



Método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza

Neutrosophic multi-criteria method for assessing the impact of ocean plastic pollution on the rights of nature

Britanny Gabriela Quilligana Velastegui¹, María de Lourdes Manotoa Bimboza², Santiago Fernando Fiallos Bonilla³, and Pablo Miguel Vaca Acosta⁴

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. britannyqv15@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. mariamb37@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec

⁴ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. ua.pablovaca@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación se enfocó en la problemática de la contaminación oceánica por plásticos, destacando su creciente impacto negativo en la biodiversidad marina y la salud humana. Se estima que anualmente se vierten aproximadamente 8 millones de toneladas de residuos plásticos en los océanos, lo que afecta de manera significativa la fauna y flora marinas, alterando los ciclos naturales y generando riesgos para la salud al introducir microplásticos en la cadena alimentaria. Ante esta situación, se planteó como objetivo de la investigación, desarrollar un Método Neutrosófico Multicriterio para evaluar el impacto de la contaminación por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano. La gestión adecuada de los plásticos es, por lo tanto, esencial no solo para la sostenibilidad de los recursos marinos, sino también para garantizar el bienestar de las comunidades que dependen de estos ecosistemas. El estudio resalta la importancia de incorporar criterios que evalúen tanto los efectos ambientales como los derechos humanos en la elaboración de políticas y estrategias de manejo de residuos. Esta aproximación integral busca promover un entorno más saludable y consciente, enfatizando que la protección de la biodiversidad marina y la salud pública son fundamentales para alcanzar un equilibrio sostenible.

Palabras Claves: Método Neutrosófico Multicriterio, contaminación oceánica, plásticos, naturaleza, medio ambiente.

Abstract. The research focused on the problem of ocean plastic pollution, highlighting its growing negative impact on marine biodiversity and human health. It is estimated that approximately 8 million tons of plastic waste are dumped into the oceans annually, which significantly affects marine fauna and flora, altering natural cycles and generating health risks by introducing microplastics into the food chain. Given this situation, the objective of the research was to develop a Multicriteria Neutrosophic Method to assess the impact of plastic pollution on the rights of nature and the right to a healthy environment. Proper management of plastics is therefore essential not only for the sustainability of marine resources, but also to ensure the well-being of communities that depend on these ecosystems. The study highlights the importance of incorporating criteria that assess both environmental effects and human rights in the development of waste management policies and strategies. This comprehensive approach seeks to promote a healthier and more conscious environment, emphasizing that the protection of marine biodiversity and public health are fundamental to achieving a sustainable balance.

Keywords: Multicriteria Neutrosophic Method, ocean pollution, plastics, nature, environment

1 Introducción

En la actualidad, la contaminación oceánica se ha convertido en un grave problema medioambiental que ha ido en aumento en los últimos años, afectando tanto a la fauna y flora marinas como generando impactos socio-económicos negativos. Aproximadamente 8 millones de toneladas de residuos plásticos son vertidos en los océanos

cada año, lo que transforma esta situación en una problemática de escala global. Según Perdomo (2002), los plásticos son materiales compuestos por polímeros obtenidos del petróleo y gas natural, caracterizándose por su flexibilidad y plasticidad, lo que permite su manipulación en diversas formas durante la fabricación. Sin embargo, el uso indiscriminado de plásticos provoca efectos adversos en el medio ambiente, especialmente en los océanos, donde su lenta degradación puede llevar a que la fauna marina quede atrapada o ingiera estos materiales, causando la muerte.

La relevancia del presente trabajo de investigación se centra en fundamentar teóricamente la contaminación oceánica causada por plásticos y su influencia en los derechos de la naturaleza y en el derecho a un ambiente sano. El derecho a la naturaleza contempla un enfoque legal y ético que reconoce a los ecosistemas y entidades naturales derechos inherentes a existir, prosperar y regenerar sus ciclos vitales. Este concepto resalta que la naturaleza no debe considerarse únicamente un recurso para la explotación humana, sino que está compuesta por seres vivos y ecosistemas con valor intrínseco. Por otro lado, el derecho a un ambiente sano es un derecho humano fundamental que garantiza a las personas el acceso a un entorno limpio, seguro y sostenible, esencial para su bienestar y desarrollo, implicando la protección contra contaminantes y la conservación de recursos naturales para asegurar una calidad de vida adecuada. En la Constitución de la República del Ecuador, estos derechos están garantizados en los artículos 14 y 71.

