

Anexo 1.8. Patrón óptimo de ocupación del suelo

Introducción

El análisis de aptitud permite conocer qué sitio es “apto” o menos “apto” para el desarrollo de una actividad en particular. En otras palabras, se ubican las actividades productivas en las zonas con mayor aptitud para su desarrollo y donde se generan menores impactos ambientales. A partir de estos resultados se pueden identificar y analizar los conflictos ambientales entre los sectores presentes en el área a ordenar. El análisis de aptitud sectorial realizado para Lagos de Moreno arrojó como resultado que existen varios sectores que comparten espacio que les representa la zona de máxima aptitud. En algunos casos, estos sectores se consideran incompatibles, por lo que su establecimiento en el mismo sitio podría generar conflictos ambientales. Así, es necesario separar espacialmente estas actividades mediante la definición de usos compatibles e incompatibles para cada política territorial de cada UGA, estableciendo previamente un patrón máximo de ocupación territorial, o bien, establecer criterios regulatorios que compensen estas incompatibilidades.

Metodología

Se obtuvo el patrón máximo de ocupación territorial para el desarrollo de las actividades productivas del municipio de Lagos de Moreno, el cual ubica las actividades económicas donde se maximiza la aptitud del territorio para su desarrollo, pero al mismo tiempo, promueve la disminución de los conflictos entre sectores y favorece el desarrollo sustentable del municipio. La metodología para su obtención siguió los pasos y procedimientos descritos en el manual de ordenamiento de SEMARNAT, con algunas modificaciones para sintetizar los resultados. Se utilizó el software ArcGIS en su versión 10.8 en todo el proceso, además de Microsoft Excel para sistematizar los resultados.

El insumo para realizar el análisis consistió en los archivos ráster para la aptitud de los 14 sectores presentes en el municipio de Lagos de Moreno, los cuales son: acuacultura, actividades extractivas, agricultura de riego, agricultura de temporal, aprovechamiento forestal maderable y no maderable, asentamientos humanos, conservación, energía renovable, ganadería extensiva, ganadería intensiva, apicultura, industria, turismo de naturaleza y turismo cultural. Como resultado se obtuvo una tabla que analiza la compatibilidad de los sectores en 4 grupos de similitudes.

A continuación, se resumen los pasos realizados para la obtención de los 4 grupos de similitudes en aptitud.



Figura 1. Diagrama de flujo de metodología para obtener residuales de Gower.

Fuente: Elaboración propia.

1. Se utilizaron los 14 mapas de aptitud sectorial. Un mapa de aptitud sectorial se obtiene al combinar, en un sistema de información geográfica, los mapas de atributos ambientales respectivos. La aptitud de cada sector está dada por la condición del atributo en cada sitio (función de valor) y el peso o valor de importancia que cada sector dio a los atributos. Los sitios con aptitud más alta son de mayor interés para el sector, ya que tienen las mejores condiciones para el desarrollo de sus actividades. Cada uno de estos mapas fue reclasificado en 4 clases (1 a 4), correspondientes a la poca, moderada y alta aptitud, así como aquellas zonas no aptas para la actividad correspondiente.
2. Con estos ráster reclasificados, se realizó un análisis de componentes principales (PCA). Como resultado el PCA se presenta como un ráster compuesto por bandas. Este ráster se reescaló con una función lineal con la herramienta "Rescale by function", mediante lo cual se obtiene un ráster con una tabla de atributos compuesta por valores con números decimales. Posteriormente, el análisis resultante fue procesado con la herramienta Int, con la finalidad de obtener únicamente números enteros en la información obtenida de la tabla de atributos. Esta iteración resulta en los grupos nominales, en este caso 4.
3. El siguiente paso es realizar las estadísticas zonales mediante la herramienta Zonal statistics as Table. Aquí se corre el último ráster de PCA obtenido contra el ráster de aptitud de cada uno de los sectores. Es decir, se obtendrán 14 tablas de estadística de zona, una por cada sector. El valor requerido para realizar los análisis posteriores es el promedio. Cada tabla tiene una columna 'value' del 1 al 4, lo cual hace referencia a los grupos, y otra columna 'mean' el cual es el promedio.

