

Grace Daniela Blanca Armijos¹ <https://orcid.org/0000-0002-0319-4264> gblanca1@utmachala.edu.ec

Janitza Elizabeth Macas Cuenca² <https://orcid.org/0000-0003-2151-9840> imacas27@utmachala.edu.ec

^{1, 2} Universidad Técnica de Machala. Ecuador

Resumen

Este artículo tiene como objetivo formular una propuesta integral de restauración ecológica y asesoría jurídico-ambiental para mitigar los impactos del derrame de petróleo ocurrido el 13 de marzo de 2025 en la comunidad de El Vergel, Ecuador. La investigación se sustenta en una metodología que integra la revisión sistemática de fuentes oficiales y periodísticas, el análisis comparativo de reportes de contingencia y la síntesis de protocolos de biorremediación y fitorremediación. Los resultados determinan que el vertido, estimado oficialmente en 25.000 barriles, afecta a más de 80 km de sistemas fluviales, provocando la suspensión del suministro de agua potable en múltiples localidades y generando impactos adversos en los sectores pesquero, agrícola y en la salud pública de las comunidades ribereñas. El estudio concluye que el proceso de rehabilitación debe priorizar la contención y extracción de crudo residual, la descontaminación de riberas mediante técnicas de fitorremediación asistida con bioaumentación microbiana, gestión de suelos contaminados y monitoreo eco hidrológico por 24 meses. Se propone, además, el establecimiento de un sistema de monitoreo eco-hidrológico, orientado a la verificación del cumplimiento de metas cuantificables de reducción de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), y a la evaluación de la recuperación de los servicios ecosistémicos.

Palabras clave: Derrame de petróleo, restauración ecológica, fitorremediación, biorremediación.

Abstract

This article aims to formulate a comprehensive proposal for ecological restoration and legal-environmental advisory to mitigate the impacts of the oil spill that occurred on March 13, 2025, in the community of El Vergel, Ecuador. The research is based on a methodology that integrates a systematic review of official and journalistic sources, a comparative analysis of contingency reports, and the synthesis of bioremediation and phytoremediation protocols. The results determine that the spill, officially estimated at 25,000 barrels, affects more than 80 km of fluvial systems, leading to the suspension of the potable water supply in multiple localities and generating adverse impacts on the fishing and agricultural sectors, as well as on the public health of riverside communities. The study concludes that the rehabilitation process must prioritize the containment and extraction of residual crude, the decontamination of riverbanks using phytoremediation techniques assisted by microbial bioaugmentation, the management of contaminated soils, and eco-hydrological monitoring for 24 months. Furthermore, the establishment of an eco-hydrological monitoring system is proposed, aimed at verifying compliance with quantifiable targets for the reduction of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), and at evaluating the recovery of ecosystem services.

Keywords: Oil spill, ecological restoration, phytoremediation, bioremediation.



Introducción

El 13 de marzo de 2025, un deslizamiento de tierra provocó la ruptura del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano en el sector El Vergel, parroquia Viche, Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas, ocasionando un derrame de aproximadamente 25.116 barriles de petróleo crudo (Acción Ecológica, 2020). El hidrocarburo se dispersó rápidamente por los ríos Caple, Viche y Esmeraldas, afectando fuentes hídricas, suelos agrícolas, fauna acuática, vegetación y medios de subsistencia locales (Reuters, 2025). Las comunidades rurales cercanas quedaron sin acceso a agua potable durante semanas, mientras que la contaminación comprometió cultivos, pesca artesanal y salud pública. A pesar de las medidas iniciales de emergencia, se han identificado deficiencias en la remediación ambiental, la transparencia institucional y la reparación integral a los afectados (Riesgos, 2025).