La contaminación oceánica representa un problema global que afecta la biodiversidad marina, alterando los equilibrios ecológicos y poniendo en riesgo el derecho de todos los seres humanos a vivir en un ambiente limpio y saludable. La presencia de plásticos influye en la cadena alimentaria, lo que puede tener graves consecuencias para la salud humana, dado que los microplásticos son ingeridos por los animales que luego consumimos. Por lo tanto, tanto el derecho a la naturaleza como el derecho a un ambiente sano están reconocidos en diversas legislaciones y acuerdos internacionales, lo que subraya su importancia para el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental. Asimismo, la contaminación por plásticos en los océanos contraviene estos derechos, ya que altera los equilibrios ecológicos, afecta a la fauna y flora, y genera riesgos para la salud de las personas que consumen animales contaminados, evidenciando la urgente necesidad de abordar esta situación.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo, desarrollar un Método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano. La lógica neutrosófica es un enfoque teórico y práctico que se extiende más allá de la lógica clásica y difusa, permitiendo manejar la incertidumbre y la imprecisión en la toma de decisiones. Esta lógica se basa en el concepto de neutrosofía, que fue propuesto por el filósofo Florentin Smarandache. Se centra en la consideración de la verdad, la falsedad y la indeterminación, reconociendo que las afirmaciones pueden no ser exclusivamente verdaderas o falsas, sino que pueden cargar un grado de incertidumbre.

En la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano, la lógica neutrosófica ofrece varias ventajas. En primer lugar, permite integrar múltiples criterios y variables cualitativas y cuantitativas que pueden influir en la evaluación de los impactos ambientales y sociales. Esto es fundamental dado que la contaminación por plásticos es un problema complejo que afecta no solo a la biodiversidad y los ecosistemas, sino también a las comunidades humanas y su bienestar.

Además, la implementación de un Método Neutrosófico Multicriterio facilita el análisis de situaciones donde los datos pueden ser incompletos o inciertos. Por ejemplo, al evaluar el impacto de microplásticos en diferentes especies marinas y en la salud humana, se pueden generar diferentes grados de certeza sobre sus efectos. La lógica neutrosófica permitiría modelar estas incertidumbres de manera adecuada, proporcionando un marco más robusto para la evaluación y la toma de decisiones.

Asimismo, este método puede ser adaptado para incluir diferentes perspectivas y valores de múltiples partes interesadas, lo cual es crucial en el ámbito de los derechos humanos y la protección de la naturaleza. Esta característica promueve un enfoque inclusivo y participativo, asegurando que las decisiones tomadas reflejen las necesidades y preocupaciones de diversas comunidades afectadas por la contaminación oceánica.

2 Método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos

El sistema propuesto está estructurado para analizar el impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto que permite evaluar el impacto de la contaminación oceánica. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico [1, 2, 12, 16]. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el contexto analizado: entradas, procesamiento y salidas.

- Entrada de la información: En esta fase se recopila el conjunto de datos relacionados con la contaminación oceánica por plásticos, que incluye la cantidad y tipo de plásticos presentes en el mar, así como los efectos observados en la fauna y flora marina. Se consideran también los síntomas y manifestaciones del impacto

ambiental, tales como la disminución de especies, cambios en los ecosistemas y la presencia de microplásticos en la cadena alimentaria. Además, se integran las perspectivas de expertos en ecología, derecho ambiental y salud pública que contribuyan a establecer las relaciones causales entre la contaminación y sus efectos en los derechos de la naturaleza y el acceso a un ambiente sano.

