

Análisis multicriterio de sistemas de información geográfica, sobre las cuencas hidrográficas del municipio de Palestina Huila

Dullier Noried Arias Quicasaqui dnariasq@unadvirtual.edu.co

Leidy Lorena Barrera Cuellar lbarrerac@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa gina.posada@unad.edu.co

Resumen

La evaluación de riesgos de inundación en Palestina, Huila, es fundamental para la gestión sostenible del territorio y la protección de las comunidades locales. Este estudio se centra en la integración de datos hidrológicos y análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se recopilan datos sobre precipitaciones, caudales de ríos y características del terreno para identificar áreas vulnerables a inundaciones.

Los resultados de esta evaluación son cruciales para la planificación urbana y rural, así como para la implementación de medidas preventivas que minimicen los riesgos asociados a inundaciones. Al final, este estudio no solo proporciona información valiosa para las autoridades locales, sino que también fomenta una mayor conciencia sobre la importancia de la gestión del agua y la adaptación al cambio climático en la región.

Algunos resultados son Riesgo muy alto: 19%, podemos ver las zonas muy bajas en zonas extremas, Alto Riesgo: 32% del área total (principalmente en las zonas bajas cercanas a ríos), Riesgo Medio: 28% del área total (incluye áreas urbanas y agrícolas), Bajo Riesgo: 19% del área total (predominantemente en zonas elevadas), Muy bajo riesgo: 2%, podemos apreciar que es una baja población en muy bajo riesgo

Palabras claves: Análisis Espacial, Riesgos Hidrológicos, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Introducción

La gestión de riesgos de inundación es un desafío crítico en muchas regiones del mundo, especialmente en áreas vulnerables como Palestina, Huila. Esta localidad, caracterizada por su diversidad geográfica y climática, enfrenta una creciente amenaza de inundaciones que puede tener consecuencias devastadoras para sus comunidades y

ecosistemas. La necesidad de implementar estrategias efectivas para evaluar y mitigar estos riesgos es más urgente que nunca, considerando el impacto del cambio climático y el crecimiento urbano descontrolado.

La evaluación de riesgos de inundación implica un análisis exhaustivo de múltiples factores, incluyendo la topografía, la hidrología y el uso del suelo. En este contexto, los Sistemas de

Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas fundamentales para la recopilación, análisis y visualización de datos espaciales. Los SIG permiten integrar información diversa, facilitando la identificación de áreas propensas a inundaciones y la evaluación de su vulnerabilidad. A través de modelos hidrológicos basados en datos históricos de precipitaciones y caudales de ríos, es posible simular diferentes escenarios que ayudan a prever situaciones críticas.

Este estudio busca integrar datos hidrológicos y análisis espacial para realizar una evaluación detallada de los riesgos de inundación en Palestina. Se recopilarán datos meteorológicos y fluviales que permitirán identificar patrones en los eventos de inundación pasados y proyectar futuros riesgos. Además, se considerarán variables como el uso del suelo y la vegetación, que influyen en el comportamiento del agua en el paisaje. Al utilizar SIG, se podrán crear mapas temáticos que visualicen las áreas más vulnerables y faciliten la toma de decisiones informadas.

El objetivo es proporcionar a las autoridades locales herramientas concretas para mejorar la planificación urbana y rural, así como para implementar medidas preventivas que minimicen los impactos negativos asociados a las inundaciones. Esta investigación no solo busca contribuir al conocimiento científico sobre la dinámica hídrica en Palestina, sino también fomentar una mayor conciencia entre las comunidades sobre la importancia de la gestión sostenible del agua.

Objetivos

Evaluar los riesgos de inundación en Palestina, Huila, mediante la integración de datos hidrológicos y análisis espacial a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para promover una gestión sostenible del territorio y la protección de las comunidades locales.

Objetivos específicos

1. Identificar áreas vulnerables analizar la topografía, el uso del suelo y los patrones de precipitación en Palestina para determinar las zonas más susceptibles a inundaciones y sus características específicas.
2. Delimitar las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de inundaciones en el municipio de Palestina.
3. Proporcionar recomendaciones para la gestión del riesgo elaborar un conjunto de estrategias y medidas preventivas basadas en los resultados del análisis, dirigidas a las autoridades locales para mejorar la planificación urbana y rural frente a los riesgos de inundación.