En este orden de ideas, el problema central radica en que, Ecuador cuenta con un marco constitucional y legal robusto que reconoce los derechos de la naturaleza establece la responsabilidad por daño ambiental, la respuesta estatal y empresarial ante el desastre ha sido limitada y poco participativa (Rojano & Redrobán, 2025). Esto evidencia la necesidad de diseñar estrategias integrales de restauración ecológica y acompañamiento jurídico comunitario, que garanticen la recuperación de los ecosistemas y la defensa efectiva de los derechos ambientales y humanos vulnerados (Ministerio del Ambiente, 2025).

Por consiguiente, se determinó como objetivo diseñar una propuesta integral de restauración ecológica y acompañamiento jurídico ambiental para mitigar los impactos ambientales, sociales y legales ocasionados por el derrame de petróleo en la comunidad de El Vergel, Esmeraldas, promoviendo la recuperación de los ecosistemas y el fortalecimiento de la justicia ambiental local. Lo que implica que en la investigación se caractericen los impactos ambientales y sociales derivados del derrame de petróleo en el sector El Vergel, identificando los componentes naturales y humanos más afectados. De igual forma se evalúan y proponer estrategias de restauración ecológica sostenible, basadas en técnicas de biorremediación, fitorremediación y rehabilitación de suelos y riberas contaminadas, adecuadas al contexto tropical húmedo de Esmeraldas. Por último, se analizan normativas básicas como la Constitución de la República y el Código Orgánico del Ambiente para aplicar responsabilidad ambiental y los derechos de la naturaleza, proponiendo acciones jurídicas y comunitarias que permitan garantizar la reparación integral y la participación ciudadana en los procesos de restauración.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó desde un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, orientado a caracterizar los impactos del derrame petrolero y proponer lineamientos de restauración ecológica para la comunidad de El Vergel. La investigación se sustentó en una revisión sistemática de fuentes primarias y secundarias, que incluyó informes oficiales, reportes periodísticos verificados, literatura científica especializada y normativa ambiental vigente; tales como la Constitución del Ecuador, el Código Orgánico del Ambiente y el Reglamento ambiental para Actividades Hidrocarburíferas, así como reportes oficiales del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, informes de la Secretaría de Gestión de Riesgos y artículos científicos especializados sobre restauración ecológica y biorremediación.

Este diseño permitió una comprensión integral del daño ambiental ocurrido, integrando perspectivas técnicas, sociales y legales para analizar la magnitud del daño y las posibles vías de solución, priorizando la identificación de lecciones aplicables a la realidad local. Para la recolección y el procesamiento de la información, se empleó un análisis comparativo de los reportes de emergencia y los recuentos de barriles derramados, contrastando las cifras oficiales con las de organismos humanitarios y medios de comunicación. Adicionalmente, se realizó una síntesis crítica de las mejores prácticas documentadas en biorremediación, fitorremediación y restauración de ecosistemas fluviales tropicales afectados por hidrocarburos.

Por consiguiente, la triangulación metodológica garantizó la veracidad científica de los hallazgos, mientras que el enfoque ecosistémico aseguró que las estrategias propuestas abordaran de manera integral la recuperación ambiental, la salud comunitaria y el fortalecimiento de la gobernanza local, estableciendo así una base técnica sólida para la implementación de acciones concretas. El método descriptivo permite caracterizar los impactos ecológicos del derrame sobre los ecosistemas hídricos y terrestres, considerando datos sobre la contaminación de los ríos Caple, Viche y Esmeraldas, la pérdida de biodiversidad y la afectación de la salud de las comunidades ribereñas.

Resultados

Los derrames petroleros en Ecuador tienen una larga historia de impactos ambientales y sociales. Desde las décadas de 1970 y 1980, la Amazonía y la Costa han sido escenarios de contaminación derivada de actividades hidrocarburíferas. Casos emblemáticos, como el de Chevron-Texaco en Sucumbíos y el derrame de Coca-Codo Sinclair (2020), han evidenciado las limitaciones institucionales en la gestión de pasivos ambientales (Bastidas, 2023). En 2020 y 2021, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) reportó más de 100 incidentes hidrocarburíferos anuales, destacando la vulnerabilidad de los oleoductos frente a deslizamientos y lluvias intensas. (Ministerio del Ambiente, 2025). En este sentido, investigaciones recientes han demostrado la eficacia de las tecnologías biológicas de remediación, como el uso de bacterias degradadoras de hidrocarburos y plantas nativas con alta capacidad fitorremediadora, para restaurar suelos contaminados por petróleo (Vizuite et al., 2025).