4. Con los grupos de aptitud definidos se aplicó otro análisis conocido como la técnica de Residuales de Gower. Este procedimiento consiste en la comparación de los promedios de los valores de aptitud dentro de cada grupo con el promedio para todos los grupos, su representación gráfica nos permite identificar de forma sencilla la representatividad de los valores de aptitud que predominan dentro de cada grupo identificado. Para ello, cada tabla obtenida en el paso anterior se exportó a una hoja de Excel para ajustar la matriz de aptitud promedio por sector, aplicando la fórmula:

$$Z_{gj} = m_{gj} - m_g - m_j + m$$

Donde:

Z_{gj} : residual de Gower o aptitud media ajustada del sector j dentro del grupo g

m_{gj} : aptitud media del sector j dentro del grupo g

m_g : aptitud media de todos los sectores dentro del grupo g

m_j : aptitud media del sector j entre todos los grupos

m : aptitud media de toda la matriz

Resultados

En el gráfico se pueden ver los 4 grupos nominales obtenidos. La interpretación del diagrama de los residuales de Gower es que los sectores con valores positivos en la escala de residuales son los que tienen mayor aptitud para ese grupo, mientras que los sectores con valores negativos son los de menor aptitud para ese grupo, lo cual representa una síntesis de las condiciones que el territorio reúne para las actividades sectoriales con base en los atributos. Así, los sectores que comparten similitudes serán los que compitan por recursos y posiblemente tengan conflictos.

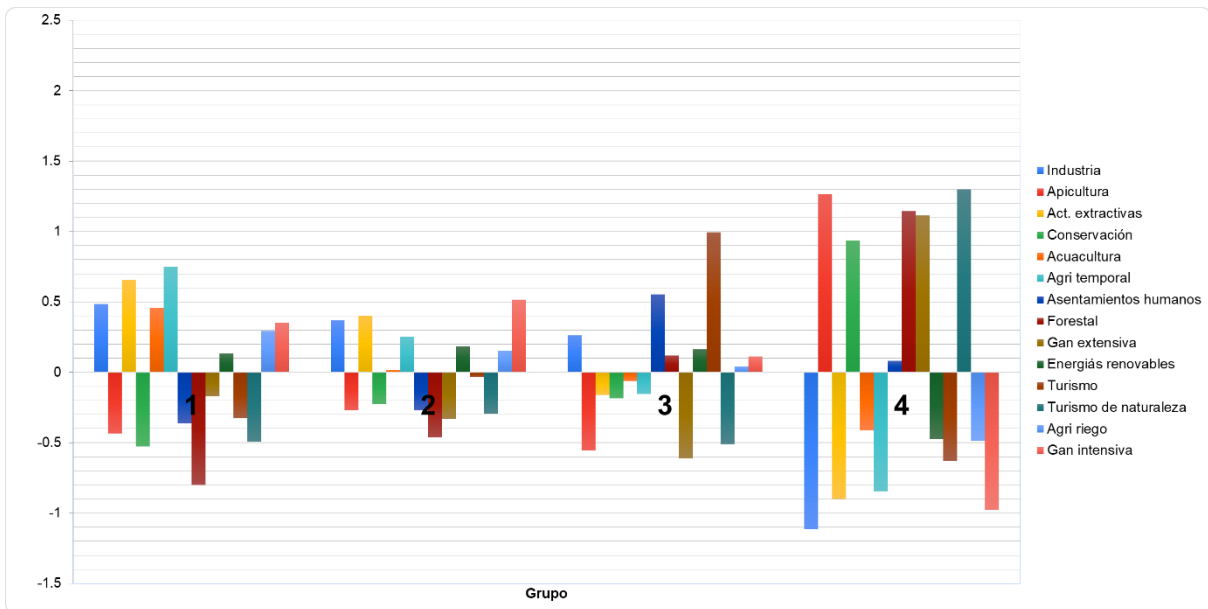


Figura 2. Concurrencia espacial de actividades intersectoriales
Fuente: Elaboración propia

