

# **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA LAGUNA DEL PEDREGAL DEL DISTRITO CENTRAL: UNA PERSPECTIVA DESDE LA ACADEMIA DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Yeny Castellanos<sup>1,\*</sup>  
Carlos Archaga Martínez  
Kevin Gerardo Irias Padilla  
José Samuel Martínez González  
José David Cáceres<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia y Tecnologías de Información Geográfica  
Facultad de Ciencias Espaciales  
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

**Recibido:** 20/mayo/2023

**Aceptado:** 17/agosto/2023

DOI: <https://doi.org/10.5377/ce.v14i2.16978>

## **RESUMEN**

El fortalecimiento de la generación y aplicación del conocimiento desde la academia en materia del Ordenamiento Territorial, como un aporte en la vinculación Universidad-Sociedad, está ligado directamente en el desarrollo de planes tanto de gobiernos locales como ser las alcaldías y asociaciones que están interesadas en ejecutar proyectos de mejora de las ciudades; en este caso la Asociación GOAL Internacional con el proyecto "Barrio Resiliente: Construyendo ciudades resilientes a través de barrios resilientes" que es ejecutado por la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC) con la asistencia técnica de GOAL. El análisis de la factibilidad de uso urbano para la zona de Laguna El Pedregal, se ha llevado a cabo teniendo como base los estudios desarrollados por el Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra (IHCIT), con el propósito de formar parte de las herramientas que apoyen, de una mejor manera, la planificación urbana de la administración de la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC), con la cual sean de utilidad para la toma de decisiones en la correcta gestión sostenible del suelo, permitiendo la rehabilitación, preservación o la restauración de sus funciones para el beneficio de la ciudad, y que es parte de las funciones de la Ordenación Territorial de esta municipalidad.

**Palabras clave:** Ordenamiento territorial, gobierno local, toma de decisiones.

## **ABSTRACT**

The strengthening of the generation and application of knowledge from the academy in terms of Territorial Planning, as a contribution to the University-Society link, is directly linked to the development of plans for both local governments and mayors and associations that are interested in execute city improvement projects; in this case, the GOAL International Association with the project "Resilient Neighborhood: Building resilient cities through resilient neighborhoods" which is executed by the Municipal

\*[ycastellanos@unah.edu.hn](mailto:ycastellanos@unah.edu.hn),  <https://orcid.org/0000-0002-3980-6568>

†[jcaceres@unah.edu.hn](mailto:jcaceres@unah.edu.hn),  <https://orcid.org/0000-0002-6055-7690>

Mayor's Office of the Central District (AMDC) with the technical assistance of GOAL. The analysis of the feasibility of urban use for the area of Laguna El Pedregal, has been carried out based on the studies developed by the Honduran Institute of Earth Sciences (IHCIT), with the purpose of being part of the tools that better support the urban planning of the administration of the Municipal Mayor's Office of the Central District (AMDC), with which they are useful for decision-making in the correct sustainable management of land allowing the rehabilitation, preservation or restoration of their functions for the benefit of the city, and which is part of the functions of the Land Management of this municipality.

**Keywords:** Land use planning, local government, decision making.

## 1 *Introducción*

En el Municipio del Distrito Central; como resultado de su disposición geográfica, composición de suelos, condiciones meteorológicas y demás aspectos geomorfológicos, se dan las condiciones para que, en ciertas zonas de su territorio, existan acuíferos capaces de retener una cantidad de agua considerable, resultante de las precipitaciones estacionales. Sin embargo; como resultado directo de actividades de naturaleza antrópica, como plantaciones agrícolas y la expansión descontrolada del perímetro urbano, el volumen a la par de la calidad de estos acuíferos se ha visto afectada, haciendo que su utilización para el consumo y las actividades humanas se convierta en un riesgo para la salud de la población que disponen de éstos.

Las razones antes expuestas entre otras han demandado la realización de diferentes estudios que ayuden a determinar el grado de afectación que sufren los acuíferos; de manera que pueda definirse un límite óptimo para la ejecución de las actividades antes mencionadas y pueda asegurarse la integridad de los acuíferos presentes en las zonas identificadas en esta unidad territorial. En este caso; se trata de la zona comprendida por la meseta de la Laguna del Pedregal, localizada al oeste de la ciudad capital, la que en décadas recientes ha experimentado un crecimiento acelerado de asentamientos humanos formales e informales; en particular en su ladera este, lo que provoca una presión en los diferentes acuíferos de los que se surten la población.

Por tanto; el presente análisis consistió en llevar a cabo un análisis multicriterio a partir de diferentes fuentes de información, comprendida de capas geográficas que muestran datos de la zona, que van desde el uso del suelo, microcuencas declaradas, amenaza por movimiento de ladera, hasta los datos de recarga media anual que posee el suelo de la meseta, algunos de los datos que se usaron que son los más actualizados fueron provistos por el Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra de la UNAH (IHCIT) y otras instituciones estatales que se han interesado en desarrollar trabajos en conjunto que demuestra la importancia de la conservación, rescate y preservación de los acuíferos. En el presente análisis pretende determinar las regiones dentro de la zona de estudio en donde se visualiza la expansión que visiblemente está latente en este espacio geográfico, sin comprometer aún más los acuíferos; además de establecer las zonas que deben preservarse y recuperarse para aumentar la disponibilidad del recurso hídrico.

## 2 *Metodología*

Como parte de la metodología para poder lograr este análisis, se llevó a cabo la revisión y análisis de los datos espaciales necesarios para poder identificar la técnica más adecuada que nos permitiera demostrar las regiones que tienen prioridad de conservación de acuíferos identificados en el Distrito Central y donde se debe de frenar el crecimiento urbano para lograr la conservación.

Una vez validados los datos se llevó a cabo el proceso del Análisis Multicriterio (AMC), aplicando estas metodologías espaciales, ayudan para la toma de decisiones que involucran un elemento geográfico; con mayor frecuencia en procesos de selección de sitios donde se quieren considerar diferentes factores (ESRI, 2018). Esta técnica sirve de apoyo en la toma de decisiones durante el proceso de planificación y permite integrar diferentes criterios de acuerdo con la opinión de uno o más actores en un solo marco de análisis para brindar una visión integral del objeto o fenómeno de estudio.

En este caso; para la formulación del análisis multicriterio en la zona de estudio, se consideraron las siguientes variables geográficas:

- Recarga media anual (datos obtenidos por el IHCIT).
- Usos de suelo o cobertura forestal.
- Pendientes.
- Microcuencas declaradas.
- Amenazas por movimiento de ladera.

## 2.1 Método de obtención de datos

Se partió de la información levantada y proporcionada por el IHCIT; la cual se caracterizó siguiendo los parámetros establecidos en el estudio Hidrológico de la zona de la Laguna El Pedregal. Con esta información es como se determinarán las zonas de mayor cuidado y prevención para la ampliación del perímetro urbano.