A nivel normativo, la Constitución de la República del Ecuador (2008) reconoce los derechos de la naturaleza, en los artículos del 71 al 74, y la reparación integral del daño ambiental, prevista en el artículo 396 (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Mientras que el Código Orgánico del Ambiente (Asamblea Nacional, 2017) regula la responsabilidad administrativa y civil de los operadores contaminantes. Sin embargo, estudios jurídicos advierten que los mecanismos de reparación suelen ser lentos, poco transparentes y sin participación comunitaria, lo que limita el acceso a la justicia ambiental.

El compromiso por daños ambientales es objetivo. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, involucrará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Tal como se prevé en la Carta Magna (2008):

Artículo.71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se



respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución en lo que proceda. (p.33)

De igual forma, en el artículo 74 se regula que:

Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los bienes ambientales no serán aptos de apropiación su producción, prestación, uso y beneficio serán regulados por el Estado (p.34).

El derrame del 13 de marzo de 2025 en el sector El Vergel, producto de un deslizamiento que rompió el oleoducto SOTE, liberó una gran cantidad de petróleo crudo hacia los ríos Caple, Viche y Esmeraldas, transportando hidrocarburos a lo largo de decenas de kilómetros hasta alcanzar zonas costeras, manglares y comunidades ribereñas. Las autoridades reconocieron posteriormente un volumen derramado de 25.116 barriles. La afectación fue múltiple: contaminación del agua potable, daños en ecosistemas acuáticos y terrestres, realizando un grave impacto en diferentes áreas como la pesca, agricultura, salud a la comunidad y seguridad hídrica. (Coronel et al., 2025; Mekonnen, 2024)

Este hecho no solo implicó una emergencia ecológica inmediata, sino que expuso vacíos institucionales en la respuesta, monitoreo y reparación a mediano y largo plazo ya que el derrame afectaría al suelo. Por consiguiente, la Constitución de la República del Ecuador (2008), en el artículo 396, establece que: “el estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción medidas protectoras eficaces y oportunas”(p. 119). De igual forma, en el Ecuador la Constitución de la República del Ecuador (2008), garantiza un ambiente sano llamado Pachamama (artículo.71 y artículo.86) además existen leyes de hidrocarburos, regulan la responsabilidad ambiental, el requisito de reparación integral frente a pasivos ambientales y las sanciones correspondientes.

Impactos Ambientales negativos de agua, suelo y aire

Un derrame de petróleo crudo provoca una alteración profunda y prolongada en los ecosistemas naturales, afectando de manera simultánea los recursos hídricos, el suelo y la calidad del aire.

En los cuerpos de agua, el petróleo se dispersa rápidamente formando una membrana superficial que impide el intercambio gaseoso y reduce la concentración de oxígeno disuelto, lo que interrumpe los procesos de respiración de peces, moluscos y otros organismos acuáticos. Este fenómeno genera la muerte de especies sensibles, la pérdida de biodiversidad y el colapso de las cadenas tróficas. Los compuestos tóxicos presentes en el crudo, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los metales pesados, se depositan en el fondo de los ríos y lagunas, acumulándose en los sedimentos y permaneciendo durante años como fuentes de contaminación secundaria. Además, estos contaminantes ingresan a los tejidos de los organismos acuáticos y se bioacumulan, alcanzando concentraciones peligrosas que afectan no solo a la fauna, sino también a las comunidades humanas que dependen del agua y del pescado para su subsistencia (Alvarado, 2025).