- **Procesamiento de la información:** Esta etapa consiste en el flujo de trabajo que abarca varias actividades del núcleo de inferencia, diseñadas para evaluar el impacto de la contaminación oceánica por plásticos. Estas actividades incluyen la identificación de los factores causales que contribuyen al deterioro ambiental, el análisis de las interacciones entre los elementos del sistema marino, y la evaluación de los efectos de la contaminación en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente saludable. El procesamiento se apoya en modelos causales que representan el conocimiento obtenido a partir de la técnica de inteligencia artificial del Mapa Cognitivo Neutrosófico.
- **Salida de la información:** Esta fase refleja los resultados del procesamiento, donde se obtiene una evaluación integral del impacto de la contaminación oceánica por plásticos sobre los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano. Los resultados se presentan de manera clara y concisa, permitiendo visualizar las relaciones causales, así como las áreas críticas que requieren atención y acción. Esta información será esencial para guiar la elaboración de políticas, estrategias de mitigación y medidas de conservación que promuevan la protección del medio ambiente y el reconocimiento de los derechos inherentes a la naturaleza.

La figura 1 muestra la estructura general del método propuesto:



Figura 1. Estructura general del método neutrosófico multicriterio propuesto.

Las cinco actividades fundamentales del Método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano, representado en la figura 1, son descritas a continuación:

Actividad 1 Identificación de los los criterios evaluativos: En esta actividad, el panel de experto identifica el conjunto general de criterios evaluativos, que representan la base de inferencia. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de criterios posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de los criterios evaluativos. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos el impacto y las consecuencias de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el medio ambiente. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0,15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [3, 4] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & W_{ij} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j . C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 Asignar pesos a los criterios evaluativos: a partir de la obtención de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos son agrupados; se conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [5-13]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada criterio [6-8-14].

$$id_i = \sum_{j=1}^n \|I_{ji}\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificación de las incidencias: la identificación de las incidencias es la actividad que consiste en determinar cuáles criterios están presentes en los casos de contaminación analizados. Para ello se entrevista a los especialistas a cargo de la restauración del ecosistema marino objeto de estudio, y se determina la incidencia de los criterios presentados. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los criterios.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del criterio (AC)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del criterio (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del criterio (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del criterio (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del criterio (AP)

Actividad 5 Evaluación del impacto de la contaminación oceánica: el proceso de evaluación se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [9-15] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1; j \neq i}^n A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso $k+1$ de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji} : es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y $f(x)$ es la función de activación [10].

3. Implementación del método para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza

La presente sección describe la implementación del método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano. La implementación del método se lleva a cabo a través de las cinco actividades descritas anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Actividad 1 identificación de los criterios evaluativos:

Se convocó un panel de expertos compuesto por un grupo multidisciplinario de profesionales provenientes de diversas áreas relevantes para el estudio de la contaminación oceánica por plásticos. Este panel incluía ecólogos marinos, especialistas en derecho ambiental, biólogos, sociólogos y expertos en salud pública. Cada miembro del panel fue seleccionado por su experiencia y conocimiento en temas relacionados con la sostenibilidad, la biodiversidad marina, y la intersección entre el bienestar humano y la salud ambiental. El objetivo del panel era identificar criterios evaluativos que pudieran medir de manera precisa el impacto de la contaminación por plásticos en los derechos de la naturaleza y en el derecho a un ambiente sano, llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los criterios evaluativos.