Las demás capas de información (recarga hídrica) son procedentes de las diferentes bases de datos geográficos de instituciones del Estado; desde la información caracterizada para la alcaldía del Distrito Central (uso de suelo, amenaza por movimientos de ladera), que se usó para definir los riesgos geofísicos en la zona; los datos proporcionados por geo portales ambientales, como elementos que señalan el estado actual del perímetro urbano en la zona.

## 2.2 Datos e información IHCIT

Se recopilaron las bases de datos geográficos que fueron generados durante el desarrollo de diferentes estudios en la zona de la Laguna del Pedregal por parte del Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra (IHCIT); se hizo empleo de algunas de las capas de datos tales como: el polígono del área de estudio, el Modelo Digital de Elevación (DEM) y los datos de la oferta de agua, definida por los valores de la recarga media anual, derivados de los datos de precipitación levantados por el departamento de meteorología del IHCIT.

### Área de estudio

Se utilizó la capa de área de estudio delimitada por IHCIT (Figura 1); la cual abarca la región comprendida por la meseta de la Laguna del Pedregal y sus inmediaciones. Esta área de estudio abarca un total de 14,266 hectáreas; dejando por fuera una parte de la ciudad de Comayagüela y prácticamente toda la ciudad de Tegucigalpa.

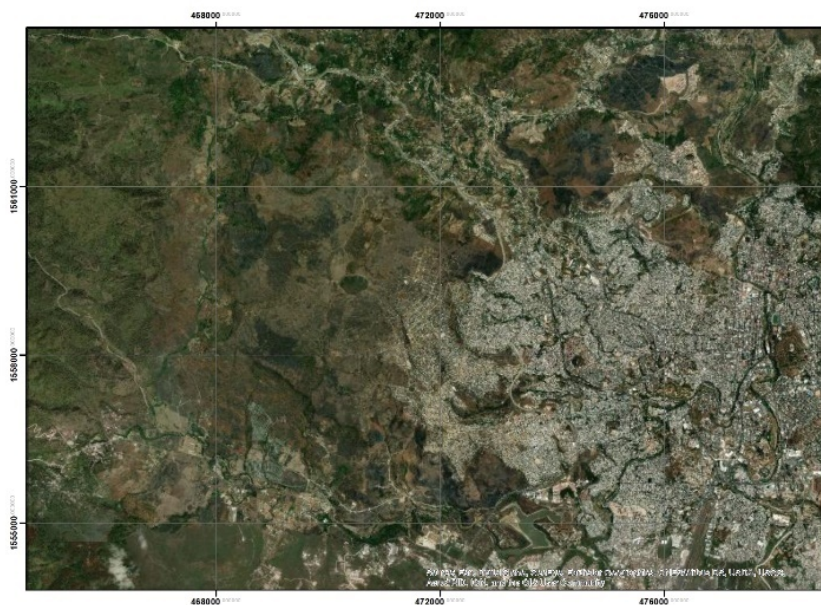


Figura 1: Área de estudio Laguna del Pedregal, dato proporcionado por el IHCIT.

## Recarga media anual

Según los documentos proporcionados el IHCIT; esta capa fue obtenida tomando como base los valores de precipitación (Figura 2), los que posteriormente se utilizaron para calcular los valores de evapotranspiración real e infiltración en el suelo; indicando así la cantidad de agua que llegan a poseer los acuíferos. Por lo que; a partir del polígono del área de estudio, se realizó un corte, de manera que los resultados generados durante el análisis solo abarcasen el área de estudio. Para una mejor apreciación de la cantidad de agua distribuida en la zona de estudio, se estableció una división de los valores en intervalos de veinte milímetros; de manera que puede observarse cómo en lo alto de la meseta el volumen de agua almacenada es mucho menor que en la zona norte.

## Pendientes

Una variable geográfica importante; que está relacionada la normativa municipal de zonificación para el establecimiento de urbanizaciones, es la pendiente del terreno (Figura 3). Por lo que, para obtener esta capa de información, se utilizó del Modelo Digital de Elevación (DEM). Esta nueva capa muestra las pendientes en valores porcentuales (%) y fue muestreada con una resolución espacial de cinco metros. Para la visualización práctica se estableció una clasificación con intervalos del quince por ciento (15%).

## 2.3 Datos e información portal de riesgo AMDC

Para el estudio se dispuso de la información del Mapa Multiamenazas para el Municipio del Distrito Central, generada por organizaciones de cooperación internacional e instituciones nacionales; y obtenida en el geoportal de la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC).

La capa brinda una visualización geoespacial de las diferentes zonas de riesgo dentro del perímetro urbano y en los alrededores del Distrito Central; las cuales están divididas en diferentes categorías y compuestas todas en el mapa de multiamenazas.

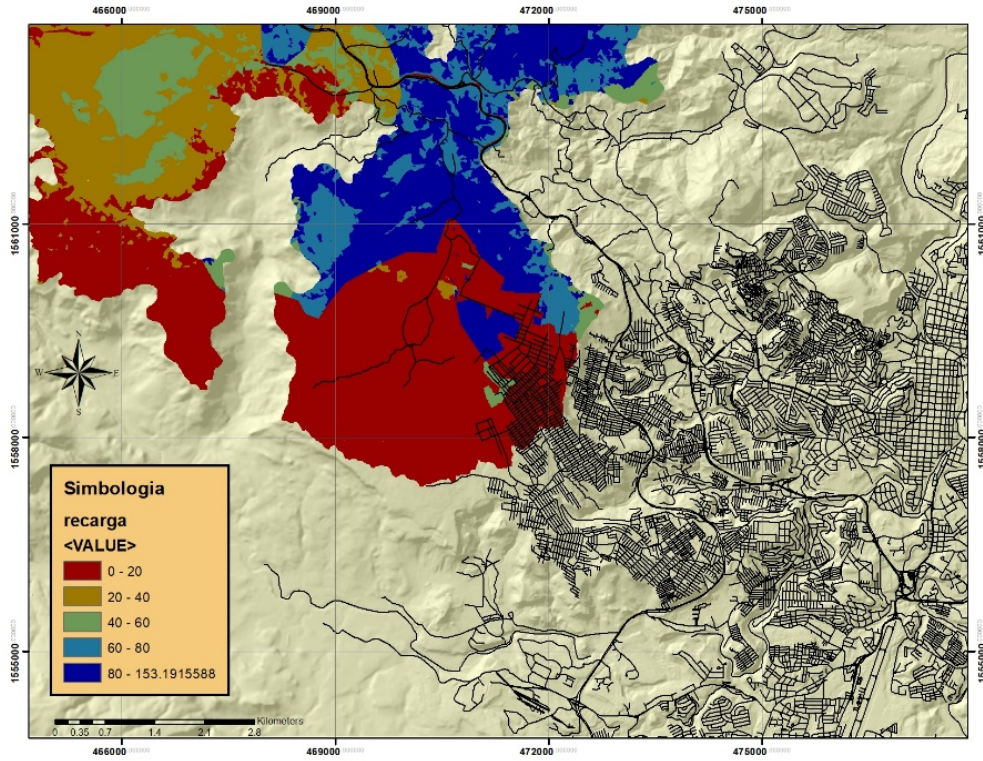


Figura 2: Dato de recarga media anual. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

