

La minería en aguas profundas: la ciencia y los posibles efectos

Grandes cantidades de yacimientos minerales ricos en metales se han encontrado en áreas de las aguas profundas. Esto ha estimulado el desarrollo de tecnologías para extraer recursos de los fondos marinos.

La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA) es el organismo regulador que controla la minería en aguas profundas en las zonas internacionales del océano. A la fecha, ha otorgado 31 contratos de exploración¹ que abarcan unos 1,5 millones de kilómetros cuadrados de fondos marinos en varias ubicaciones y actualmente está debatiendo la reglamentación con miras a abrir la zona internacional de los fondos marinos a la explotación minera con fines comerciales.

Existen tres grandes tipos de zonas y hábitats de aguas profundas donde se encuentran los yacimientos minerales ricos en metales y que, por lo tanto, están amenazados por la minería en aguas profundas: las llanuras abisales, los montes submarinos; y los respiraderos hidrotermales. Las actividades mineras tendrían diferentes efectos de un lugar a otro, dependiendo de la fauna, los hábitats y los ecosistemas asociados a cada uno.

Los hábitats amenazados por la minería en aguas profundas

Las llanuras abisales

Las llanuras abisales son zonas vastas de los fondos marinos, relativamente planas y cubiertas de sedimento. Se han encontrado extensos yacimientos de nódulos polimetálicos en estas llanuras. Aproximadamente del tamaño de pelotas de tenis, contienen manganeso, níquel, cobre y cobalto, los que han precipitado en torno a dientes de peces, sedimento u otros pequeños objetos durante millones de años. Los nódulos se distribuyen en distintas concentraciones en el fondo del mar a profundidades entre los 4.000 y 6.000 metros. Los nódulos son parte integral de los sistemas vivos en las profundidades y son esenciales para la integridad de las redes alimentarias.²

Los efectos: Se prevé que cada operación minera individual efectivamente explote entre 8.000 y 9.000 kilómetros cuadrados de llanuras abisales en el transcurso de un período contractual de al menos 30 años.³ Si se explotaran las 17 áreas con permisos, resultaría directamente afectada una superficie del tamaño del estado de Nueva York, lo que destruiría la mayor parte de la vida en el lecho marino o justo debajo de él. Además de los impactos directos, los impactos indirectos

¹ International Seabed Authority. Deep Seabed Minerals Contractors. (2019). Available at: <https://www.isa.org.jm/deep-seabed-minerals-contractors> [Date accessed: 12/05/2020].

² Stratmann, T., Soetaert, K., Kersken, D. and van Oevelen, D. (2021). Polymetallic nodules are essential for food-web integrity of a prospective deep-seabed mining area in Pacific abyssal plains. Scientific reports, 11(1), pp.1-11.

³ Lodge, M (2018) Speech to Hamburg Chamber of Commerce, September 2018. Available at: <https://www.isa.org.jm/files/documents/EN/SG-Stats/DSM-Hmbg.pdf> [Date accessed 21.2.2022]

de las operaciones se percibirían en un área de entre 350.000 y 800.000 kilómetros cuadrados, según estimaciones recientes de los científicos.⁴

La escala propuesta de las operaciones ha llevado a muchos científicos a concluir que la pérdida de biodiversidad sería inevitable.⁵ Los científicos estiman que los nódulos y los animales que dependen de ellos pueden tardar millones de años en recuperarse, si es que logran hacerlo, y que la extracción de los nódulos podría provocar una pérdida irreversible de algunas funciones del ecosistema.⁶

Las empresas mineras proponen explotar los nódulos mediante métodos como la succión hidráulica. Utilizarían un tractor operado de forma remota para reunir los nódulos en el fondo marino y luego bombearlos a través de un conjunto de tuberías llamadas “tuberías ascendentes” hasta el barco recolector en la superficie.