Nodo	Criterio	Descripción
C ₁	Biodiversidad Marina	Evalúa el impacto de la contaminación por plásticos en las diferentes especies de fauna y flora marina. Se analizan las tasas de mortalidad de especies, la disminución de poblaciones y la alteración de hábitats críticos. La pérdida de biodiversidad representa una violación a los derechos de la naturaleza, ya que cada especie tiene un papel crucial en el equilibrio del ecosistema.
C ₂	Salud del ecosistema costero	Considera la salud general de los ecosistemas costeros, incluyendo la calidad del agua y la integridad de los hábitats. Este criterio examina cómo los desechos plásticos afectan las cadenas tróficas y los procesos ecológicos, así como su capacidad de regeneración. Un ecosistema saludable es fundamental para garantizar el derecho de las comunidades a vivir en un ambiente equilibrado.
C ₃	Impacto en la salud pública	Se centra en los efectos de la contaminación plástica en la salud de las comunidades cercanas a la costa. Se evalúa la exposición a residuos plásticos a través de la cadena alimentaria, así como el riesgo de enfermedades relacionadas con el consumo de productos del mar contaminados. La salud pública está intrínsecamente ligada a la salud del medio ambiente, y cualquier deterioro en este aspecto afecta los derechos humanos.
C ₄	Actividades económicas sostenibles	Analiza cómo la contaminación por plásticos afecta las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo. Este criterio evalúa la disminución de ingresos por la degradación de recursos marinos. La regulación y protección de estos recursos son esenciales para asegurar el derecho a un ambiente sano y al sustento económico de las comunidades.
C ₅	Niveles de plásticos en el ambiente marino	Mide la concentración y el tipo de plásticos presentes en el ecosistema marino. Se llevan a cabo análisis para determinar la cantidad de residuos plásticos, su descomposición y los microplásticos en el agua y en los organismos marinos. Este dato es esencial para entender el alcance de la contaminación plástica y su influencia directa en la salud de los ecosistemas y las comunidades, así como para evaluar las violaciones a los derechos de la naturaleza y del ambiente sano.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre los criterios evaluativos se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las

respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C ₂	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₃	[1,0,0]	[1,0,0]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C ₄	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[1,0,0]
C ₅	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]

Actividad 3 asignar pesos a los criterios evaluativos:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), se obtiene el comportamiento del peso atribuido a los criterios evaluativos. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a los criterios evaluativos.

Criterios	Manifestaciones	Peso
C ₁	Biodiversidad Marina	[0.97, 0.1, 0.1]
C ₂	Salud del ecosistema costero	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₃	Impacto en la salud pública	[0.97, 0.1, 0.1]
C ₄	Actividades económicas sostenibles	[0.97, 0.1, 0.1]
C ₅	Niveles de plásticos en el ambiente marino	[0.92, 0.1, 0.1]

Actividad 4 identificación de las incidencias:

A partir de la entrevista a los especialistas en biología marina y cuidado medioambiental se determinó el grado de preferencia que poseen los criterios evaluativos, mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el caso objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a los criterios del caso objeto de estudio.

Alternativa	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]

Actividad 5 evaluación del impacto de la de la contaminación oceánica:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo, del caso de contaminación oceánica por plásticos, mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los criterios y prevé la evolución de ellos en el ecosistema marino. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran los criterios y su evolución.

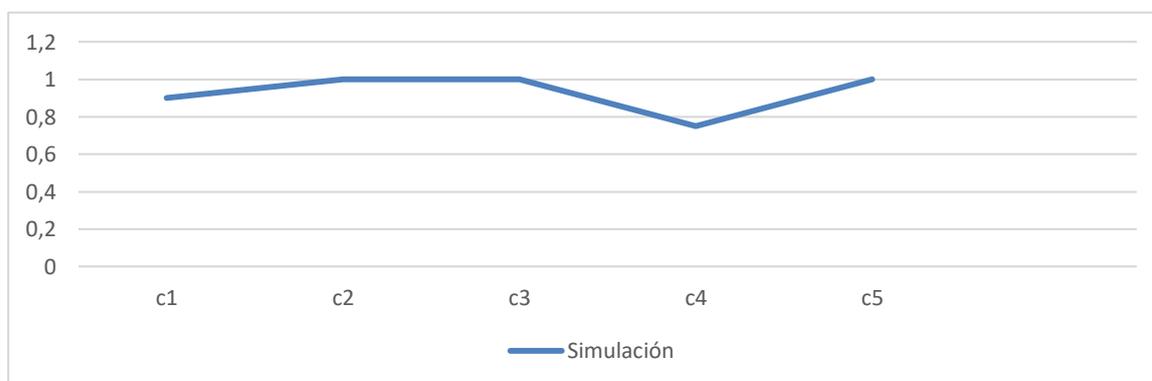


Figura 2: Resultado de la simulación de los criterios evaluativos en el caso de estudio de contaminación oceánica por plásticos.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los criterios, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de la enfermedad. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Peso atribuido a los criterios evaluativos.