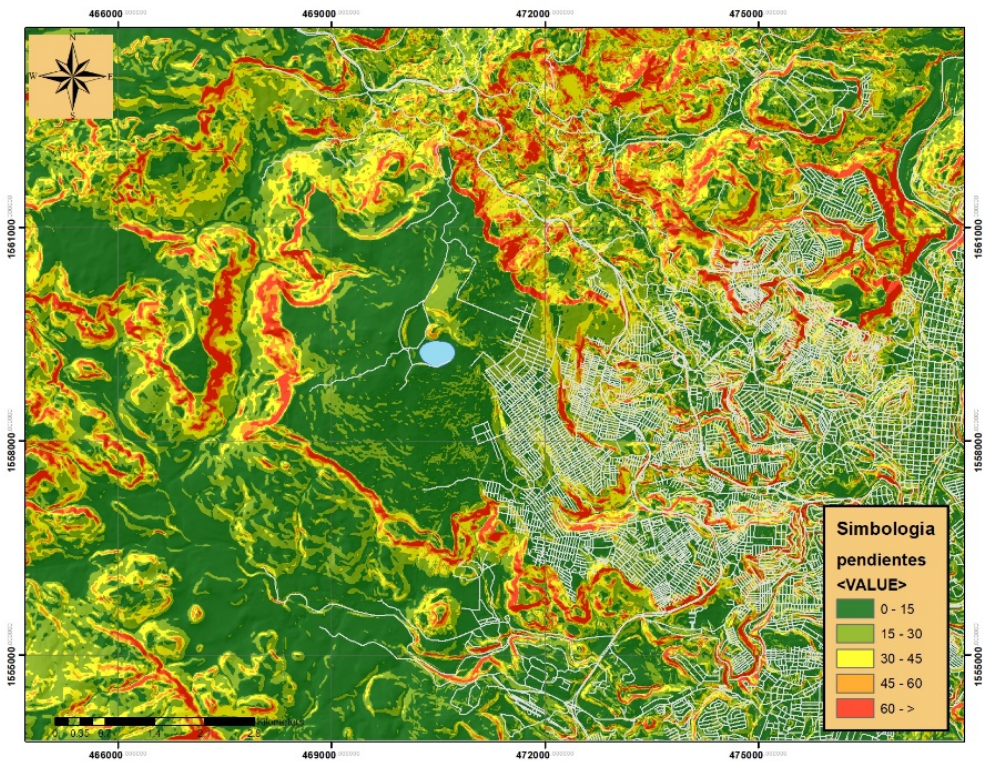


Figura 3: Pendientes en la zona de estudio, realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

En la zona de estudio se encuentran varios tipos de riesgos que involucra amenazas de movimiento de ladera, inundaciones, susceptibilidad a movimiento de ladera y otras deformaciones geológicas que se pudo identificar. Debido a que el objetivo del estudio es señalar las zonas de cuidado y conservación del recurso hídrico en la zona de la Laguna El Pedregal; se usaron los datos de amenazas a movimiento de ladera; al tratarse de una zona que está caracterizada por un nivel de riesgo alto, medio y bajo. A su vez; como parte del objetivo del estudio, se identifican las zonas que están limitadas por riesgos, para así tener un mejor control en la ampliación del perímetro urbano.

## 2.4 Datos obtenidos del geoportal Territorios en Riesgo

Para la obtención de la capa de microcuencas declaradas; se recurrió al portal “Territorios en Riesgo” diseñado en cooperación con el Observatorio Universitario de Ordenamiento Territorial (OUOT). La zona de estudio que se va a llevar a cabo el análisis, se ubica parte de la microcuenca perteneciente al río Guacerique (Figura 4), el cual abastece de agua a la represa Los Laureles; por tanto, se debe priorizar como un factor de aprovechamiento y cuidado. Concretamente; la superficie que abarca la microcuenca en el área de estudio son unas 6.812,8 hectáreas, lo que equivale a casi la mitad del área total; por lo que se considera una variable importante a tener en cuenta en el análisis.

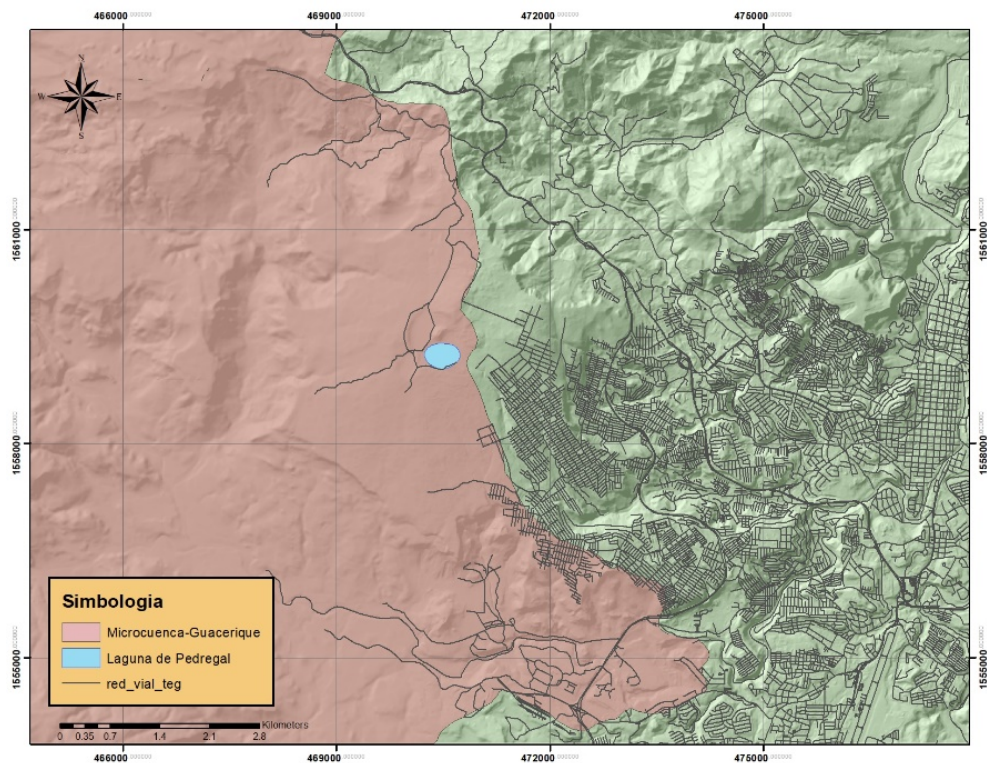


Figura 4: Microcuencas. Fuente: Portal Territorios en riesgo.

