estudiar el lugar que habita, esto se refleja desde la antigüedad con la curiosidad por descubrir nuevos horizontes, que se registra en forma de pinturas rupestres, esculturas y diarios de campo, hasta el desarrollo de diversas ciencias auxiliares en la comprensión del medio, por ejemplo, la geografía que describe la tierra mediante el estudio sistemático de las relaciones entre el espacio y la sociedad (Radicelli et al., 2019).

La geografía parte de una visión transversal, donde el conocimiento de diversas disciplinas converge para dar múltiples aplicaciones, esto se observa en el presente con la implementación tecnológica que ha generado una poderosa herramienta para organizaciones gubernamentales, asociaciones civiles, empresarios e investigadores, denominada Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Serrano y Velarde, 2021; Buzai y Principi, 2019).

Tal herramienta informática permite capturar, almacenar y analizar información geográfica de base espacial o georreferenciada, por ello es entendida por algunos autores como un conjunto que aglomera datos, procedimientos, hardware, software y recurso humano (Radicelli et al., 2019; Santos, 2020)

La información procesada puede implicar aspectos sociales y políticos, como lo son la delimitación de localidades, distribución de la infraestructura de comunicación, ubicación de servicios de salud y educación pública, etc., además tiene la capacidad de representar información de índole económica, tal es el caso de la distribución de empresas, la identificación de zonas óptimas para el ecoturismo, delimitación de zonas por su productividad, etc., por otra parte presenta variables ambientales, entre ellas el tipo de cobertura vegetal, pendiente, clima, distribución de especies, identificación de corredores biológicos, etc., también brinda la oportunidad de representar temáticas que involucran la interacción entre los componentes de los ámbitos ya mencionados (Muñoz et al., 2019).

El presente proyecto de investigación busca aprovechar los SIG para el procesamiento de información cartográfica referente de forma principal, a las condiciones ambientales paisajísticas en un área que incluye parte del municipio de Pinoltepec, mediante el software gratuito QGIS versión 3.20.2. El objetivo consiste en procesar y generar cartografía que represente variables ambientales de la zona E14B37c3, con la intención de proporcionar información importante para proyectos que reviertan el proceso de degradación de ecosistemas.

## ANTECEDENTES

El estudio de componentes ambientales mediante los SIG brinda grandes ventajas para la planeación de proyectos que promueven la restauración ambiental, un adecuado ordenamiento territorial y la conservación de ecosistemas y biodiversidad. Esto brinda el bienestar de la sociedad, que de forma intrínseca es dependiente a los servicios que brindan los ecosistemas y se ve afectada por los fenómenos y problemáticas ambientales que acontecen.

La interacción que actualmente tenemos con el medio se caracteriza por transformaciones profundas en la funcionalidad y estructura de los ecosistemas, convirtiendo espacios de vegetación natural en manchas urbanas, áreas pecuarias y de cultivo, alterando la capacidad que tienen para brindarnos recursos vitales. Conocer la magnitud de estos cambios es parte fundamental para el desarrollo de dichos planes que pretenden revertir la degradación ambiental.

La medición del estado y la transformación del paisaje pueden ser identificados mediante los análisis de medios ecodinámicos y el cambio del uso del suelo, entendiéndose que los medios ecodinámicos evalúan una serie de factores que intervienen en la estructura y funcionamiento del ecosistema, mientras que el uso del suelo son las diferentes formas en las que se emplea un terreno y su cubierta vegetal, gracias a estos estudios y la integración de la información que arrojan se identifican las principales causas y componentes de la problemática.

Ejemplo de ello es la revisión de Alba-Rosano et al., (2020), quienes al analizar 139 artículos establecen a la agricultura en México como la principal causa del cambio de uso del suelo, también identifican que el Estado de México y Michoacán son los estados más estudiados,

tales datos nos brindan un valioso panorama que indica la necesidad de establecer métodos en la producción de alimentos más sustentables y la recopilación de datos en estados de los cuales no se cuenta con información.

Los estudios cuya escala de análisis es a nivel local, regional o estatal producen la información faltante que permite el desarrollo de soluciones orientadas a contextos específicos, dentro de los generadores de estos datos se encuentran Adame y colaboradores (2020), que estudiaron los cambios del uso de suelo en la parte Oriente de Toluca, en un lapso que abarca los años 1980 a 2017, en adición a esto evaluaron la demografía del lugar, con lo cual se registró un aumento de 308 personas y de las superficies artificiales en un 235.84%.