En comunidades ribereñas, la contaminación del agua potable genera graves riesgos para la salud incrementando la incidencia de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y respiratorias. En el suelo, el petróleo produce un efecto de impermeabilizante al cubrir los poros con una capa viscosa que reduce la infiltración del agua y el intercambio gaseoso, provocando asfixia radicular y pérdida de fertilidad. Los hidrocarburos dificultan la descomposición de la materia orgánica y alteran la estructura microbiana del suelo, afectando procesos esenciales como la fijación de nitrógeno y la mineralización de nutrientes. Los cultivos agrícolas expuestos a estos contaminantes presentan marchitez, clorosis y disminución en el crecimiento, lo que compromete la productividad y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales (Elshafei & Mansour, 2024).

En zonas como El Vergel, donde el derrame alcanzó áreas de cacao, plátano y yuca, los residuos oleosos han generado suelos infértiles y pérdida económica para las familias campesinas. A largo plazo, la persistencia del petróleo en el perfil del suelo puede extenderse por décadas si no se aplican procesos de biorremediación o fitorremediación adecuados, manteniendo la toxicidad ambiental y dificultando la regeneración vegetal natural. El aire también resulta severamente afectado ya que por la evaporación de fracciones volátiles como benceno, tolueno y xileno libera gases orgánicos que contaminan la atmósfera y producen olores intensos. Estos compuestos, además de generar molestias, son peligrosos para el ser humano, pues actúan como agentes cancerígenos y neurotóxicos, estos vapores causan irritación de ojos y vías respiratorias, dolores de cabeza y fatiga, afectando particularmente a los habitantes cercanos y al personal que realiza labores de limpieza.

Impactos negativos a la salud humana

En corto plazo, los habitantes expuestos desarrollan síntomas como irritación ocular, cefaleas, mareos, náuseas, vómitos, afectaciones respiratorias, alteraciones gastrointestinales. Sin embargo, la exposición crónica a estos contaminantes, incluso en concentraciones pueden generar daños irreversibles al hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central, además de aumentar el riesgo de cáncer, especialmente de piel, hígado y pulmón (Jayaraman et al., 2025). En niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, los efectos son aún más severos, pudiendo causar alteraciones endocrinas, inmunológicas y del desarrollo neurológico. El consumo continuo de agua subterránea o de superficie contaminada agrava la bioacumulación de tóxicos, estos efectos prueban que en El Vergel no fue únicamente un desastre ambiental, sino también una emergencia sanitaria de largo alcance, cuyo impacto puede durar años si no se garantiza una mitigación de impactos para así descontaminar los componentes abióticos (Feng et al., 2025).

Discusión

Los patrones de dispersión sugieren que las fracciones más ligeras del crudo se movieron aguas abajo rápidamente, mientras fracciones más pesadas quedaron atrapadas en sedimentos de riberas o zonas de baja corriente, formando “reservorios secundarios” que pueden liberar contaminantes durante eventos de lluvias o fluctuaciones de caudal. Este comportamiento es consistente con estudios de remediación ambiental que



advierten la necesidad de identificación de puntos calientes persistentes. Se observó mortalidad en fauna acuática, pérdida de biodiversidad microbiana local, interrupción del comercio pesquero y acuícola, impactos en agricultura ribereña y riesgo sanitario derivado del consumo de agua contaminada y exposición a compuestos tóxicos. En algunos tramos el río quedó casi libre de vida y se detectaron residuos visibles incluso meses después, lo que sugiere persistencia de hidrocarburos adheridos a sedimentos y materia orgánica.

Realizamos una estrategia técnica de restauración y su sostenibilidad, propuesta para El Vergel incluirá tres fases:

- Fase de contención rápida (0-4 semanas): Fortalecimiento de barreras, discos absorbentes, retirado manual o mecanizado selectivo de crudo visible, estabilización de taludes, disposición adecuada de residuos aceitosos.
- Fase de remediación activa (1 a 6 meses): Aplicación de biostimulación (nutrientes controlados y aireación), bioamentación con consorcios microbianos nativos seleccionados para degradar TPH y PAH; micorremediación en suelos o biopilas con hongos ligninolíticos; fitorremediación en franjas ribereñas con especies nativas con buen sistema radicular y tolerancia a contaminantes.
- Fase de recuperación ecológica (6-24/36 meses): Reforestación, restauración del hábitat acuático, liberación gradual de especies acuáticas locales, monitoreo continuo y ajustes adaptativos.