## 2.5 Datos obtenidos del Instituto de Conservación Forestal ICF

El análisis también requirió de la información espacial contenida en la capa de uso de suelos o cobertura forestal; que se encuentra disponible en el Sistema de Información para la Gestión y Monitoreo Forestal (SIGMOF) del Instituto de Conservación Forestal (ICF). La capa muestra los tipos de cobertura del suelo en la zona de estudio al año 2018 (Figura 5); de las que se observa una mayor predominancia de diferentes

tipos de vegetación, un factor que será de importancia al fijar los parámetros del análisis, ya que es uso de suelo que se busca conservar.

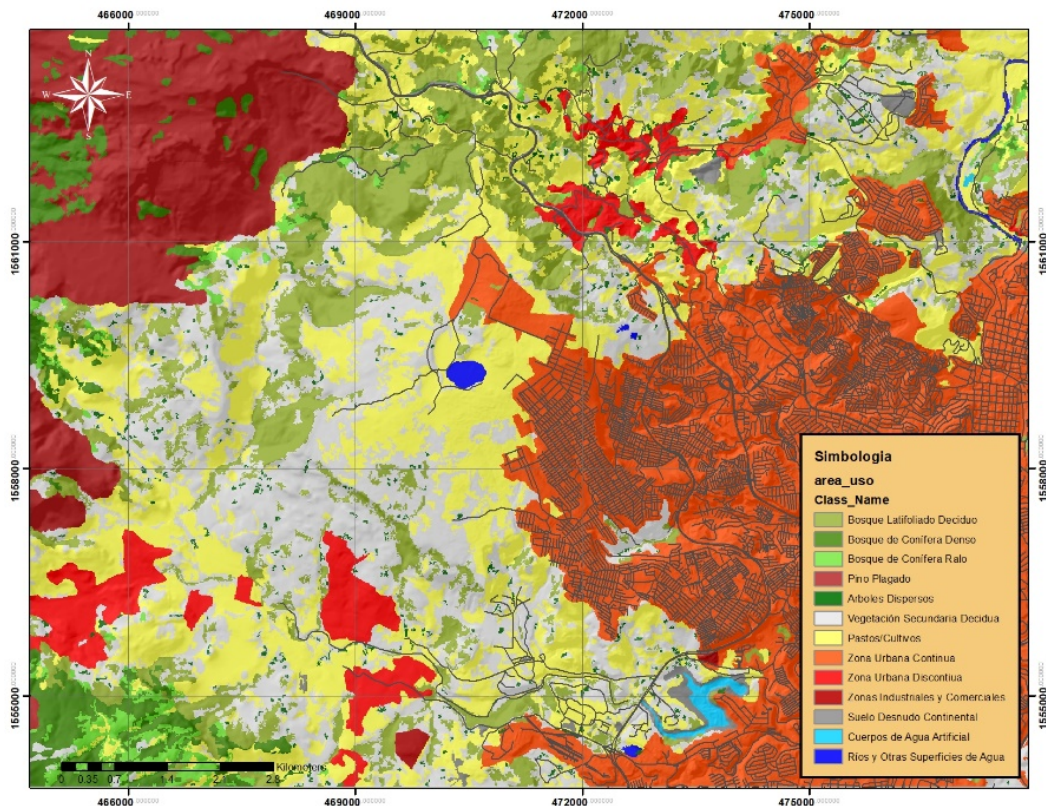


Figura 5: Capa uso de suelos. Fuente: ICF.

## 2.6 Preprocesamiento de las variables geográficas

Como se mencionó anteriormente; al montar la base de datos con las capas primarias, en el entorno del software SIG, se hizo el corte respectivo de las capas de datos geográficos mediante el polígono del área estudio, de forma que las variables a utilizar solo abarquen el área determinada por éste. Posteriormente; se sometió a un proceso de rasterización a las capas que se encontraban en formato vectorial, definiendo su resolución espacial a cinco metros y estableciendo la capa de pendientes como su capa de alineación. Este último paso se repetiría para las capas en formato ráster, durante el proceso de reclasificación, para garantizar así, que todas las capas tengan el mismo número de celdas y éstas se encuentren alineadas unas sobre otras conforme a su ubicación.

Tomando los valores y atributos de cada una de las variables geográficas como base, se establecen los criterios para determinar la distribución espacial de las categorías a definir por el análisis. Estos criterios tendrán un valor de importancia o jerarquía al momento de realizar el cruce de las variables. Para definir estos criterios es preciso someter cada una de las capas ráster a un proceso de reclasificación.

### 2.6.1 Microcuencas declaradas

Partiendo de la información nacional, la información base se obtuvo portal "Territorios en Riesgo" diseñado en cooperación con el Observatorio Universitario de Ordenamiento Territorial (OUOT). En la zona

de estudio se ubicada parte de la microcuenca perteneciente al río Guacerique, el cual abastece de agua a la represa Los Laureles; por tanto, se debe priorizar como un factor de aprovechamiento y cuidado. Concretamente; la superficie que abarca la microcuenca en el área de estudio son unas 6,812.8 hectáreas, lo que equivale a casi la mitad del área total; por lo que se considera una variable importante a tener en cuenta en el análisis; sumando la información de cobertura del suelo aportan datos básicos y necesarios para realizar el análisis. La zona de Laguna del Pedregal posee características geográficas con las que se debe tener un cuidado determinado; debido a las condiciones y los recursos que se encuentran en ella. Por tanto; es una de las variables con mayor jerarquía en el análisis (las cuencas hidrográficas). Tomando esto en consideración se estableció que al área que se encuentra dentro del perímetro de la cuenca se le otorgaría el nivel más alto de conservación, es decir un nivel de tres. Mientras que al resto del área de la zona estudio se le asignó el valor de uno, el nivel más bajo de conservación. (Figura 6).