Por su parte, Ramos-Reyes et al., (2021) también realizaron un análisis de ordenamiento del territorio en un lapso determinado, en este caso se estudió el sistema lagunar de Tabasco que presentó una disminución total de 14, 238 hectáreas en acahuales y humedales durante el 2000 al 2015, por si fuera poco, se estimó una pérdida de 8,090 hectáreas para el año 2030 si se continua con el ritmo de perturbación en el sitio.

Aparte de los numerosos estudios realizados dentro de la república Mexicana, también se han realizado análisis de la transformación del paisaje en Colombia (Niño, 2020), Ecuador (Abad-Auquilla, 2020), Venezuela (Olivares-Campos et al., 2019), Argentina (Apaolaza y Venturini, 2021), Guatemala, Republica Dominicana (Rudas y Médez, 2021), etc. Este tipo de estudios se basan en la fotointerpretación, en otras palabras, se fundamentan en la identificación y clasificación de la cubierta vegetal que aparece en una fotografía aérea de la zona de estudio, dada metodología será empleada para el presente estudio.

## ZONA DE ESTUDIO

Pinoltepec, es una de las localidades establecidas como uno de los sitios con mayor potencial de conservación, esto se fundamentó bajo criterios forestales y socioambientales, en los que se encuentran los almacenes de carbono, las amenazas de deforestación, degradación, etc. (Chacón-Castillo, 2020).

Aun así, la zona presenta problemas de ordenamiento territorial, siendo que SEDEMA (2022) reportó la afectación de pobladores por la gestión inadecuada de residuos, los ciudadanos presentan preocupación por el escurrimiento de lixiviados a las zonas de cultivo, puesto que la agricultura es el principal uso del suelo dentro de la localidad.

A fin de plantear soluciones, se requiere la disponibilidad de datos cartográficos, entre estos las pendientes del lugar, el uso del suelo y el grado de estabilidad del territorio, etc. Dadas variables se analizan en el presente trabajo para la zona de estudio que corresponde a E14B37c3, ubicada dentro de la localidad Pinoltepec (Figura 1).

Acerca de las características ambientales de la zona, cabe mencionar que posee un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, el relieve corresponde a lomerío de basalto y el tipo de suelo representativo es Phaeozem y leptosol, con una vegetación predominante de pastizal. El terreno en el cual se asienta esta localidad es poco accidentado con una elevación promedio de 780 m. s. n. m. La zona más alta corresponde a los 800 m.s.n.m y la elevación de la región sureste toma valores de 760 m.s.n.m. (Pedraza y Margarita, 2014).

## Figura 1

Mapa de la localidad Pinoltepec, en el acercamiento se muestra parte de la zona estudiada



Nota: Obtenido con datos del INEGI

## METODOLOGÍA

La metodología del presente estudio consistió en tres fases principales, la recolección, el procesamiento y el análisis de información cartográfica (Figura 2). Las imágenes satelitales se descargaron de la plataforma oficial de INEGI cuyo año de origen más actual corresponde al 2010, estas fueron homogenizadas a la proyección Universal de Mercator (UTM) zona 14 y Datum WGS84 en una escala de 1: 50 000. Posteriormente se generaron las capas de información a través del empleo del software QGIS 3.30.2 y SAGA GIS, entre ellas la vectorización de las pendientes y del uso del suelo, las cuales se interseccionaron para la generación de cartografía correspondiente a los medios ecodinámicos que divide las zonas del sitio en 4 categorías: estable, integrado, frágil e inestable.

**Figura 2**

Fases del procedimiento para la generación de cartografía



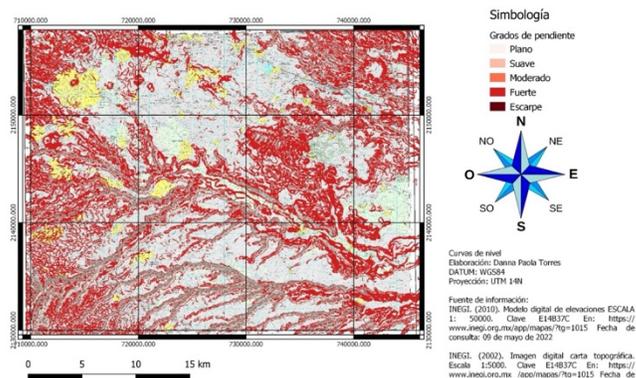
## RESULTADOS

Para el presente trabajo se obtuvieron cuatro mapas que representan las categorías de pendiente, los ríos principales, los usos del suelo incluidos los caminos y los medios ecodinámicos de la zona, estos se presentan a continuación.

