

Proyectos internacionales de restauración coralina frente al cambio climático en regiones peninsulares

International coral restoration projects in the face of climate change in peninsular regions

1

Alejandra Cristina Marquéz Mogrovejo,

Facultad de Ciencias Jurídicas, Universidad del Azuay. Cuenca-Ecuador.

Resumen

Los arrecifes de coral encuentran en el cambio climático su principal amenaza, en particular, la cobertura coralina. Se prevé la extinción del 90 % de estos organismos vivos, de los cuales depende un cuarto de la biodiversidad marina. En respuesta, las intervenciones internacionales alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) surgen como iniciativas destinadas a enfrentar esta realidad. El presente artículo tiene como objetivo evaluar los proyectos internacionales de restauración artificial de arrecifes de coral como una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático en regiones peninsulares del Pacífico. Para ello, se seleccionó un estudio de carácter cualitativo, con un alcance descriptivo y de tipo no experimental. Los hallazgos principales revelan que existe un consenso sobre la importancia de proyectos de restauración, cuyos beneficios trascienden el umbral ecológico para contribuir al bienestar de las comunidades. Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reconoce que no se ha avanzado lo suficiente, lo que pone en riesgo el cumplimiento de los ODS. La restauración artificial supone la posibilidad de prolongar la vida de los ecosistemas marinos; sin embargo, no puede ser considerada como una solución definitiva. Finalmente, es momento que Ecuador considere las buenas prácticas ejecutadas en Australia, Japón o Malasia, y las adapte a sus necesidades.

Abstract

Climate change poses the main threat to coral reefs, particularly coral reef cover. Ninety percent of these living organisms, on which a quarter of marine biodiversity depends, are projected to become extinct. In response, international interventions aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) are emerging as initiatives aimed at addressing this reality. This paper aims to evaluate international projects for artificial coral reef restoration as a strategy to mitigate the effects of climate change in peninsular regions of the Pacific. To this end, a qualitative, descriptive, and non-experimental study was selected. The main findings reveal a consensus on the importance of restoration projects, whose benefits transcend the ecological threshold to contribute to the well-being of communities. However, the United Nations (UN) recognizes that insufficient progress has been made, which jeopardizes the achievement of the Sustainable Development Goals. Artificial restoration offers the potential to prolong the life of marine ecosystems, but it cannot be considered a definitive solution. Finally, it is time for Ecuador to consider the best practices implemented in Australia, Japan, and Malaysia and adapt them to its needs.

Palabras clave

arrecifes, cambio climático, proyectos, restauración artificial, ODS

Keywords

artificial restoration, climate change, projects, reefs, SDGs

Introducción

Los arrecifes de coral cumplen un rol esencial en el correcto funcionamiento de los ecosistemas marinos, al tiempo que constituyen una base fundamental para el sustento de las comunidades y economías ubicadas en zonas costeras (Hughes et al., 2023). Se estima que alrededor de un cuarto de la biodiversidad marina depende de estos organismos para desarrollarse (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2019). Sin embargo, en los últimos años, la cobertura coralina a nivel mundial ha disminuido debido al cambio climático, cuya coyuntura exige el establecimiento de un plan de acción capaz de mitigar sus efectos a largo plazo (Hein et al., 2021). En este contexto, se vuelve indispensable el compromiso internacional para la creación de proyectos efectivos de restauración artificial de arrecifes de coral.

Las predicciones científicas exponen una realidad poco prometedora: para 2050, el 90 % de estos organismos vivos podría extinguirse (ONU, 2019). La inminencia de este panorama ha acelerado la toma de decisiones por parte de organizaciones internacionales (OO. II.). En

marzo de 2019, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el período 2021-2030 como el «Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas» mediante la resolución A/RES/73/2841, a fin de «apoyar y ampliar los esfuerzos encaminados a prevenir, detener e invertir la degradación de los ecosistemas en todo el mundo y concienciar sobre la importancia del éxito de la restauración de los ecosistemas» (ONU, 2019).