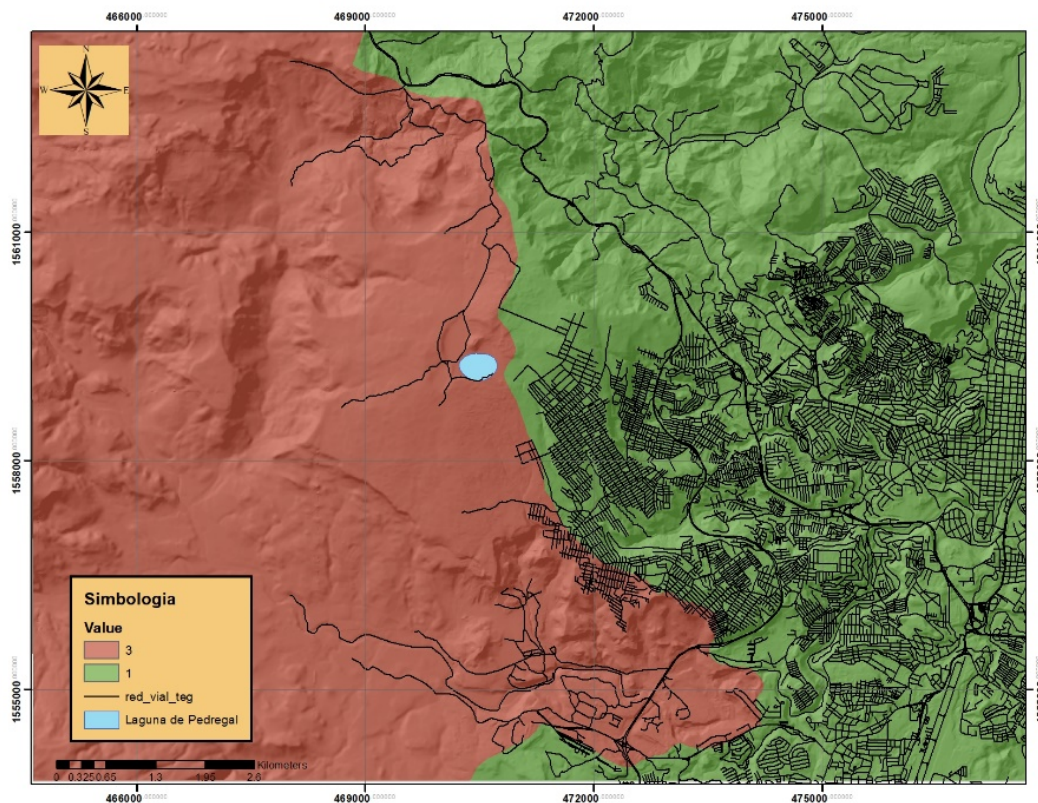


Figura 6: Valores reclasificados de microcuencas declaradas. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

## 2.6.2 Uso o cobertura de suelos

En la zona de estudio se encuentran diferentes usos del suelo. En este caso se priorizarán los usos de suelo destinado a recursos forestales y todo tipo de vegetación secundaria, además de cuerpos de agua. Estos elementos representan el valor de tres, como alta conservación. Los usos de suelo destinado a agricultura de todo tipo y suelo desnudo son categorizados como zonas de media conservación (nivel dos) y los usos de suelo destinados a uso urbano, corresponde el valor de baja conservación (nivel uno) (Figura 7).



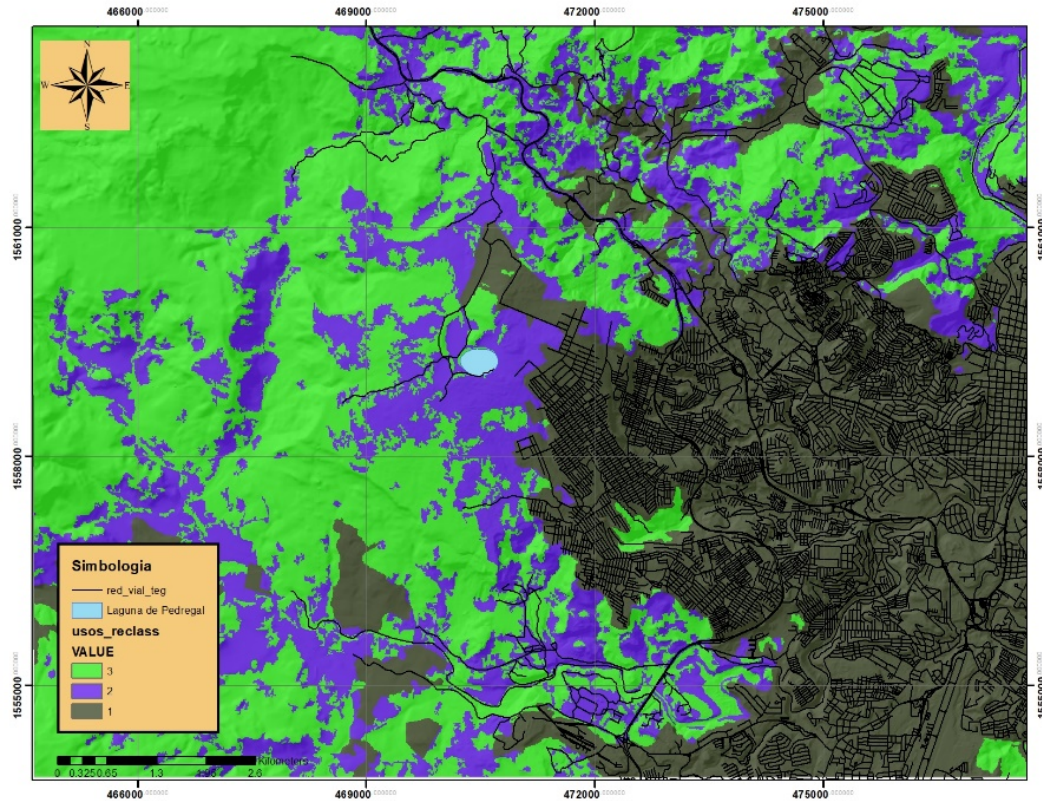


Figura 7: Resultado de la reclasificación de usos de suelo. análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

### 2.6.3 Amenazas por movimiento de laderas

Tomando como base la caracterización del Mapa Multiamenazas del Municipio del Distrito Central; se identifican los diferentes riesgos presentes en el área. Usando los datos de amenazas por movimiento de ladera de la zona y, como referencia, los antecedentes de la región, sobre problemas surgidos de proyectos habitacionales afectados por estos fenómenos físicos, se pudo conocer la distribución de zonas categorizadas como de alto riesgo. Se quiere priorizar, como fundamento principal este aspecto para resguardar y garantizar a los asentamientos humanos un suelo estable. Este condiciona en qué zonas debe limitarse el crecimiento urbano y cómo será la distribución de los asentamientos humanos que se van a establecer cercanos a las fuentes de agua.

Para este caso, a las zonas categorizadas como de mayor amenaza, zonas de susceptibilidad alta y amenaza media, se les asignó un nivel de conservación de tres; a las zonas de media susceptibilidad, un nivel de dos. Finalmente; las zonas con baja susceptibilidad se les asignó el nivel uno (Figura 8). Esta capa en particular presenta vacíos en sus datos; sin embargo, al localizarse en la zona interior de la cuenca, se le asignó el nivel más alto a los valores "No Data".

### 2.6.4 Recarga media anual

Este dato fue levantado como parte de la estimación de la oferta de agua que se encuentra en las capas inferiores del suelo en la Laguna del Pedregal. Es una de las variables de mayor importancia en el análisis; aunque la capa inicial no abarca en su mayoría la zona de estudio, sí cubre la zona alta de la meseta y la zona norte, lugares en donde el crecimiento urbano se está dando de manera formal e informal.