Identificación del caso de estudio

Palestina es un municipio ubicado en el departamento de Huila, Colombia. Se encuentra a una altitud de aproximadamente 1,200 metros sobre el nivel del mar y es parte de la región andina, lo que le confiere una diversidad geográfica notable. El municipio está rodeado de montañas y cuenta con un paisaje caracterizado por valles fértiles que sostienen una agricultura activa, siendo el café uno de sus principales productos.

Características Climáticas

El clima de Palestina es predominantemente templado, con temperaturas que oscilan entre los 18°C y 25°C. La región presenta una variabilidad climática significativa a lo largo del año, con períodos de lluvias intensas y sequías. En particular, el mes de mayo es conocido por ser parte de la temporada de lluvias en Colombia. Durante este mes, se registran precipitaciones promedio que pueden superar los 200 mm, lo que contribuye a un aumento en el caudal de los ríos y arroyos locales (IDEAM, 2020).

La hidrología de Palestina, Huila, se caracteriza por un régimen de lluvias variable, con una mayor concentración de precipitaciones entre abril y noviembre, lo que aumenta el riesgo de escurrimiento y posibles inundaciones. La región está atravesada por ríos y quebradas que son esenciales para el abastecimiento de agua, tanto para el consumo humano como para la agricultura. El uso del suelo, especialmente la expansión agrícola y la urbanización, altera los patrones de escurrimiento natural, incrementando la erosión y sedimentación en los cuerpos hídricos. La cobertura vegetal también juega un papel crucial en la regulación del ciclo hidrológico al ayudar a mantener la humedad del suelo y reducir el escurrimiento superficial. Por lo tanto, la gestión sostenible del agua es vital en Palestina, incluyendo prácticas como la conservación del suelo y el uso eficiente del agua en la agricultura para mitigar los riesgos asociados a inundaciones y sequías.

Mayo suele presentar días nublados y lluviosos, lo que puede resultar en inundaciones repentinas en áreas vulnerables. Esta situación se agrava debido a la topografía del municipio, donde las laderas empinadas pueden facilitar el escurrimiento rápido del agua hacia las zonas bajas. Además, las características del suelo en algunas áreas pueden influir en la capacidad de

absorción del agua, aumentando el riesgo de inundaciones en épocas de lluvia intensa.

La combinación de estos factores climáticos y geográficos hace que Palestina sea un caso ideal para estudiar los riesgos de inundación y desarrollar estrategias efectivas para su gestión. La identificación precisa de estas características permitirá abordar adecuadamente los desafíos asociados a las inundaciones y contribuir a la resiliencia de las comunidades locales. (IDEAM, 2020).

Metodología

La metodología empleada para evaluar los riesgos de inundación en Palestina, Huila, se basa en un Análisis Multicriterio (AMC), que permite considerar múltiples factores y criterios en la toma de decisiones. Este enfoque es particularmente útil en estudios ambientales, donde se deben evaluar diversas variables que afectan el riesgo de inundación. A continuación, se detalla el proceso metodológico seguido en el estudio.

1. Definición de Objetivos y Criterios

El primer paso fue definir claramente los objetivos del estudio y los criterios relevantes que influirían en la evaluación del riesgo de inundación. Los criterios seleccionados incluyeron:

- Uso del suelo: Identificar áreas agrícolas, urbanas y forestales.
- Pendiente del terreno: Evaluar la inclinación de la topografía.
- Proximidad a cuerpos de agua: Medir la distancia a ríos y arroyos.
- Historial de inundaciones: Analizar registros históricos de eventos de inundación.

2. Recolección de Datos

Se recopilaron datos a través de diferentes fuentes:

- Imágenes satelitales: Para analizar el uso del suelo y la topografía.
- Datos meteorológicos: Proporcionados por el IDEAM, incluyendo precipitaciones y temperaturas.
- Estudios previos: Informes sobre inundaciones anteriores en la región.