Tras la descarga del modelo de elevación digital de la zona E414B37c3, se generaron las pendientes y se clasificaron en las categorías plano (0 a 1.4), suave (1.4 a 3.4%), moderado (3.4 a 14%), fuerte (14 a 45%) y escarpe (mayor a 45%), obteniendo la representación que se muestra en la Figura 3, en esta se observa las áreas con pendiente fuerte.

**Figura 3**

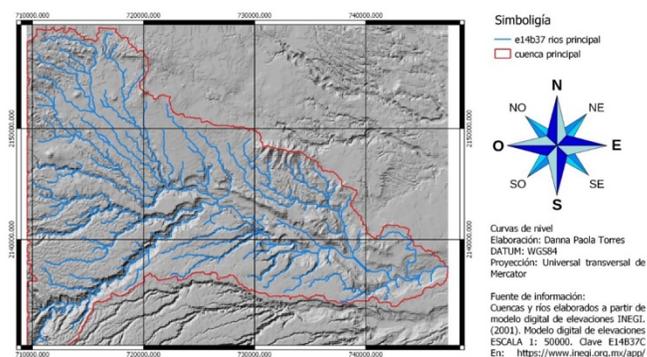
Representación de pendientes clasificadas en 5 categorías cada 100m en el mapa ortográfico E14B37c3



Para representar las fuentes de agua en el sitio, se realizó el mapa de la Figura 4, el cual señala de color rojo la cuenca principal y de color azul los ríos principales; con el fin de facilitar dicho proceso se utilizó el programa GRASS GIS.

**Figura 4**

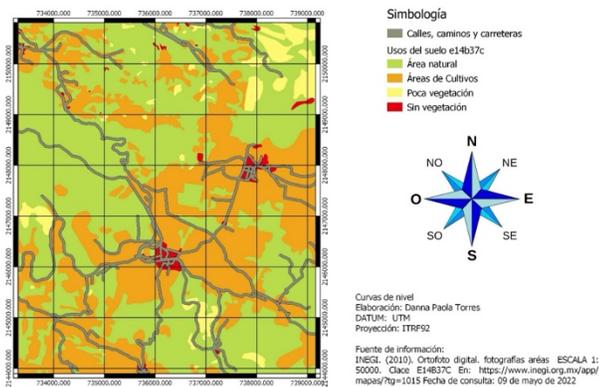
Determinación de los ríos de la cuenca principal de la zona E14B37



La representación de los usos del suelo, así como los caminos y carreteras de la zona se muestran en la Figura 5.

**Figura 5**

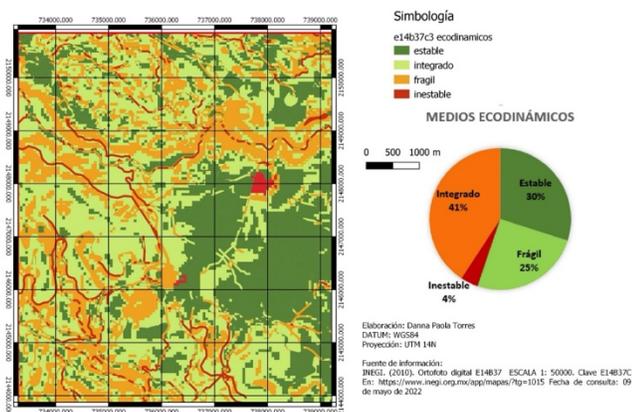
Digitalización de calles, caminos y carreteras sobre ortofoto digital



Por último, se muestran en la Figura 6 los medios ecodinámicos de cada territorio, en este mapa se añade una gráfica que presenta la estimación del porcentaje para cada categoría, resultando que el 30% de la superficie corresponde a una zona estable, 41% integrado, 25% frágil y 4%.