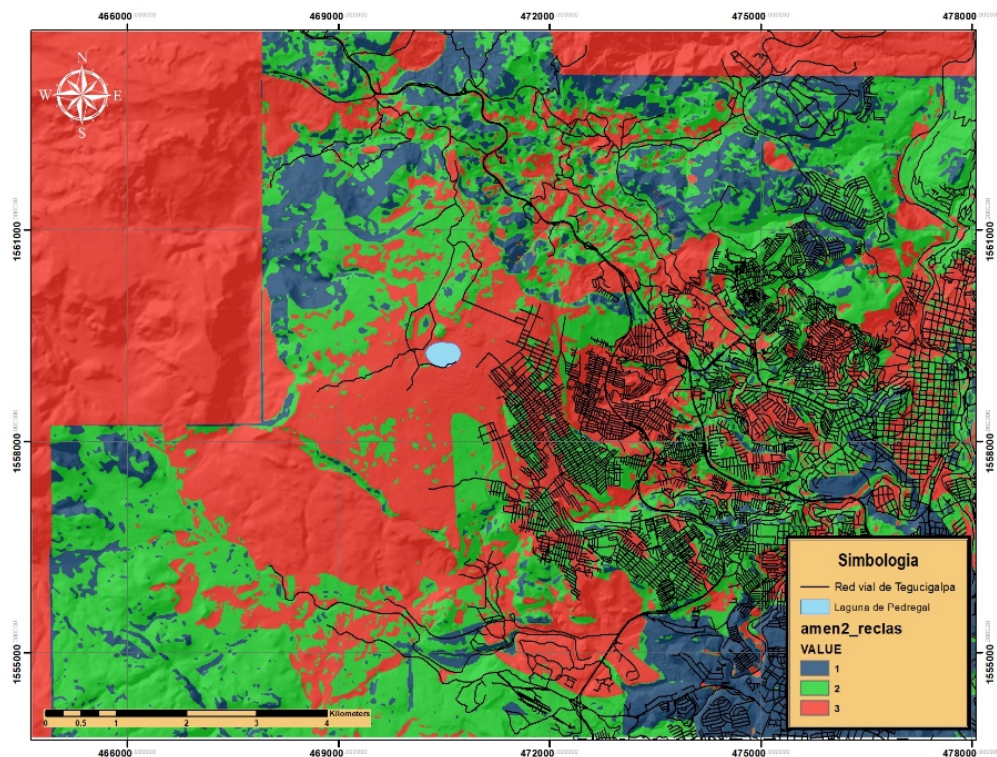


Figura 8: Valores reclasificados de amenaza por movimiento de ladera. análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

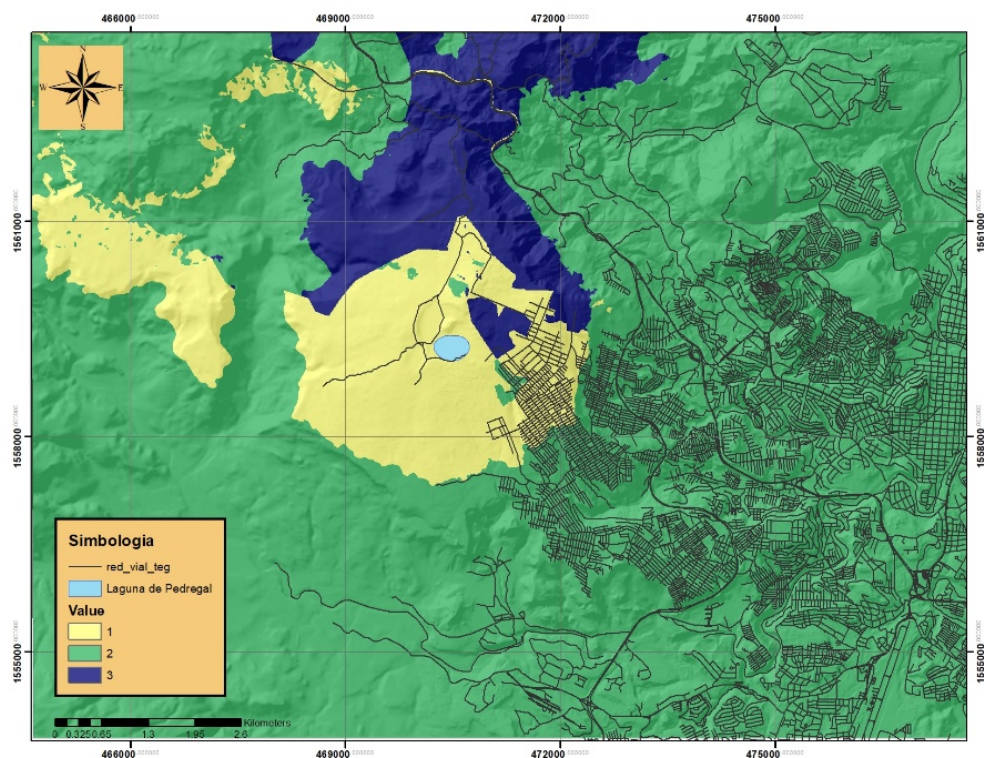


Figura 9: Valores reclasificados de la Recarga Media Anual. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

Para su reclasificación; a los valores entre cero y veinte milímetros se les asignó el nivel más bajo de conservación (nivel uno), mientras que a los valores entre veinte y sesenta milímetros les correspondió el nivel dos y, finalmente, a los valores de sesenta en adelante, el nivel más alto de conservación (nivel 3) (Figura 9). Por otro lado; esta capa también contiene datos vacíos, y al ser una variable con mayor jerarquía en el análisis podría influir en el resultado de éste; por lo que, para evitarlo, a los valores “No Data” se les asignó el nivel dos de conservación.

### 2.6.5 Pendientes

Esta variable guarda relación con la capa de amenaza por movimiento de ladera y por normas de zonificación de la alcaldía de Distrito Central; que establecen que no puede desarrollar ningún proyecto de urbanización en terrenos con una pendiente mayor al treinta por ciento (30%). A esta capa se le asigna una reclasificación de solo dos niveles, en los que a las áreas con pendientes menores de treinta por ciento, les corresponde el nivel uno y, por otro lado, a las pendientes mayores que ese valor se le asigna el nivel tres (Figura 10).