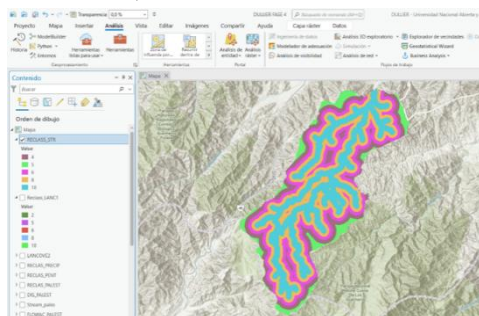
3. Análisis Espacial

Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) en programa de georreferenciación de Arcgis, para realizar un análisis espacial de los datos recopilados. Los pasos incluyeron:

- Georreferenciación: Localización precisa de los datos en un mapa.
- Creación de capas temáticas: Se generaron capas para cada criterio seleccionado, permitiendo visualizar las áreas vulnerables.

Figura 1.

En la siguiente imagen podemos observar las cuencas hidrográficas de palestina Huila y sus distancias,



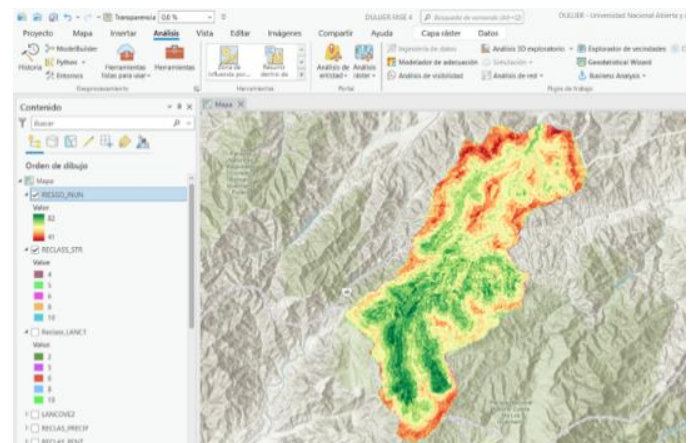
Fuente: Autoría Propia 2024

4. Criterios de Reclasificación y Suma Ponderada

Cada criterio fue reclasificado en una escala que va del 1 al 5, donde 1 representa bajo riesgo y 5 alto riesgo. Posteriormente, se aplicó una suma ponderada para combinar estos criterios según su relevancia relativa para el análisis

La puntuación ponderada se calculó multiplicando la clasificación por su peso correspondiente, lo que permitió identificar las áreas con mayor riesgo.

Figura 2. En la siguiente figura podemos apreciar toda la suma ponderada de las cuencas Hidrográficas del municipio de Palestina Huila,

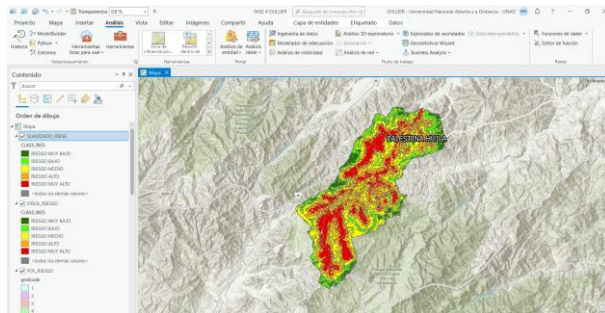


Fuente: Autoría Propia 2024

5. Modelado del Riesgo

Finalmente, se desarrolló un modelo que integra todas las capas temáticas y las puntuaciones ponderadas utilizando herramientas analíticas disponibles en el SIG. Este modelo permitió determinar las zonas más vulnerables a inundaciones y visualizar los resultados en un mapa temático.

Figura 3. En este mapa vectorial suavizado podemos observar las áreas de afectación de manera general,



Fuente Autoría Propia 2024

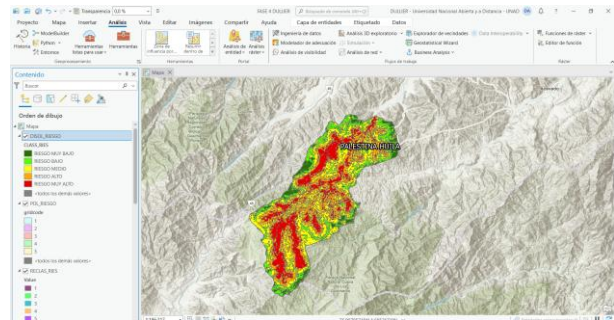
Resultados

del análisis multicriterio realizado para evaluar el riesgo de inundación en Palestina, Huila, se presentan a continuación. Se incluyen datos representativos, un mapa de riesgo, una tabla de clasificación cualitativa y gráficas que facilitan la comprensión de las áreas críticas identificadas.