Los indicadores de éxito incluyen reducción progresiva de TPH a niveles aceptables, concentración de PAH por debajo de umbrales de riesgo, recuperación de macroinvertebrados como bioindicadores, restitución de pesca moderada y servicios ecosistémicos. Se advierte que la eficacia del plan dependerá de factores como textura del suelo, régimen hídrico, capacidad de monitoreo, control de relavado o reingreso de contaminantes posteriores. En casos similares en Ecuador, la brecha entre planes de reparación propuestos y su implementación efectiva ha sido una constante, en parte por falta de recursos técnicos, institucionales y de transparencia. La responsabilidad del operador (Petroecuador/concesionaria) debe articularse con exigencias legales de reparación integral y monitoreo independiente (Rojano & Redrobán, 2025).

Los reservorios secundarios en suelos sedimentarios o zonas de baja corriente requieren atención especial, pues pueden prolongar la contaminación latente, la participación de la población y vigilancia social es esencial para legitimar el proceso, mejorar la transparencia y reducir riesgos de omisión. Por consiguiente, se sugiere implementar una asesoría legal comunitaria y educación ambiental jurídica de forma sostenible, a partir de:

- Organizar seminarios, talleres y materiales divulgativos para explicar a la comunidad sus derechos (derecho al agua, al ambiente sano, derechos de la naturaleza) y mecanismos legales disponibles.
- Asesorar en la recolección de pruebas (fotografías, muestras, testimonios, actas de inspección ambiental) con validez judicial.
- Acompañar en el uso de mecanismos de acceso a la información ambiental ante entidades como MAATE, Gestión de Riesgos, Petroecuador, GADs o instituciones sectoriales.

Presentación de acciones administrativas y judiciales

- Impulsar denuncias ante la autoridad ambiental competente (MAATE) para que exija al responsable un plan de reparación integral ambiental.
- Iniciar acciones de responsabilidad civil ambiental para que la empresa u operador pague

indemnizaciones por daños patrimoniales, morales y ambientales.

- Exigir el cumplimiento de principios del derecho ambiental como el principio precautorio, el principio de “quien contamina paga”, el principio preventivo y el principio de reparación integral.

Monitoreo y veeduría legal ambiental

- Proponer la creación de comités de vigilancia ciudadana o veeduría social en la comunidad, con participación activa de abogados, técnicos y representantes comunitarios, para fiscalizar que los planes de restauración se cumplan, que no haya omisión ni dilaciones injustificadas.
- Vigilar que los estudios técnicos y contratos de restauración sean públicos y sometidos al escrutinio social.
- Emitir informes leales de cumplimiento o incumplimiento antes autoridades, comités de seguimiento técnico y organismos nacionales o internacionales si fuese necesario.

Derecho ambiental y fortalecimiento institucional

- Si la acción local no produce resultados, integrar casos como litigio estratégico ambiental, ante tribunales regionales, cortes nacionales o incluso instancias internacionales de derechos humanos para generar precedentes.
- Colaborar con ONG ambientales, universidades o redes de defensores ambientales para fortalecer la presión institucional y mediática.
- Promover reformas legales o políticas sectoriales que mejoren la respuesta a derrames petroleros, regulaciones de contingencia y mecanismos de reparación ambiental eficaces.