- **La remoción de los nódulos** implicaría alterar y destruir el sustrato o lecho marino, lo que produciría la pérdida de especies, así como la fragmentación o pérdida de la estructura y función del ecosistema.
- Se producirían **penachos de sedimento** cuando la explotación minera remueva los sedimentos en el lecho marino, lo que crearía columnas de partículas suspendidas. Actualmente no se sabe a qué distancia se podrían dispersar estas partículas más allá del área de explotación minera, y si asfixiarían o dañarían de algún otro modo la fauna y flora marinas en las zonas más allá de los lugares reales de explotación. La elaboración de modelos sugiere que los penachos podrían cubrir un área de varias decenas de miles de kilómetros cuadrados más allá de los lugares reales de explotación, con sedimento en el agua en cantidades muy superiores a las que se han adaptado los animales en la zona.⁷ Esto impactaría particularmente a los animales que se alimentan por filtración, como los corales y las esponjas.⁸ Adicionalmente, las aguas residuales, el sedimento y el material residual de los nódulos que se vierte de vuelta al agua desde los barcos recolectores podría originar penachos adicionales que se extenderían por cientos de kilómetros o más a través de la columna de agua en distintas concentraciones.⁹
- Algunas empresas podrían bombear **las aguas residuales** de vuelta al océano a profundidades de alrededor de 1.200 kilómetros, en lugar de al fondo marino. Esto podría

⁴ Smith, C.R., Tunnicliffe, V., Colaço, A., Drazen, J.C., Gollner, S., Levin, L.A., Mestre, N.C., Metaxas, A., Molodtsova, T.N., Morato, T. and Sweetman, A.K.(2020). Deep-sea misconceptions cause underestimation of seabed-mining impacts. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(10), pp.853-857.

⁵ Niner, H.J., Ardron, J.A., Escobar, E.G., Gianni, M., Jaeckel, A., Jones, D.O., Levin, L.A., Smith, C.R., Thiele, T., Turner, P.J. and Van Dover, C.L., (2018). Deep-sea mining with no net loss of biodiversity—an impossible aim. *Frontiers in Marine Science*, p.53.

⁶ Simon-Lledó, E., Bett, B.J., Huvenne, V.A., Köser, K., Schoening, T., Greinert, J. and Jones, D.O., 2019. Biological effects 26 years after simulated deep-sea mining. *Scientific reports*, 9(1), pp.1-13

⁷ Managing Impacts of Deep Sea Resource Exploitation. Research Highlights. (2016). Available at: https://www.eu-midas.net/sites/default/files/downloads/MIDAS_research_highlights_low_res.pdf. 7-8 [Date accessed: 12/05/2020].

⁸ Drazen, J.C., Smith, C.R., Gjerde, K.M., Haddock, S.H., Carter, G.S., Choy, C.A., Clark, M.R., Dutrieux, P., Goetze, E., Hauton, C. and Hatta, M. (2020). Opinion: Midwater ecosystems must be considered when evaluating environmental risks of deep-sea mining. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(30), pp.17455-17460.

⁹ Pinheiro, M., Oliveira, A., Barros, S., Alves, N., Raimundo, J., Caetano, M., Coimbra, J., Neuparth, T. and Santos, M.M. (2021). Functional, biochemical and molecular impact of sediment plumes from deep-sea mining on *Mytilus galloprovincialis* under hyperbaric conditions. *Environmental Research*, 195, p.110753.

provocar que los penachos de aguas residuales, sedimento y mineral residual circulen a cientos de miles de kilómetros y afectaría a especies que habitan la columna de agua a distintas profundidades. Por ejemplo, la creciente turbiedad y opacidad del agua podría afectar a especies que usan la bioluminiscencia para cazar o aparearse. Además, los metales residuales y otros compuestos en las aguas residuales podrían resultar tóxicos para algunas formas de vida marina y potencialmente entrar en la cadena alimentaria marina.

- **El ruido y la contaminación lumínica** podrían perturbar seriamente a especies, tales como las ballenas y otros animales que bucean o habitan a gran profundidad, y que utilizan el ruido, la ecolocación o la bioluminiscencia para comunicarse, encontrar su presa o escapar de predadores.¹⁰
- Se podrían liberar **metales tóxicos** cuando se muelan los nódulos hasta formar una pulpa al bombear el mineral a la superficie y, nuevamente, en las aguas de desecho vertidas desde los buques recolectores de nódulos al mar.