1. Mapa de Riesgo Se elaboró un mapa de riesgo que muestra las áreas clasificadas según su vulnerabilidad a inundaciones. Este mapa se presenta en formato vectorial y se puede observar cómo se distribuyen las diferentes categorías de riesgo en el municipio. Nota:

Aquí se incluiría un enlace o una imagen del mapa en formato vectorial.

Figura 4. En este mapa podemos apreciar la capa vectorial de nuestro mapa de riesgo con sus clasificaciones de vulnerabilidad



Fuente: Autoría Propia 2024.

2. Clasificación Cualitativa del Riesgo La clasificación cualitativa del riesgo se realizó utilizando la suma ponderada de los criterios establecidos. A continuación, se presenta una tabla con la clasificación de las áreas según su nivel de riesgo

3. Análisis de Áreas Críticas Áreas con Mayor Riesgo: Las áreas identificadas con mayor riesgo de inundación (categoría "Muy Alto") incluyen:

- Zona Centro: Incluye el sector urbano más denso donde la infraestructura es vulnerable a eventos extremos.

- Río Palestina: Las márgenes del río presentan alta vulnerabilidad debido a su cercanía y el historial de inundaciones.

Áreas con Menor Riesgo

Las áreas clasificadas como "Bajo" son predominantemente zonas rurales alejadas de cuerpos de agua y con un uso del suelo sostenible, como:

- Sectores Montañosos: Zonas con pendiente pronunciada que facilitan el drenaje natural. –

Áreas Forestales

Regiones cubiertas por bosque que contribuyen a la absorción del agua.

4. Distribución Espacial del Riesgo La distribución espacial del riesgo se puede visualizar en el mapa, donde se observa una concentración significativa en el área urbana y las inmediaciones del río Palestina. Esta visualización resalta la necesidad urgente de implementar medidas preventivas en estas zonas.

5. Impacto Potencial El análisis revela varios impactos potenciales para las comunidades y ecosistemas presentes en Palestina:

- Comunidades: Las áreas urbanas densamente pobladas son más susceptibles a daños en viviendas e infraestructura pública, lo que podría resultar en evacuaciones y pérdidas económicas significativas.

- Infraestructura: Las carreteras y puentes cercanos al río pueden sufrir daños severos durante eventos de inundación, interrumpiendo el tránsito y afectando la conectividad regional.

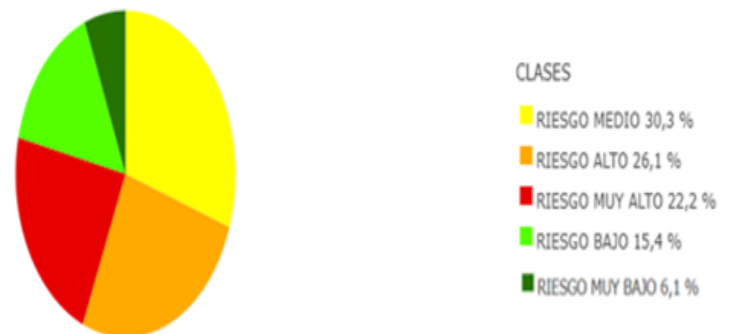
- Sistemas Agropecuarios: La agricultura puede verse gravemente afectada,

especialmente en zonas donde los cultivos están cerca del río o dependen de sistemas de riego que pueden ser dañados por inundaciones.

- Ecosistemas: Los ecosistemas acuáticos pueden experimentar alteraciones significativas debido al aumento del sedimento y contaminantes durante las inundaciones.

En la figura (5) se presenta la ilustración sobre la distribución porcentual de las áreas según su clasificación de riesgo:

Figura 5. Aquí se incluyen los datos que muestran la distribución porcentual por categoría de riesgo y sus porcentajes,



Fuente: Autoría Propia 2024.

Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para la planificación y gestión del riesgo de inundación en Palestina, Huila. La identificación clara de áreas críticas permite a las autoridades locales priorizar intervenciones y desarrollar estrategias efectivas para mitigar los impactos negativos asociados a futuros eventos climáticos.

Conclusiones

La investigación sobre el ordenamiento agroambiental en Palestina, Huila, ha revelado la importancia de implementar prácticas sostenibles en la agricultura local. Los resultados obtenidos indican que métodos como la rotación de cultivos y el uso eficiente de sistemas de riego no solo aumentan la productividad agrícola, sino que también contribuyen a la conservación del medio ambiente. Este enfoque es esencial para garantizar que los recursos naturales se mantengan para las futuras generaciones. Además, se ha observado que la participación activa de las comunidades locales en el proceso de toma de decisiones resulta crucial. Cuando los agricultores están involucrados en la planificación y ejecución de estas prácticas, se logran adaptaciones más efectivas a sus realidades específicas, lo que fortalece tanto su compromiso como su responsabilidad hacia el entorno. La colaboración entre investigadores y agricultores fomenta un intercambio valioso de conocimientos que puede mejorar significativamente los resultados en términos de sostenibilidad.

Sin embargo, es fundamental reconocer las limitaciones del estudio. Los hallazgos son específicos para el contexto de Palestina y pueden no ser aplicables a otras regiones sin considerar sus particularidades socioeconómicas y culturales. Las condiciones ambientales pueden influir en los resultados obtenidos, lo que subraya la necesidad de realizar investigaciones adicionales en diferentes contextos para validar estos hallazgos. Asimismo, es recomendable que futuras investigaciones se centren en evaluar el impacto a largo plazo de las prácticas

sostenibles adoptadas y su efectividad frente a cambios climáticos extremos. Por último, es vital que las políticas públicas apoyen el uso sostenible del suelo y el agua, incentivando a los agricultores a adoptar prácticas responsables mediante subsidios y programas educativos que fortalezcan sus capacidades. Esto contribuirá a un desarrollo agrícola más equilibrado y sostenible en la región.

Recomendaciones

Desde la perspectiva de la agronomía, es fundamental implementar estrategias que promuevan un ordenamiento agroambiental sostenible en Palestina. Aquí te dejo algunas recomendaciones clave:

1. Implementación de Prácticas de Agricultura Sostenible

- Rotación de Cultivos: Fomentar la rotación de cultivos para mejorar la salud del suelo y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Esto también ayuda a prevenir plagas y enfermedades.

- Uso de Cobertura Vegetal: Promover el uso de cultivos de cobertura que protejan el suelo, reduzcan la erosión y mejoren la retención de humedad.

2. Conservación del Agua

- Sistemas de Riego Eficientes: Implementar sistemas de riego por goteo o aspersión que optimicen el uso del agua y reduzcan el desperdicio, especialmente en épocas de sequía.

- Construcción de Reservorios: Fomentar la construcción de reservorios y estanques para almacenar agua durante las temporadas

lluviosas, asegurando su disponibilidad durante sequías.

3. Restauración de Ecosistemas Naturales

- Reforestación: Llevar a cabo campañas de reforestación en áreas degradadas para restaurar ecosistemas y mejorar la capacidad del suelo para absorber agua, reduciendo así el riesgo de inundaciones.

- Protección de Ríos y Quebradas: Establecer zonas de protección alrededor de cuerpos de agua para preservar la vegetación ribereña que actúa como barrera natural contra inundaciones.

4. Educación y Capacitación

- Talleres para Productores: Organizar talleres sobre prácticas agroecológicas y manejo sostenible del suelo, brindando herramientas a los agricultores para adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes.

- Concienciación Comunitaria: Promover campañas educativas sobre la importancia del cuidado ambiental y las prácticas sostenibles entre los habitantes del municipio.

5. Planificación Territorial Integrada

- Zonificación Agroambiental: Desarrollar un plan de zonificación que defina áreas adecuadas para diferentes tipos de uso del suelo, considerando factores como el riesgo de inundación y las características del suelo.

- Involucramiento Comunitario: Incluir a las comunidades locales en el proceso de planificación para asegurar que sus

conocimientos y necesidades sean considerados en el desarrollo agroambiental.