Protección de derechos humanos conexos

- Atender demandas de salud, acceso al agua, impactos en medios de vida y daños a bienes familiares como parte integral de los reclamos ambientales.
- Coordinar con defensores públicos, servicios sociales y salud pública para articular un frente multidisciplinario de defensa de los afectados.
- Establecer un sistema continuo de monitoreo de la calidad del agua, suelo y aire en los ríos Caple, Viche y Esmeraldas, mediante el control de hidrocarburos totales del petróleo (TPH), hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados, con reportes accesibles al público
- Aplicar procesos de biorremediación y fitorremediación asistida con bioaumentación microbiana, priorizando especies vegetales nativas que contribuyan a la degradación de los hidrocarburos y a la recuperación de cobertura vegetal, especialmente en zonas ribereñas y suelos agrícolas contaminados
- Involucrar a las comunidades locales en las fases de restauración ecológica brindando capacitación en limpieza de riberas, manejo de residuos peligrosos, reforestación y monitoreo participativo, con el fin de generar corresponsabilidad social y empleo verde
- Exigir la aplicación del principio de responsabilidad objetiva contemplado en el Código Orgánico del Ambiente, de manera que las empresas operadas del oleoducto asuman los costos de remediación,



compensación económica y reparación de los daños ocasionados a las familias afectadas.

Conclusiones

El derrame de petróleo ocurrido en la comunidad de El Vergel, provincia de Esmeraldas, representa una de las mayores emergencias ambientales y sociales registradas en el país, al evidenciar la vulnerabilidad de las infraestructuras petroleras y las deficiencias en la gestión estatal frente a los desastres ecológicos. La contaminación de los ríos Caple, Viche y Esmeraldas generó un deterioro significativo de los ecosistemas acuáticos, la pérdida de biodiversidad y la alteración de la calidad del agua y del suelo, afectando directamente la salud y los medios de vida de la población local.

Los resultados analizados demuestran que los impactos no solo son inmediatos, sino que pueden extenderse a largo plazo si no se implementan medidas integrales de restauración ecológica. En este contexto, las técnicas de biorremediación y fitorremediación se presentan como herramientas sostenibles y eficientes para la recuperación progresiva de los ecosistemas contaminados, ya que favorecen la degradación natural de los hidrocarburos y la regeneración de la cobertura vegetal. Sin embargo, la recuperación ambiental debe ir acompañada de un proceso jurídico y social que garantice la aplicación de los derechos de la naturaleza, la reparación integral y la participación activa de las comunidades en la vigilancia y ejecución de los planes de restauración.

La cooperación entre el Estado, las instituciones técnicas y los actores locales es esencial para asegurar una respuesta transparente, efectiva y duradera que restituya la funcionalidad ecológica del territorio y garantice el derecho constitucional a un ambiente sano. De este modo, el caso de El Vergel no solo debe asumirse como una tragedia ambiental, sino como una oportunidad para fortalecer la justicia ambiental y reafirmar el compromiso ético y jurídico del Ecuador con la protección de la Pachamama y el bienestar de sus comunidades.

Referencias bibliográficas

- Acción Ecológica (2020, 7 de Abril). Un nuevo derrame de petróleo y las viejas prácticas del Estado.
<https://www.accionecologica.org/wp-content/uploads/DOCUMENTO-derrame-OCP-AA-1.pdf>
- Alvarado, A. C. (20 de Marzo de 2025). Ecuador sufre uno de los peores derrames de petróleo de su historia y hay unas 300 00 personas afectadas. Mongabay. Ecuador sufre uno de los peores derrames de petróleo de su historia y hay unas 300.000 personas afectadas.
https://es.mongabay.com/2025/03/ecuador-derrame-petroleo-esmeraldas-contaminacion/?utm_source.com
- Asamblea Nacional de la República de Ecuador. (2008, 20 de octubre). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449 https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Asamblea Nacional de la República de Ecuador. (2017, 12 de abril). Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial Suplemento 983.
https://www.emaseo.gob.ec/documentos/lotaip_2022/a/base_legal/11_CODIGO_DE_AMBIENTE.pdf
- Bastidas, M. (2023). *El caso Chevron-Texaco en Ecuador: Análisis Jurídico y Desarrollo del Proceso Legal en Materia de responsabilidad ambiental y derechos humanos*. Universidad Estatal de Milagro.