A estos esfuerzos se ha sumado el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (PNUMA) como ente rector del medio ambiente a nivel mundial. El trabajo articulado de PNUMA con entidades gubernamentales, privadas y demás actores sociales ha contribuido al avance de la Agenda del Desarrollo Sostenible de 2030, propuesta en 2015 en el marco de la Cumbre de las Naciones Unidas. En paralelo, la labor de la Iniciativa Internacional sobre Arrecifes de Coral (ICRI) ha permitido contrarrestar el avanzado deterioro de estos ecosistemas vitales (ICRI, 2019).

Problema de investigación

La restauración artificial ha surgido como una alternativa capaz de revitalizar los recursos marinos y mitigar el impacto de las acciones humanas (Nguyen et al., 2022). Se ha convertido en una herramienta que impulsa la capacidad de recuperación de los arrecifes de coral; sin embargo, no constituye una solución definitiva (Tanaya et al., 2025). A partir de los diferentes proyectos internacionales, los arrecifes de coral de las regiones peninsulares del Pacífico han logrado enfrentar los efectos del cambio climático. Sin embargo, el escaso monitoreo

del impacto de estas iniciativas en el tiempo ha significado la ralentización de la investigación para el perfeccionamiento y desarrollo de los métodos actuales de restauración (Hein et al., 2021). Por lo tanto, el presente estudio plantea la siguiente pregunta:

¿En qué medida los proyectos internacionales para la restauración artificial de arrecifes de coral han constituido una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático en regiones peninsulares del Pacífico?

Justificación

La colaboración científica ha permitido la ejecución de investigaciones capaces de contribuir al desarrollo de proyectos internacionales orientados a la gestión sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, los estudios sobre arrecifes —119 según el análisis de Tolochko y Vadrot (2021)— se concentran principalmente en Oceanía. Por su parte, los 686 estudios vinculados al *cambio climático* reflejan, en gran medida, intereses políticos y negociaciones intergubernamentales.

Dada la importancia social, económica y ecológica de la biodiversidad albergada en los arrecifes de coral (Costanza, 1999), surge la interrogante sobre la medida en que los proyectos internacionales constituyen realmente

una estrategia, especialmente en las regiones peninsulares del Pacífico oriental. En este contexto, cobran particular importancia las barreras legales y de gobernanza que han obstaculizado los esfuerzos de restauración coralina (Bell-James et al., 2025). Esta situación plantea la necesidad de evaluar los proyectos internacionales enfocados en la restauración artificial de los arrecifes de coral. Por consiguiente, esta investigación representa un aporte al conocimiento sobre la efectividad de estas iniciativas; considerándose un precedente para evaluaciones, el desarrollo de proyectos futuros e incluso la aplicación de recomendaciones internacionales en proyectos locales.

Objetivo

Evaluar los proyectos internacionales de restauración artificial de arrecifes de coral como una estrategia para mitigar los efectos

del cambio climático en regiones peninsulares del Pacífico.

Marco teórico

Los proyectos internacionales surgen como iniciativas destinadas a catalizar transformaciones que permitan el alcance y cumplimiento de metas y objetivos previamente establecidos. En este contexto, el verdadero valor de su impacto se mide por los efectos sostenibles generados en el medio ambiente y la sociedad a largo plazo (Shokouhi y Senisel Bachari, 2025). Diversos estudios han demostrado que la adecuada gestión de proyectos de sostenibilidad ha contribuido a la consecución de dichos objetivos (Carvalho y Rabechini, 2017), para lo cual la cooperación internacional es de vital importancia.

De este escenario se desprende la necesidad de promover esfuerzos conjuntos entre OO. II., la sociedad civil, las empresas privadas, entre otros. En el marco del cumplimiento de la

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los ODS adquieren gran relevancia. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) los define como «universales, transformadores y civilizatorios», en cuanto son los 17 ODS, en su conjunto, los que construyen la visión de un futuro anhelado (2025). En este contexto, los ODS 11, 13, 14 y 17 guardan una profunda relación con la temática a evaluar.