El grupo 1 tiene como sector principal la agricultura temporal; los otros sectores compatibles son las actividades extractivas, la industria, la acuicultura, agricultura de riego, ganadería intensiva y energías renovables. Los sectores con menor similitud son aprovechamiento forestal, conservación, turismo de naturaleza, apicultura, asentamientos humanos, ganadería extensiva, turismo cultural y turismo de naturaleza. El sector principal (agricultura temporal) potencialmente puede tener conflictos con las actividades extractivas.

El grupo 2 tiene como sector principal la ganadería intensiva; los otros sectores compatibles son la industria, la agricultura temporal, las energías renovables, las actividades extractivas y la agricultura de riego. Los sectores con menor similitud son la apicultura, conservación, asentamientos humanos, aprovechamiento forestal, ganadería extensiva, turismo cultural y turismo de naturaleza. El sector principal (ganadería intensiva) potencialmente puede tener conflictos con las actividades extractivas.

El grupo 3 tiene como sector principal el turismo cultural; los otros sectores compatibles y con los que el sector principal podría tener conflicto son la industria, asentamientos humanos, aprovechamiento forestal, energías renovables, agricultura de riego y ganadería intensiva. Los sectores con menor similitud son la ganadería extensiva, la apicultura, el turismo de naturaleza, la conservación, las actividades extractivas, la agricultura de temporal y la acuicultura. El sector principal (turismo cultural) potencialmente puede tener conflictos con la industria.

El grupo 4 tiene como sector principal el turismo de naturaleza; los otros sectores compatibles con los que el sector principal podría tener conflicto son la apicultura, el aprovechamiento forestal, la ganadería extensiva y la conservación. Los sectores con menor similitud son la industria, la ganadería intensiva, las actividades extractivas, la

agricultura temporal, el turismo cultural, la agricultura de riego, las energías renovables, y la acuicultura. El sector principal (turismo de naturaleza) potencialmente puede tener conflictos con la ganadería extensiva.

La distribución de los grupos nominales en el municipio de Lagos de Moreno se muestra en el siguiente mapa.