Alternativa A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.97, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.98, 0.1, 0.1]
C_2	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_3	[0.97, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.86, 0.1, 0.1]
C_4	[0.97, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.93, 0.1, 0.1]
C_5	[0.92, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.96, 0.1, 0.1]
Índice			[0.94,0,15.0.20]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor donde el $I = 0.94$, para el caso analizado representa un alto impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y los derechos a un ambiente sano.

El análisis realizado mediante el método neutrosófico multicriterio revela un impacto significativo de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano, evidenciado por un índice de 0.94. Este resultado sugiere que los efectos nocivos sobre la biodiversidad marina son alarmantes, dado que las tasas de mortalidad y la disminución de poblaciones de fauna y flora indican un desequilibrio en los ecosistemas marinos. La fauna y flora que se encuentran en peligro no solo están perdiendo sus hábitats, sino que también se está afectando la integridad del ecosistema costero, comprometiendo su capacidad de regeneración y la calidad del agua.

Además, el impacto en la salud pública es preocupante; la exposición a plásticos a lo largo de la cadena alimentaria, combinada con el riesgo de enfermedades derivadas del consumo de productos del mar contaminados, subraya la interconexión entre la salud ambiental y la salud humana. Las actividades económicas sostenibles, vitales para el sustento de comunidades costeras, también se ven amenazadas por esta crisis de contaminación, afectando la pesca y el turismo, y acentuando la vulnerabilidad económica de estas poblaciones.

El monitoreo de los niveles de plástico en el ambiente marino destaca la urgencia de actuar ante la alta concentración de residuos y microplásticos, lo que pone de manifiesto las violaciones a los derechos de la naturaleza y a un ambiente saludable. Estos elementos reflejan la necesidad de implementar políticas más robustas y efectivas para mitigar la contaminación por plásticos y proteger tanto el ecosistema marino como los derechos de las comunidades que dependen de él.

4 Discusión

La problemática de la contaminación oceánica por plásticos se ha convertido en una grave amenaza ambiental que ha escalado dramáticamente en los últimos años, impactando tanto la biodiversidad marina como la salud humana y los ecosistemas globales. Se estima que aproximadamente 8 millones de toneladas de residuos plásticos son vertidos en los océanos cada año, lo que hace evidente la urgencia de abordar este problema. Los plásticos, compuestos por polímeros derivados del petróleo y el gas natural, tienen una alta durabilidad y resistencia a la degradación, lo que contribuye a su persistencia y acumulación en el medio ambiente.

La contaminación por plásticos no solo afecta a la salud de los océanos, sino que también vulnera los derechos de la naturaleza en varias formas. Uno de los derechos fundamentales es el derecho a existir y prosperar, que sostiene que los ecosistemas marinos deben poder desarrollarse sin interferencias negativas. La presencia masiva de plásticos en los océanos daña estos ecosistemas, afectando la biodiversidad y poniendo en peligro la supervivencia de numerosas especies marinas. Además, esta contaminación interfiere con el equilibrio ecológico, introduciendo materiales no biodegradables que alteran las cadenas alimentarias y los hábitats marinos, lo que puede resultar en la disminución o extinción de especies y en cambios significativos en los ecosistemas oceánicos. La naturaleza posee el derecho a ser protegida contra la degradación, los desechos plásticos ocasionan enredos, asfixia y desnutrición en la fauna marina, representando así una forma de degradación que transgrede este derecho vital.

Por otro lado, el derecho a un ambiente sano también debe considerarse con la misma seriedad. Un ambiente limpio es crucial para la salud humana; los microplásticos pueden ingresar a la cadena alimentaria, alcanzando a los seres humanos y potencialmente causando problemas de salud debido a los contaminantes químicos que transportan. Esto amenaza directamente el derecho de cada individuo a vivir en un entorno saludable. Además, la contaminación por plásticos deteriora la calidad del agua en los océanos, un recurso vital para muchas comunidades costeras y para la biodiversidad marina. Un agua contaminada con plásticos y microplásticos no solo es inapropiada para el consumo humano, sino que también impide su uso recreativo, vulnerando así el derecho a un ambiente

limpio y seguro [17-18].