En primer término, el ODS 11 busca «lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles»; el ODS 13 persigue la «adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos»; el ODS 14 pretende «conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos»; y, finalmente, el ODS 17 procura «revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible»

(ONU, 2015). El cambio climático implica la alteración sostenida y profunda de los patrones climáticos a causa de las actividades humanas (Rogoff, 2014), en un periodo de variabilidad constante de mínimo 30 años (Zohuri et al., 2022). Esta realidad ha convertido a los arreci-

fes de coral en algunos de los organismos vivos más sensibles a las modificaciones climáticas, en particular a las altas temperaturas marinas y a la acidificación de los océanos (Baker et al., 2008).

Metodología

El estudio aplicado corresponde a una investigación de carácter cualitativo, con un alcance descriptivo y de tipo no experimental. La metodología mencionada se define como el estudio de fenómenos derivados de la realidad; se torna descriptiva en cuanto se estudian y detallan sus cualidades a fin de comprender el comportamiento del sujeto, considerando

su entorno (Mendoza Guerrero, 2016). Consecutivamente, se vuelve de tipo no experimental en vista de que los datos recolectados no sufren alteraciones, cambios ni manipulación por parte del investigador; es decir, se conserva su naturaleza para la respectiva evaluación (Arispe Alburquerque et al. 2020).

Resultados

En primera instancia, el cambio climático ha elevado las temperaturas marinas, provocando el blanqueamiento de los corales a gran escala y una marcada degradación de su ecosistema, lo que los hace más vulnerables a la extinción. Un estudio de campo realizado en Japón, durante 20 años de observación (1998-2018), sugiere que el desarrollo de estructuras artificiales favorece la capacidad de recuperación de las comunidades coralinas, incrementando su resiliencia (Tanaya et al., 2025), en la medida en que se cumplen ciertas condiciones ambientales relacionadas con la profundidad del agua, la intensidad de la luz y las corrientes de olas. Sin embargo, se reconoce que los hábitats artificiales, bajo ninguna circunstancia, pueden sustituir las funciones ecológicas que desempeñan los arrecifes de coral naturales.

El Pacífico occidental alberga, en su interior, el sistema de arrecifes más grande del mundo: la Gran Barrera de Coral. Se ubica en Australia y se extiende a lo largo de los 348 000 km que rodean el noreste de la costa del país (UNESCO World Heritage Centre, 2007). En esta nueva era geológica, la restauración artificial implica un alto costo económico. Se estima que, para restaurar una hectárea, es necesaria

una inversión de cincuenta mil a un millón de dólares (Hughes et al., 2023).

En vista de las investigaciones limitadas sobre restauración artificial de arrecifes de coral en la región peninsular de Santa Elena en Ecuador, se considera el caso del Pacífico colombiano para comprender el impacto de El Niño sobre las comunidades coralinas aledañas. Para 2025, se reporta el blanqueamiento generalizado debido a temperaturas que oscilan alrededor de los 30 °C y a una reducción considerable de la cobertura coralina. Asimismo, la pesca ilegal, la ineficiencia de la administración gubernamental, las fuentes de financiamiento limitadas y el cambio climático se han consolidado como las principales amenazas (Quirama et al., 2025). Frente a este panorama, se deben aprovechar las oportunidades que ofrecen el ecoturismo, la educación, la innovación y, sobre todo, la colaboración internacional.

Existe un consenso sobre la importancia de los proyectos de restauración. En este sentido, se pueden seleccionar diferentes métodos de acuerdo a los objetivos asociados a la restauración. Sin embargo, resulta imprescindible el desarrollo de un marco de gestión basado en

la resiliencia como una estrategia integrada; dentro de la cual se procure reducir las amenazas locales, restaurar activamente el ecosistema y, finalmente, monitorear los programas de seguimiento (Hein et al., 2021). Bajo este mismo análisis, se muestran las ventajas de la restauración: el fortalecimiento de la diversidad, la prevención de la desaparición de ciertas especies, la asistencia en la migración de organismos hacia nuevas áreas y la conservación de funciones ecosistémicas esenciales.