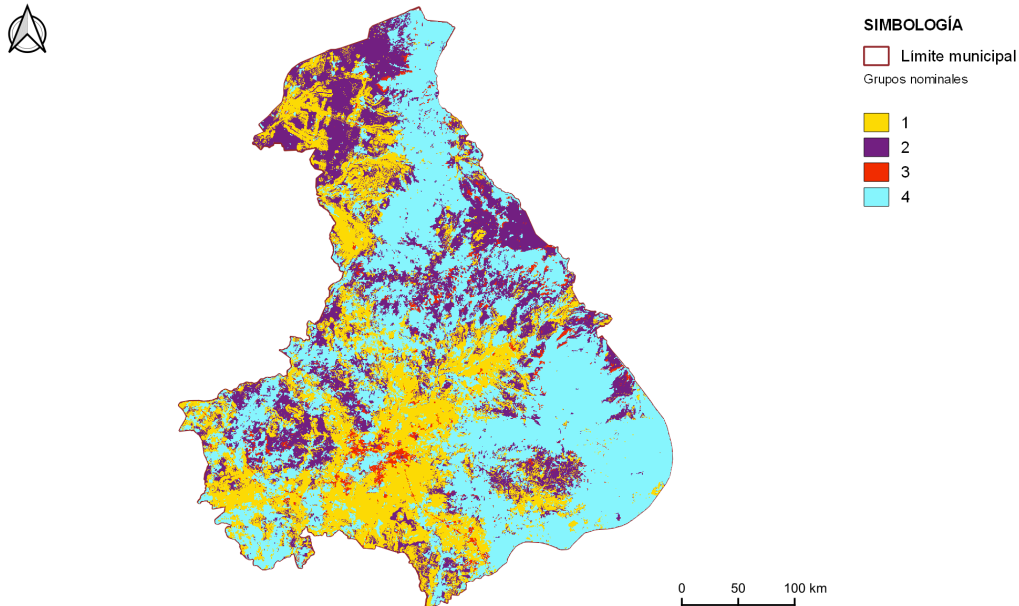


Figura 3. Grupos nominales del territorio de Lagos de Moreno.
Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los grupos resultantes en el análisis dan un acercamiento a cómo se distribuyen los principales sectores económicos en el municipio. Se puede observar, por ejemplo, como en el grupo 4 los sectores que resultaron similares son aquellos que se pueden desarrollar en áreas abiertas con vegetación, como la apicultura, el turismo de naturaleza y la conservación. En el mismo sentido, actividades más impactantes al ambiente como la industria, las actividades extractivas, la agricultura y la ganadería intensiva resultaron con valores negativos para ese mismo grupo, es decir, son menos compatibles con el territorio que abarca. Esto tiene sentido al observar la distribución del grupo 4, que coincide en gran medida con uso de suelo con vegetación natural, abarcando así el Área Natural Protegida Sierra de Lobos y otras serranías y áreas naturales en el municipio.

Caso contrario es el grupo 1, que coincide en gran parte con zonas agrícolas. Así, las actividades con mayor aptitud para desarrollarse en ese territorio son las agrícolas, la ganadería intensiva, así como las actividades extractivas y la industria. Por otro lado,

aquellas actividades poco aptas para este grupo son las que necesitan una menor perturbación en el medio, como por ejemplo la apicultura, la conservación, el aprovechamiento forestal y el turismo de naturaleza.

A continuación, se muestra cómo se distribuyen las superficies por grupo en el municipio.

Grupo	Superficie pixeles	Superficie hectáreas	%
1	5114090	79,873.232	27.47
2	4397442	68,542.445	23.57
3	491243	7,628.393	2.62
4	8632542	134,723.650	46.33
Total	18635317	290,767.62	100

Tabla 1. Superficie de grupos nominales de Lagos de Moreno.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

En orden de importancia por superficie, los grupos nominales que conforman el territorio del área de estudio se distribuyen así:

El grupo 4, con la mayor extensión, se distribuye en zonas menos perturbadas y que aún conservan vegetación en su superficie, lo cuál hace sentido con el turismo de naturaleza y la apicultura como actividades más compatibles. Por la similitud en cuanto a requerimientos territoriales y ambientales, todos los sectores aptos para este grupo (apicultura, conservación, actividades forestales, ganadería extensiva y turismo de naturaleza) podrían entrar en conflicto por espacio.

El grupo 1, con casi el 30% de la superficie municipal, coincide ampliamente con áreas agrícolas, y parece “evitar” las áreas más conservadas. Aquí, las actividades agropecuarias encuentran un sitio apto para desarrollarse, a excepción de la ganadería extensiva, que requiere de espacios abiertos que permitan el pastoreo del ganado. De igual manera, la industria, la acuicultura y las actividades extractivas son aptas para estas zonas.

El grupo 2 se distribuye por un uso de suelo más ambiguo, ya que abarca tanto áreas con vegetación natural como zonas agrícolas y otros usos. Aquí, las actividades con mayor aptitud son la ganadería intensiva, las actividades extractivas y la agricultura temporal, las cuales, como se ha mencionado, pueden entrar en conflicto por territorio y recursos al abarcar los mismos espacios ideales.

Finalmente, el grupo 3, con la menor superficie, coincide ampliamente con el uso de suelo urbano y construido. Así, los sectores más aptos para desarrollarse aquí son el turismo cultural y los asentamientos humanos.

Bibliografía

-Gower, J.C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*. 53: 325-338.

-Arriaga M., V., & Córdova, A. (2006). *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*.