**Figura 6**

Determinación de medios ecodinámicos sobre ortofoto digital E14B37c3



## CONCLUSIONES

El procesamiento de información cartográfica mediante los SIG muestra que aproximadamente el 30% de la extensión de la zona E14B37c3 se encuentra en la categoría de frágil o inestable para los medios ecodinámicos, esto es resultado de un porcentaje de pendiente alto combinado con una falta en la cobertura vegetal, quiere decir que tales zonas no tiene los

atributos óptimos para ser aprovechados como áreas de cultivo o de zona urbana, ya que se ven expuestas a la erosión y deslave por condiciones ambientales naturales, como las altas temperaturas, precipitación, viento etc., representando probablemente áreas infértiles.

Las zonas de dichas categorías que adicionalmente se encuentren a una distancia de 25 metros de un río principal, pueden representar zonas prioritarias para la reforestación, ya que, al tratarse de un lugar con amplias extensiones de cultivo, los fertilizantes, insecticidas y residuos sólidos generados pueden llegar mediante escurrimiento a las fuentes de agua, perjudicando la salud de las personas y del ecosistema, por estas razones se recomienda abordar la situación en futuros trabajos.

Adicionalmente a eso, se observa que las condiciones de pendiente y cubierta vegetal provocan que el mayor porcentaje de su área corresponda a la categoría de integrado, es decir áreas que pueden poseer una estabilidad frágil, resultando importante aplicar estrategias que contribuyan al mantenimiento de los territorios.

Es importante resaltar que la información se obtuvo mediante imágenes satelitales del año 2010, debido a ser las más recientes en la plataforma de INEGI, por lo que en la actualidad las condiciones de la zona de estudio seguramente sean distintas. Sin embargo, este tipo de estudios son importantes para realizar una comparación en un lapso e identificar la tasa de transformación en el uso de suelo de la zona.

Para trabajos futuros, se sugiere la adición de variables ambientales y sociales para brindar resultados más específicos de la región, siendo estos resultados la base de referencia para posteriores estudios, permitiendo la generación de planes y estrategias de restauración ambiental.

## REFERENCIAS

- Abad-Auquilla, K. (2020). El cambio de uso del suelo y la utilidad del paisaje periurbano de la cuenca del río Guayllabamba en Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 68-91.
- Adame Martínez, S., Sánchez Nájera, R. M., & Hoyos Castillo, G. D. C. (2020). Factores socioterritoriales de cambio de uso de suelo en el centro de México: Caso oriente de la Zona Metropolitana de Toluca, México. *Revista Universitaria de Geografía*, 29(1), 153-183
- Apaolaza, R., & Venturini, J. P. (2021). Cambios de usos del suelo en la periferia del área metropolitana de Buenos Aires: Aportes para una teoría de la rent gap periurbana. *Geograficando*, 17(1).
- Buzai, G. D., Humacata, L., & Principi, N. (2019). *Análisis espacial con sistemas de información geográfica*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Miguel, S. P. J. (2020). *Sistemas de información geográfica*. Editorial UNED.
- Muñoz, M. D. L. A. D., de Carvalho Cantergiani, C., García, M. J. S., Quezada, C. R., & Martínez, S. G. (2019). Propuesta de un sistema de indicadores de sostenibilidad para la movilidad y el transporte urbanos. Aplicación mediante SIG a la ciudad de Alcalá de Henares. *Cuadernos de Geografía de la Universitat de València*.
- Niño Martínez, Y. M. (2020). *Análisis multitemporal mediante imágenes de sensores remotos para la determinación de los cambios de uso de suelo en el municipio de San Francisco de Sales, Cundinamarca (Colombia) entre los años 90's y 2018* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Olivares-Campos, B. O., López-Beltrán, M. A., & Lobo-Luján, D. (2019). Cambios de usos de suelo y vegetación en la comunidad agraria Kashaama, Anzoátegui, Venezuela: 2001-2013. *Revista Geográfica de América Central*, (63), 224-246.
- Ramos-Reyes, R., Megía-Vera, H. J., & Landeros-Pascual, D. (2021). Modelo del cambio de uso de suelo en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, México. *Terra Latinoamericana*, 39.
- Rudas, G., Rodríguez, O., & Méndez, A. (2021). *Uso del suelo y costos de oportunidad de la captura de carbono: el caso de programas REDD+ en República Dominicana y Guatemala*.
- Serrano, M. C., & Velarde, J. G. (2021). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como contenido transversal en la enseñanza de la geografía. Una experiencia de gamificación en 1° de ESO. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (9), 7-24.