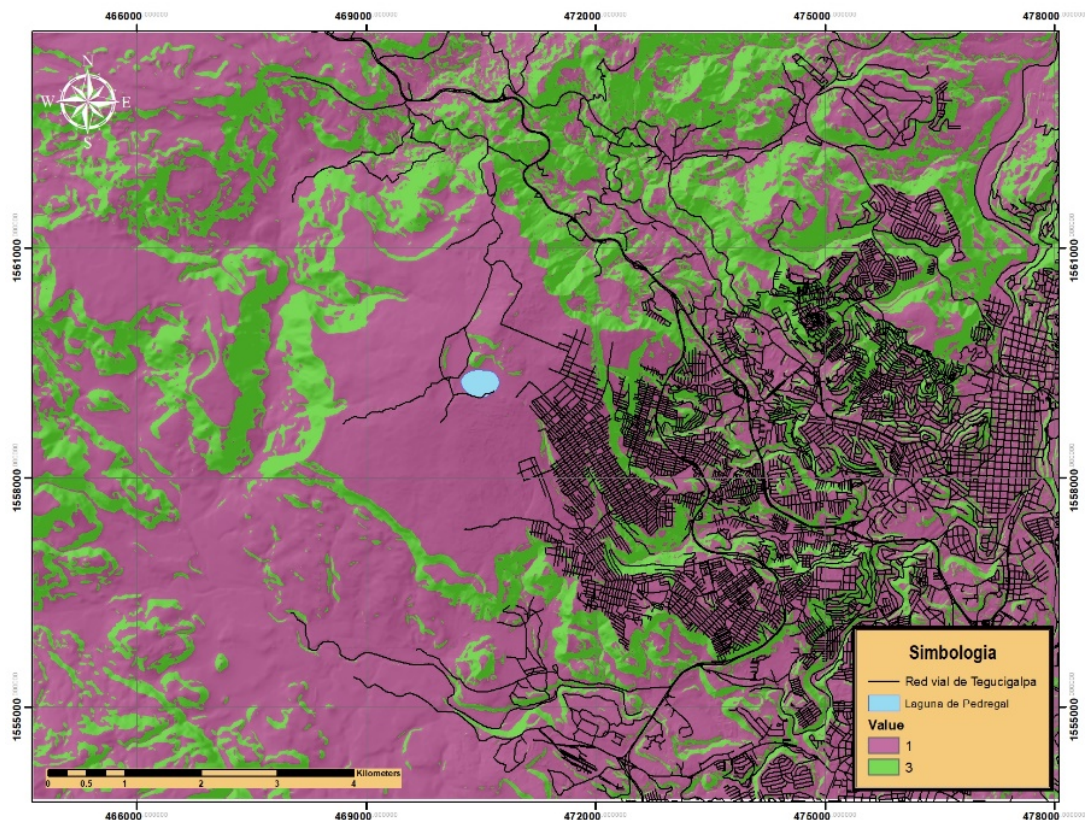


Figura 10: Valores reclasificados de la pendiente. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

## 2.7 Cruce de variables por superposición de datos

Una vez concluido el proceso de reclasificación de los valores, se ejecuta la superposición de las capas por medio de la función de álgebra de mapas del software SIG; definiendo según el peso asignado a las variables la siguiente expresión:

$$(Microcuencas * 4) + (RecargaMediaAnual * 4) + (Usodesuelo * 3) + (Multiamenaza * 2) + (Pendiente * 1)$$

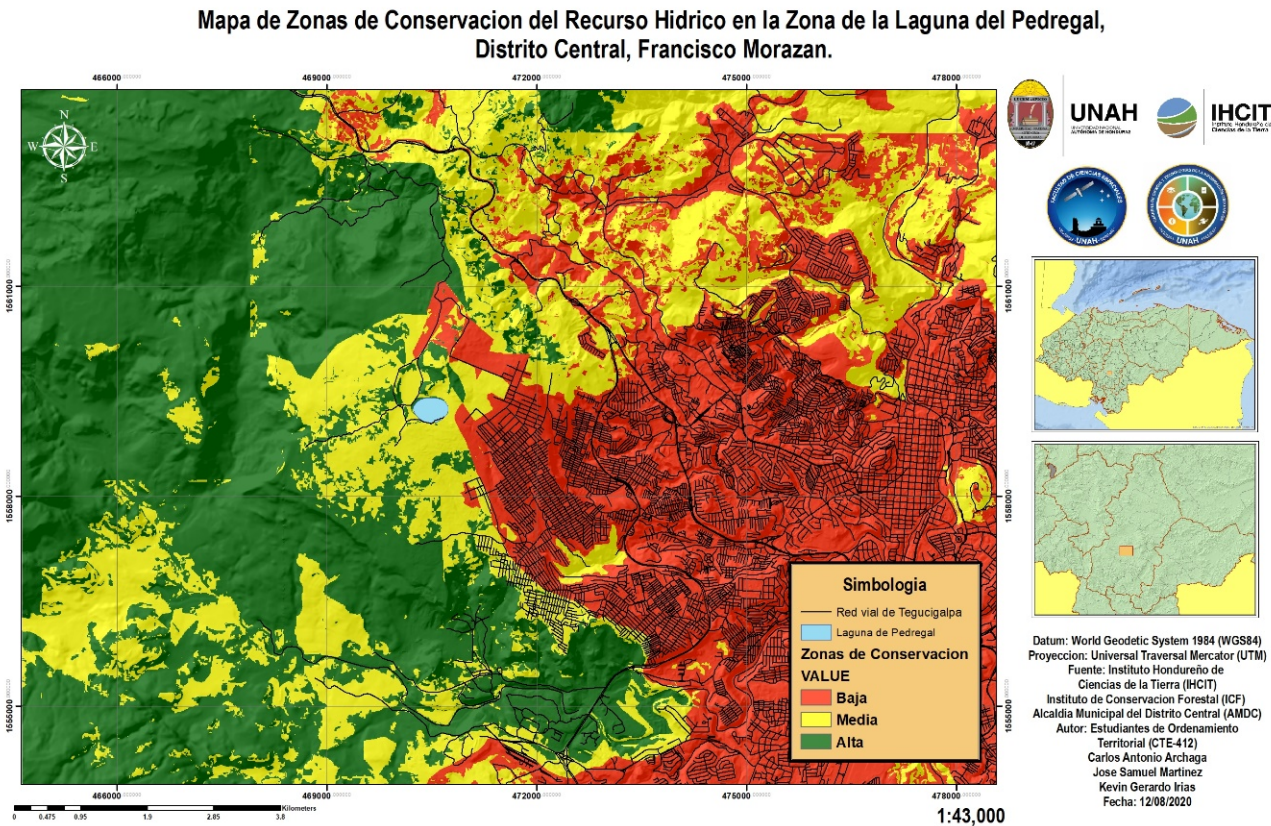


Figura 11: Mapa resultante de nuestro análisis AMC. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

A partir del mapa final y la información generada se definen las zonas óptimas para tener un control adecuado del perímetro urbano. Esta información trata de ofrecer una idea del espacio geográfico al momento de realizar un proyecto de urbanización, y que se debe tener en consideración para poder aprovechar al máximo los recursos naturales de la zona determinada.

### 3 Resultados

Los resultados del análisis se establecieron en 3 categorías; Alta conservación, Media conservación y Baja conservación. En las que el área comprendida por la categoría de alta conservación es la más grande con 5.363 hectáreas; siguiéndole la categoría baja con 5.285,2 y, por último, la categoría de media con 3.612,02. Estos resultados indican que el área de estudio reúne más características para ser una zona abocada a la conservación que a la expansión del perímetro urbano. La proporción de la superficie ocupada por cada una de estas categorías en el área de estudio se especifica en el siguiente gráfico que se muestra en la Figura 12.