En esta línea, los beneficios trascienden el ámbito ecológico para contribuir al bienestar de las comunidades. Estudios recientes revelan que la restauración protege la infraestructura de las zonas costeras y reduce los riesgos de contaminación derivados de las inundaciones (Rottmueller et al., 2025). Asimismo, representa el sostén económico de miles de familias. En el caso particular de Malasia, las comunidades pesqueras de Terengganu se han visto favorecidas por la construcción de arrecifes artificiales, por cuanto ha aumentado la abundancia de peces y los ingresos derivados de la comercialización de este producto. No obstante, la pesca por sí sola no es capaz de sostener la estabilidad económica de las comunidades, por lo cual es importante la diversificación de su economía local (Sapehee et al., 2025).

La integración de los ODS en esta realidad supone la evaluación del cumplimiento de las metas de cada objetivo a la luz de las iniciativas. En primer término, en América Latina y el Caribe, el cumplimiento de la meta 14.2 —«Pro-

teger y restaurar los ecosistemas marinos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos»— se ve comprometido debido a que las tendencias observadas distan del objetivo planteado. Por otro lado, el reporte para 2023 muestra que la acidificación de los océanos ha triplicado su valor, y se prevé que para 2040 las toneladas de contaminación por plástico sigan una trayectoria similar (ONU, 2024), lo que amenaza la supervivencia de la vida marina. El cumplimiento de los ODS 11 y 13 aún encuentra limitantes, consideradas como «barreras legales y de gobernanza que obstaculizan la restauración marina, la acción por el clima y la construcción de comunidades sostenibles» (Bell-James et al., 2025). Considerando el Convenio sobre Diversidad Biológica, las partes se comprometen a restaurar como mínimo el 30 % de las zonas de ecosistemas para el 2030. Sin embargo, los esfuerzos aún son insuficientes; más proyectos internacionales deben surgir a fin de cumplir con el ODS 17.

En la Resolución UNEP/EA.4/Res.13 de 1999, la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente reconoce que no se ha avanzado lo suficiente, lo que pone en riesgo los ODS ONU, 2015. Especialmente, lo referente a los ODS 11, 13, 14 y 17: ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima, vida submarina y alianzas para lograr los objetivos, respectivamente. En consecuencia, se exhorta a los Estados miembros, al PNUMA y a las entidades involucradas a colaborar activamente en favor de la gestión sostenible de los arrecifes de coral.

Conclusión

La restauración artificial de los arrecifes de coral supone la posibilidad de prolongar la vida de los ecosistemas marinos; sin embargo, no puede ser considerada como una solución definitiva. Se reconoce la importancia de la colaboración y el compromiso internacional, pero se deben redoblar esfuerzos. Resulta indispensable que los proyectos internacionales se desarrollen en un marco de gestión sostenible de los recursos. Por lo tanto, la inclusión de los ODS debe convertirse en una prioridad, al igual que el monitoreo y seguimiento a largo plazo de las prácticas realizadas.

Los estudios e investigaciones sobre restauración artificial de arrecifes de coral son escasos en la región del Pacífico sur-oriental. Es momento que Ecuador considere las buenas prácticas ejecutadas en Australia, Japón o Malasia, y las adapte a sus necesidades. En este contexto, el apoyo del gobierno es decisivo. Adicionalmente, la necesidad de establecer alianzas estratégicas con países de la región es inminente, en cuanto los esfuerzos aislados dificultan la mitigación del impacto del cambio climático. Finalmente, la construcción de un porvenir más favorable precisa de la unión de esfuerzos que generen cambios sostenibles.