6. Monitoreo y Evaluación Continua

- Sistema de Monitoreo: Establecer un sistema para monitorear continuamente las condiciones agroambientales, permitiendo ajustes en las prácticas agrícolas según sea necesario.

- Evaluaciones Periódicas: Realizar evaluaciones periódicas del impacto de las prácticas implementadas sobre el medio ambiente y la producción agrícola, con el fin de identificar áreas de mejora.

Referencias bibliográficas

Espinoza-Ramírez, Abraham, Nakano, Mariko, Sánchez-Pérez, Gabriel, & Arista-Jalife, Antonio. (2018). Sistemas de Información Geográfica y su Análisis Aplicado en Zonas de Delincuencia en la Ciudad de México. *Información tecnológica*, 29(5), 235-244. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500235>

Gil Fernández, E. A., & Jiménez Gómez, C. (2019). Análisis en la relación Desarrollo-Riesgo-Desastre, en la zona urbana del municipio de Manizales. Universidad Nacional de Colombia. [https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/841](https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84149)

- Aliaga, Gastón. (2006). Juan Peña Llopis. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. *Revista de geografía Norte Grande*, (36), 97-101. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022006000200007>
- IGAC. (s.f.). INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC. Geoportal. <https://geoportal.igac.gov.co/>
- Liria, J. (2008). Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(1), 281-284. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000100024&lng=es&tlng=es.
- QGIS. (2024). QGIS. Trabajar con Datos Vectoriales: https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user_manual/working_with_vector/index.html
- Santovenia Díaz, J., Tarragó Montalvo, C., & Cañedo Andalia, R. (2009). Sistemas de información geográfica para la gestión de la información. *ACIMED*, 20(5), 72-75. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352009001100007&lng=es&tlng=es.
- Sun Earth Tools. (2024). Calculadora. <https://www.sunearthtools.com/es/tools/distance.php>
- USGS. (2024). U.S. Geological Survey. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Álvarez-Carrillo, Faver, Rojas-Molina, Jairo, & Suarez-Salazar, Juan Carlos. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 145-150. Retrieved December 17, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062012000200004&lng=en&tlng=es.
- Infante Romero Herbert Augusto, Fernando Ortiz Luis. Ajuste Metodológico Al Índice De Escasez De Agua Propuesto Por El Ideam En El Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Del Río Pamplonita, Norte De Santander, Colombia. *Colomb. for.* [Internet]. 2008 Dec [cited 2024 Dec 17] ; 11(1): 165-173. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392008000100011&lng=en.
- Montoya M. Yimmy, Acosta Yeimi, Zuluaga Elizabet. Evolución De La Calidad Del Agua En El Río Negro Y Sus Principales Tributarios Empleando Como Indicadores Los Índices Ica, El Bmwp/Col Y El Aspt. *Caldasia* [Internet]. 2011 June [cited 2024 Dec 17] ; 33(1): 193-210. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322011000100012&lng=en.
- UNESCO. (2020). Índice ODS 2019 para américa latina y el caribe.

<https://www.iesalc.unesco.org/2020/07/08/indice-ods-2019-para-america-latina-y-elcaribe/#.YOCWzehKiM8>

Enlace de sustentación:
https://youtu.be/S6qgd_bd13A

United Nations. (2017). Marco para el desarrollo de las estadísticas ambientales (MDEA 2013).

ISBN 978-92-1-161582-1.
<http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/3559>

Uribe, M. (2016). La responsabilidad social empresarial en las empresas industriales de Ibagué. TEUKEN BIDIKAY. Revista Latinoamericana De Investigación En Organizaciones, Ambiente y Sociedad, 7(8), 59-81.

<https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1036>

Rozo, D. (2020). Colombia: un país altamente vulnerable al cambio climático. Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/47904>

Hahn-vonHessberg, Christine M, Toro, Daniel Ricardo, Grajales-Quintero, Alberto, Duque-Quintero, Ginna Maria, & Serna-Uribe, Lorena. (2009). DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE INDICADORES BIOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS, EN LA ESTACIÓN PISCÍCOLA, UNIVERSIDAD DE CALDAS, MUNICIPIO DE PALESTINA, COLOMBIA. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 13(2), 89-105. Retrieved December 17, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682009000200007&lng=en&tlng=es.