Los montes submarinos

Se estima que a nivel mundial existen entre 30.000 y 100.000 montes submarinos, montañas volcánicas que se elevan más de mil metros desde el fondo marino. Se encuentran entre los sistemas más importantes y vulnerables del mundo y proveen de alimentos y hábitat a millones de especies. Los montes submarinos son considerados zonas críticas para la biodiversidad tanto para especies de mar abierto, tales como ballenas, aves marinas y especies migratorias de peces, así como para los corales y esponjas del fondo marino, los que a su vez sirven de hogar a otros habitantes de las profundidades.^{11, 12}

Algunos montes submarinos, la mayoría de ellos en el Océano Pacífico, tienen superficies rocosas en las que el cobalto y otros metales se han acumulado durante decenas de millones de años, con los yacimientos más ricos ubicados a profundidades entre 800 y 2.500 metros. Este es uno de los procesos naturales más lentos de la Tierra. Una costra de hasta 6 milímetros se demora millones de años en formarse.

Las costras ricas en cobalto pueden alcanzar hasta 25 centímetros de espesor en algunos lugares y constituyen un objetivo de la minería en aguas profundas.¹³ La tecnología de extracción aún está en desarrollo, pero una propuesta es que un enorme vehículo que se arrastre por el fondo utilice cortadoras articuladas para fragmentar la costra, mientras que otros sugieren que la

¹⁰ OceanCare (2021) Deep-sea mining: a noisy affair. Available at: https://www.oceancare.org/wp-content/uploads/2021/11/DeepSeaMining_a-noisy-affair_report_OceanCare_2021.pdf [Date accessed 21.2.2022]

¹¹ Watling, L. and Auster, P.J. (2017). Seamounts on the high seas should be managed as vulnerable marine ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, 4, p.14.

¹² Derville, S., Torres, L.G., Zerbini, A.N., Oremus, M. and Garrigue, C. (2020). Horizontal and vertical movements of humpback whales inform the use of critical pelagic habitats in the western South Pacific. *Scientific reports*, 10(1), pp.1-13.

¹³ Weaver, P.P., Billett, D.S. and Dover, C.L.V. (2018). Environmental risks of deep-sea mining. In *Handbook on marine environment protection* (pp. 215-245). Springer, Cham.

costra puede separarse de la roca a través del barrido con un chorro de agua, la lixiviación química o la separación sónica¹⁴.

Los efectos: Se anticipa que cada uno de estos métodos de extracción destruirá el hábitat y los ecosistemas de los motes submarinos, los que posiblemente incluyan corales y esponjas que podrían demorar miles de años en crecer.¹⁵ También impactarían a las especies en la columna de agua a través de los penachos de sedimento, el ruido y la luz generada por las operaciones mineras.

Los respiraderos hidrotermales

Los respiraderos hidrotermales, que empujan el agua sobrecalentada y cargada de químicos desde la corteza terrestre, se encuentran en volcanes submarinos y en las cordilleras en medio del océano que se forman a lo largo de los bordes de las placas tectónicas, como la dorsal mesoatlántica, una cadena montaña submarina que se extiende desde el Ártico a la Antártida. Los sistemas de respiraderos en aguas profundas no solo albergan a algunas de las más singulares comunidades ecológicas que conoce la ciencia, también forman yacimientos de mineral con forma de chimenea con concentraciones significativas de metales que incluyen oro, plata, cobre y zinc.

Los científicos descubrieron los respiraderos hidrotermales por primera vez a fines de la década de 1970, junto con organismos “quimiosintéticos” únicos, como los gusanos tubulares, que viven en los respiraderos hidrotermales y son distintos a cualquier otra forma de vida en el planeta. Son únicos debido a que no obtienen su energía a través de la fotosíntesis de la luz, como la mayoría de las formas de vida, sino que de los químicos en los fluidos mineralizados de los respiraderos que pueden alcanzar temperaturas de 350 grados Celsius o más.

La singularidad de estos ecosistemas ha llevado a grupos multidisciplinarios de destacados científicos en respiraderos de aguas profundas, sociólogos, geólogos, conservacionistas y expertos legales a solicitar que se prohíba la explotación minera en respiraderos hidrotermales activos. Si la explotación minera siguiera adelante, se perdería la diversidad de la vida que albergan, con sus características y adaptación única al ambiente extremo.¹⁶

Los efectos: La minería en los respiraderos hidrotermales destruiría los hábitats en ellos y aniquilaría los organismos asociados antes de que se comprenda bien la biodiversidad de estos ecosistemas únicos y frágiles. Los científicos han descubierto que casi dos tercios de las especies de moluscos únicas en los hábitats de los respiraderos están en peligro de extinción a causa de la minería de aguas profundas, y más del 20 % están clasificadas como en peligro

¹⁴ Qiao, S., Qing, L., Zhang, Z., Xie, D., Jiang, Z. and Yin, Z. (2021). Research on cobalt-rich crust cutting modes by deep-sea mining vehicle and cutting performance evaluation. *Marine Georesources & Geotechnology*, pp.1-8.