Referencias

- Arispe Alburquerque, C. M., Yangali Vicente, J. S., Guerrero Bejarano, M. A., Lozada de Bonilla, O. R., Acuña Gamboa, L. A., y Arellano Sacramento, C. (2020). La investigación científica. En *La Investigación científica: una aproximación para los estudios de posgrado* (pp. 69–70). <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2019). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 1 de marzo de 2019 (A/RES/73/284)*. <https://undocs.org/es/A/RES/73/284>
- Baker, A. C., Glynn, P. W., y Riegl, B. (2008). Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(4), 435–471. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.003>
- Bell-James, J., Shumway, N., Villarreal-Rosas, J., Andradi-Brown, D. A., Brown, C. J., Fitzsimons, J. A., Foster, R., Hamman, E., Lovelock, C. E., Saunders, M. I., y Waltham, N. J. (2025). Upscaling marine and coastal restoration through legal and governance solutions: Lessons from global bright spots. *Environmental Science & Policy*, 163, 103962. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103962>
- Carvalho, M. M., y Rabechini, R. (2017). Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1120–1132. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.018>
- CEPAL. (2025). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Costanza, R. (1999). The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 31(2), 199–213. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00079-8)
- Hein, M. Y., Vardi, T., Shaver, E. C., Pioch, S., Bostrom-Einarsson, L., Ahmed, M., Grimsditch, G., y McLeod, I. M. (2021). Perspectives on the use of coral reef restoration as a strategy to support and improve reef ecosystem services. *Frontiers in Marine Science*, 8, 618303. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.618303>
- Hughes, T. P., Baird, A. H., Morrison, T. H., y Torada, G. (2023). Principles for coral reef restoration in the Anthropocene. *One Earth*, 6(6), 656–665. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.04.008>
- Mendoza Guerrero, P. L. (2016). *La investigación y el desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes universitarios* Tesis doctoral, Universidad de Málaga]. Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga. <https://www.google.com/search?q=http://hdl.handle.net/10630/11883> Nguyen, L. T., Tran, P. D., & Nguyen, K. Q. (2022). An effectiveness of artificial coral reefs in the restoration of marine living resources. *Regional Studies in Marine Science*, 49, 102143. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102143>
- Quirama, M. G., Lazarus, J. F., y López-Victoria, M. (2025). In the face of climate change, coral reservoirs with restoration potential: A case study in Utría Cove, Eastern Tropical Pacific. *Diversity*, 17(2). <https://doi.org/10.3390/d17020124>
- Rogoff, M. J. (2014). *Solid waste recycling and processing: Planning of solid waste recycling facilities and programs* (2.ª ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06411-3>
- Rottmueller, M. E., Storlazzi, C. D., y Frick, F. (2025). Coral reef restoration can reduce coastal contamination and pollution hazards. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 50. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02019-4>
- Sapehee, N. H., Samsudin, H., Talaat, W. I. A. W., Othman, N., Fikri, M. M., Hasri, M. N., Repin, I. M., y Latip, A. R. A. (2025). The socio-economic impact of artificial reefs on fishing communities in the east coast region of Malaysia. *Wellbeing, Space and Society*, 8, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2025.100248>

- Shokouhi, M., y Senisel Bachari, M. (2025). An overview of the aspects of sustainability in project management. *Progress in Engineering Science*, 2(1), 100048. <https://doi.org/10.1016/j.pes.2024.100048>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2019, 28 de enero). *Estamos hirviendo vivos los arrecifes de coral*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2019/01/1449332>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). *Conservar los océanos para proteger la Tierra: se necesitan medidas urgentes para salvaguardar el ecosistema más grande del planeta*. https://www.un.org/sustainable-development/wp-content/uploads/sites/3/2024/01/2309739_S_SDG_2023_infographics_14-14.pdf
- Tanaya, T., Iwamura, S., Okada, W., y Kuwae, T. (2025). Artificial structures can facilitate rapid coral recovery under climate change. *Scientific Reports*, 15, 9116. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93531-2>
- The International Coral Reef Initiative. (2019). *About us*. <https://icriforum.org/about/>
- Tolochko, P., y Vadrot, A. B. M. (2021). Selective world-building: Collaboration and regional specificities in the marine biodiversity field. *Environmental Science & Policy*, 126, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.003>
- UNESCO World Heritage Centre. (2007). *Great Barrier Reef*. <https://whc.unesco.org/en/list/154>
- Zohuri, B., Mossavar-Rahmani, F., y Behgounia, F. (2022). *Knowledge is power in four dimensions: Models to forecast future paradigm: With artificial intelligence integration in energy and other use cases*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-02583-9>