Asimismo, la presencia de plásticos en los océanos compromete la seguridad alimentaria de las comunidades que dependen del mar para su sustento. Los peces y mariscos contaminados con microplásticos representan un riesgo para la salud, lo que afecta la disponibilidad de alimentos seguros y nutritivos. La sostenibilidad ambiental es otro aspecto indispensable; un ambiente sano es crucial para garantizar el desarrollo sostenible. La contaminación por plásticos pone en peligro la sostenibilidad de los ecosistemas marinos y los recursos que estos proporcionan, afectando a largo plazo la capacidad de las futuras generaciones de disfrutar de un entorno saludable y de utilizar los recursos naturales de manera sostenible.

La persistencia de los plásticos en los océanos tiene consecuencias devastadoras para la fauna y flora marinas. Estos desechos no solo contaminan el agua, sino que también se convierten en trampas mortales para muchos organismos. Numerosos estudios han demostrado que los animales marinos, incluidos peces, tortugas y aves, pueden ingerir plásticos o quedar atrapados en ellos, lo que provoca lesiones graves, enfermedades y, en muchos casos, la muerte. La ingesta de microplásticos es particularmente preocupante, ya que se estima que al menos 170 especies marinas consumen estos pequeños fragmentos, lo que puede acarrear alteraciones metabólicas, problemas de reproducción y cambios en la fisiología hepática. Estas consecuencias resaltan la necesidad urgente de abordar la contaminación por plásticos para proteger tanto los océanos como los derechos de aquellos que dependen de ellos.

El marco jurídico del Ecuador, tal como se refleja en su Constitución y el Código Orgánico del Ambiente, reconoce los derechos inherentes de la naturaleza y el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y equilibrado. Sin embargo, la contaminación por plásticos en los océanos constituye una violación directa de estos derechos, ya que su presencia perturba los ciclos vitales y las funciones de los ecosistemas marinos. Esto contraviene los principios del *Sumak Kawsay*, que promueve la coexistencia armoniosa entre seres humanos y naturaleza. La acumulación de plásticos, debido a su resistencia a la degradación, pone en grave riesgo la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales esenciales para la vida.

El Código Orgánico del Ambiente del Ecuador enfatiza la necesidad de desarrollar y aplicar normas de bioseguridad destinadas a la conservación y restauración de la biodiversidad, así como la prevención de la contaminación. En este contexto, la gestión adecuada de los plásticos se torna crucial para minimizar su impacto ambiental. Las políticas deben centrarse en reducir la producción y el uso de plásticos de un solo uso, promover alternativas sostenibles y asegurar la correcta disposición de los desechos plásticos.

Para abordar esta problemática, sería pertinente implementar prohibiciones a nivel local, nacional e internacional sobre el uso de productos plásticos de un solo uso, como bolsas, popotes y utensilios. Además, es fundamental crear incentivos fiscales y económicos para las empresas que adopten materiales alternativos al plástico, fomentando la investigación y desarrollo de productos biodegradables y reciclables.

Otro aspecto clave es la sensibilización de la población. Lanzar campañas globales y locales que eduquen sobre los impactos de la contaminación por plásticos en los océanos puede cambiar la percepción pública y resaltar la importancia de reducir, reutilizar y reciclar. La conservación de los océanos es esencial no solo para la biodiversidad, sino también para la salud humana, dado que los océanos desempeñan un papel vital en la regulación del clima y en la producción de oxígeno. Actuar en consecuencia es imprescindible para garantizar un futuro sostenible y saludable para las generaciones venideras.

5 Conclusión

Los resultados del método neutrosófico implementado, evidencian que la contaminación por plásticos en los océanos representa una problemática ambiental crítica que impacta gravemente la biodiversidad marina. Este fenómeno vulnera los derechos a la Naturaleza, ya que la Constitución del Ecuador y el Código Orgánico del Ambiente reconocen los derechos inherentes de la naturaleza a existir, prosperar y regenerar sus ciclos vitales. La presencia de plásticos en el océano contraviene estos derechos, al degradar los ecosistemas marinos y poner en riesgo la biodiversidad, además de afectar el derecho a un Ambiente Sano, dado que los microplásticos pueden ingresar a la cadena alimentaria, comprometiendo tanto la salud humana como la calidad del agua.