- Coronel-Piloso, J. E., Baldeon-Navarrete, M. E., & Zambrano-Burgos, M. (2025). Contaminación por petróleo en Ecuador: Responsabilidad civil y penal frente a daños ambientales. Verdad Y Derecho. *Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.62574/2n0t7h35>
- Elshafei, A.M., & Mansour, R. (2024). Microbial bioremediation of soils contaminated with petroleum hydrocarbons. *Springer Nature*, 1, 1-13. https://link.springer.com/article/10.1007/s44378-024-00004-5?utm_source.com
- Feng, Y., Li, Z., & Wenjing, L. (2025). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Environmental Persistence and Human Health Risks. *Natural Product Communications*, 20(1), 1-8. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1934578X241311451?utm_source.com
- Jayaraman, S., Eswaran, A., Priya, Veeraraghavan, V., Fazal, M., Al-Rahbi, A., & Sirasanagandla, SR. (2025). Implications of petrochemical exposure and epigenetic alterations on human health. *Front Toxicol*, 7, 1-16. DOI: 10.3389/ftox.2025.1542871 https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11966425/?utm_source.com
- Mekonnen. (2024). Bioremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil. https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2024.1354422/full?utm_source.com
- Ministerio del Ambiente, A. y. (Marzo de 2025). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. https://www.ambiente.gob.ec/el-maate-controla-y-da-seguimiento-ambiental-a-las-actividades-de-contingencia-frente-al-derrame-de-crudo-en-esmeraldas/?utm_source.com
- Reuters. (2025, 26 de Marzo). Rupture of Ecuador SOTE pipeline spilled 25,116 barrels of oil. https://www.reuters.com/business/energy/rupture-ecuador-sote-pipeline-spilled-25116-barrels-oil-2025-03-25/?utm_source.com
- Riesgos, S. d. (2025, 17 de Marzo). Informe de Situación N.1- Contaminación ambiental Esmeraldas. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/Informe-de-Situacion-No_01_Por-Contaminacion-Ambiental_Esmeraldas_17_03_2025-3.pdf?utm_source.com
- Rojano Portero, H., & Redrobán Barreto, W. (2025). Responsabilidad objetiva del estado frente a la explotación petrolera en territorios indígenas de Ecuador. *Revista Ciencias Holguín*, 31(3), 1-10. [file:///C:/ARTICULO+CIENTIFICO+HECTOR+ROJANO+FINALIZADO+CON+EL+ABTRAC+\(1\).pdf](file:///C:/ARTICULO+CIENTIFICO+HECTOR+ROJANO+FINALIZADO+CON+EL+ABTRAC+(1).pdf)
- Vizuite García, R.A., Pascual Barrera, A.E., Taco Taco, C.W., & Morales Padilla, M.M. (2025). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos a base de bacterias utilizadas como bioproductos. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(1), 177-187. <http://scielo.org.co/pdf/rlsi/v17n1/1794-4449-rlsi-17-01-177.pdf>

Síntesis curricular de los autores

Grace Daniela Blanca Armijos¹ <https://orcid.org/0000-0002-0319-4264> gblanca1@utmachala.edu.ec.

Estudiante de la carrera de Derecho de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Janitza Elizabeth Macas Cuenca² <https://orcid.org/0000-0003-2151-9840> jmacas27@utmachala.edu.ec.

Estudiante de la carrera de Derecho de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Institución de los autores

^{1 2} Universidad Técnica de Machala. Ecuador

Declaración de contribución de autoría

Grace Daniela Blanca Armijos: Diseñó el aporte y redactó el artículo

Janitza Elizabeth Macas Cuenca: Diseñó el aporte y redactó el artículo

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en relación con el artículo presentado

Como citar este artículo

Armijos, G. D. B., & Macas Cuenca, J. E. (2025). Restauración ecológica por la contaminación del derrame de petróleo en la comunidad de El Vergel. *Ciencias Holguín*, 31(4), 16-26.

Fecha de envío a revisión: 3 de octubre

Aprobado para publicar: 1 de noviembre