Ahora, es preciso definir los aspectos relacionados a cada una de las categorías y los tipos de actividades que se pueden realizar en cada categoría para aprovechar de mejor manera los recursos en la zona.

## GRAFICO DE PROPORCION DE ZONAS DE CONSERVACION EN EL AREA DE ESTUDIO

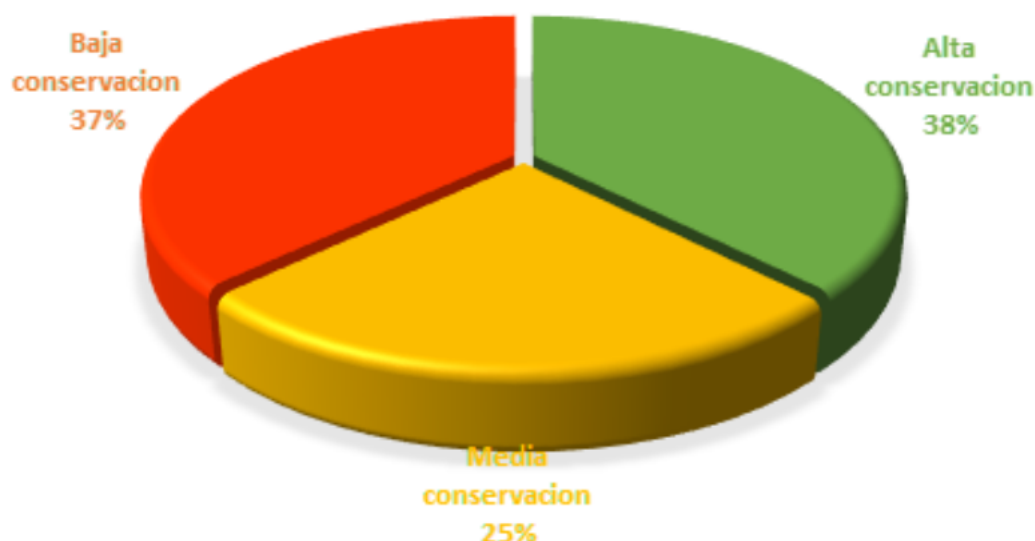


Figura 12: Gráfico de proporción de Zonas de Conservación en el área de estudio. Análisis realizado por los estudiantes de la asignatura Ordenamiento Territorial.

### **Alta conservación.**

Se define como una zona de importancia para el aprovechamiento del recurso hídrico; debido a esto, no se consideran bajo ningún término zonas aptas para la ampliación del perímetro urbano.

La zona de alta conservación es un área que se debe mantener ajena de cualquier tipo de intervención antrópica que no implique una obra de sistemas de agua; a fin de mantener la integridad física y química del agua que se encuentra en las fuentes superficiales, como en los acuíferos, para el beneficio de las personas establecidas en la zona de la Laguna El Pedregal.

### **Media conservación**

Considerando que en los estudios para la actualización y ampliación del perímetro urbano la Laguna del Pedregal ha sido categorizada como una Zona de Reserva Hidrológica; declarando así, que es una zona destinada a la protección y conservación de los recursos hídricos. Implica que dentro de ella no pueden llevarse a cabo ningún tipo de proyecto o actividad que afecte negativamente a los recursos y ciclos naturales que en ella se desarrollan.

Por tanto; la categoría media se refiere a las zonas en que se deben aplicar, de parte de las instituciones correspondientes, políticas de transición de usos de suelos destinados a la recuperación y restauración de estas áreas que han sido objeto de deforestación, quema, prácticas agrícolas y urbanización sin regulación, de forma que se pueda asegurar un mejor manejo de los acuíferos y las fuentes superficiales. Esta zona no es apta para la expansión urbana.

## **Baja conservación**

Se consideran bajo esta categorización a las áreas que; por los diferentes aspectos geográficos de la zona de la Laguna del Pedregal, solo reúnen las condiciones mínimas de recarga del recurso hídrico y se localizan fuera del perímetro de la microcuenca, aunque, por otro lado, en su mayoría son áreas de carácter urbano o reúnen las características espaciales para serlo.

En estas zonas es permitida la densificación urbana; sin embargo, considerando que el perímetro urbano actual ya se encuentra en contacto con el perímetro de la microcuenca (y en algunos casos la sobrepasa); cualquier proyecto de urbanización estará sumamente restringido y deberá considerar todas las medidas ambientales y sociales propias de este tipo de proyecto.

## **4 Discusión**

En las zonas que se muestran dentro como media conservación, es preciso desarrollar estudios más específicos para determinar el uso que puede otorgárseles.

Para lograr un resultado más preciso en futuros análisis, es necesario obtener más datos provenientes de la región sur de la zona.

Desarrollo de proyectos que permitan la extracción de agua en los acuíferos en la región norte de la zona, sin que comprometan las propiedades de filtración que posee el suelo.

Reforzar la cooperación entre el gobierno local y las comunidades; de forma que sean estas mismas las que ayuden a preservar las fuentes de agua hasta ahora existentes.

Aunque existe en la legislación hondureña la denominación de zonas de preservación, nos encontramos en la realidad la evidencia de la expansión de la población en esa zona, aunque la expansión urbana no ha sobrepasado de manera excesiva el límite para causar un daño grave a la fecha de este análisis, existe una presión latente en la zona; por lo que, para asegurar la conservación de los recursos en la zona, podría establecer un plan de manejo específico para esta dentro del marco de las zonas de preservación.

## **5 Conclusiones**

Debido a que la mayor parte de la zona del estudio se encuentra dentro de una microcuenca; las actividades que se desarrollen dentro de esta zona deberán estar enfocados en la conservación del recurso hídrico; por tanto, aún las zonas de baja conservación deberán incluir acciones relacionadas a la conservación, aunque en menor medida que las zonas media y alta.

Como muestra el estudio realizado sobre multiamenazas (amenaza e inundación) presentes en el Distrito Central; la zona de estudio es muy susceptible a los movimientos ladera; lo que se traduce en un mayor riesgo para la población que ya se encuentra o puede establecerse en zona, por tanto, el desarrollo urbano no debe de considerarse una prioridad en la zona.

Al realizar el mapeo de las fuentes de agua con los datos provistos de recarga media anual, puede apreciarse que, en su mayoría, estas fuentes no se encuentran en los lugares donde la concentración de las aguas de precipitación es mayor; por lo que no se está aprovechando al máximo los acuíferos más grandes.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos; es necesario limitar la expansión urbana en la zona debido a que varios asentamientos ya se encuentran dentro y, en algunos casos, supera el límite señalado para garantizar la preservación de los recursos hídricos.

## **6 Referencias**

ESRI (2018). Análisis multicriterio. Consultado en 2018, <https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=5874bf9388024486bd33e734c6db60b9>.