La investigación subraya la importancia de una gestión adecuada de los plásticos para garantizar la sostenibilidad de los recursos marinos. La conservación de los océanos es fundamental no solo para preservar la biodiversidad, sino también para salvaguardar la salud de los seres humanos, dado que los océanos juegan un papel crucial en la regulación del clima y la producción de oxígeno. Es imperativo implementar programas de limpieza y restauración de los ecosistemas marinos y fomentar el uso de alternativas sostenibles para mitigar el daño causado por los plásticos, asegurando así el bienestar humano y ambiental a largo plazo.

Se recomienda que se lleven a cabo prohibiciones a nivel local, nacional e internacional sobre el uso de productos plásticos de un solo uso, como bolsas, popotes y utensilios. Igualmente, sería recomendable fomentar campañas globales y locales de educación y sensibilización sobre los impactos de la contaminación por plásticos en los océanos, para fomentar una mayor conciencia y movilización social en torno a esta problemática. Estas conclusiones destacan la urgencia de adoptar medidas efectivas que protejan tanto la naturaleza como los derechos de las comunidades que dependen de un ambiente saludable.

Britanny G. Quilligana V, María de L. Manotoa B, Santiago F. Fiallos B, Pablo M. Vaca A. Método neutrosófico multicriterio para la evaluación del impacto de la contaminación oceánica por plásticos en los derechos de la naturaleza

Referencias

- [1] F. Smarandache, "Neutrosophia y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
- [2] F. Smarandache, "Significado Neutrosófico: Partes comunes de cosas poco comunes y partes poco comunes de cosas comunes," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 18, no. 1, pp. 1-14, 2025.
- [3] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [4] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
- [5] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional*, vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
- [6] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [7] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [8] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [9] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA: Springer Verlag*, 2010, p.^pp. Pages.
- [10] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
- [11] R. Rossi, A. Amarante, L. Correia, S. Guerra, D. Nobrega, G. Latosinski, B. Rossi, V. Rall, and J. Pantoja, "Diagnostic accuracy of Somaticell, California Mastitis Test, and microbiological examination of composite milk to detect *Streptococcus agalactiae* intramammary infections," *Journal of Dairy Science*, vol. 101, no. 11, pp. 10220-10229, 2018.
- [12] de León, E. R., Marqués, L. L., Poleo, A., & von Feigenblatt, O. F. "El estilo del liderazgo educativo en el proceso de enseñanza: una revisión de la literatura". In *Anales de la Real Academia de Doctores*. vol. 9, num. 2, pp. 289-308, 2024
- [13] Márquez Carriel, D. C., Oña Garcés, L., Vergara Romero, A., & Márquez Sánchez, F. "Assessing the need for a feminist foreign policy in Ecuador through a sentiment analysis based on neutroAlgebra". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 71, num. 1, pp. 16, 2024.
- [14] Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Estupiñán, C. P. "Inteligencia artificial en gestión hotelera: aplicaciones en atención al cliente". *El patrimonio y su perspectiva turística*, pp. 409-423, 2024.
- [15] von Feigenblatt, O. F. "Research Ethics in Education. In *Ethics in Social Science Research: Current Insights and Practical Strategies*", pp. 97-105. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025.
- [16] von Feigenblatt, O. F. "Immediacy and Sustainable Development: The Perspective of Youth". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, vol. 19, num 2, 2024
- [17] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [18] Vergara-Romero, A., Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., & Arencibia-Montero, O. "Child Labor, Informality, and Poverty: Leveraging Logistic Regression, Indeterminate Likert Scales, and Similarity Measures for Insightful Analysis in Ecuador". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 66, pp 136-145, 2024

Recibido: febrero 26, 2025. Aceptado: marzo 16, 2025