¹⁵ Rogers, A.D., (2018). The biology of seamounts: 25 years on. *Advances in marine biology*, 79, pp.137-224.

¹⁶ Van Dover, C.L., Arnaud-Haond, S., Gianni, M., Helmreich, S., Huber, J.A., Jaekel, A.L., Metaxas, A., Pendleton, L.H., Petersen, S., Ramirez-Llodra, E. and Steinberg, P.E. (2018). Scientific rationale and international obligations for protection of active hydrothermal vent ecosystems from deep-sea mining. *Marine Policy*, 90, pp.20-28.

crítico.¹⁷ Adicionalmente, los depósitos de sulfuro de los respiraderos hidrotermales pueden desempeñar una función importante en la regulación del clima y hay nuevas investigaciones que plantean que su destrucción podría llevar a la liberación de metano secuestrado con efectos en el clima a nivel mundial.¹⁸

La preocupación de los científicos con respecto a la minería en aguas profundas

Los políticos, la industria pesquera, las principales empresas, los bancos y las instituciones financieras, la sociedad civil y la comunidad científica han expresado su preocupación respecto a que los riesgos asociados a la minería en aguas profundas superan los posibles beneficios netos para la humanidad.¹⁹ Actualmente los ecosistemas de aguas profundas ya enfrentan múltiples factores de tensión ambiental por los contaminantes, plásticos y efectos relacionados con el cambio climático, como la acidificación, el calentamiento, la desoxigenación y el aporte reducido de nutrientes de las aguas de superficie.^{20, 21} La comunidad científica considera que la minería en aguas profundas amenaza con causar impactos ambientales y ecológicos irreversibles, lo que provocaría la pérdida de servicios ecosistémicos, hábitats y especies.²² También advierten acerca de los riesgos climáticos de la minería en aguas profundas y de “la incertidumbre por los efectos sobre la dinámica del secuestro de carbono y el almacenamiento de carbono en aguas profundas”.²³

La doctora Diva Amon, bióloga de aguas profundas y asociada científica en el Museo de Historia Natural en Londres, afirma que el apuro por abrir minas debería frenarse mientras se reúne mayor información científica. Además, señaló: “Necesitamos que la ciencia fundamental sea capaz de tomar decisiones informadas sobre si deberíamos o no avanzar con la minería en aguas profundas... No podemos manejar lo que no entendemos y no podemos proteger lo que no conocemos”.²⁴

La Dra. Sylvia Earle, Presidenta de Mission Blue, resumió la preocupación de la comunidad científica durante una mesa redonda en Davos en 2020 cuando indicó: “El océano está en peligro

¹⁷ Thomas, E.A., Molloy, A., Hanson, N.B., Böhm, M., Seddon, M. and Sigwart, J.D. (2021). A Global Red List for Hydrothermal Vent Molluscs. *Frontiers in Marine Science*, p.1557.

¹⁸ Levin, L.A., Baco, A.R., Bowden, D.A., Colaco, A., Cordes, E.E., Cunha, M.R., Demopoulos, A.W., Gobin, J., Grupe, B.M., Le, J. and Metaxas, A., (2016). Hydrothermal vents and methane seeps: rethinking the sphere of influence. *Frontiers in Marine Science*, 3, 72

¹⁹ Deep Sea Conservation Coalition (2022) Deep-sea mining: growing support for a moratorium. Available at: <http://www.savethehighseas.org/resources/publications/deep-sea-mining-factsheets/> [Date accessed 21/2/2022]

²⁰ Song, X., Lyu, M., Zhang, X., Ruthensteiner, B., Ahn, I.Y., Pastorino, G., Wang, Y., Gu, Y., Ta, K., Sun, J. and Liu, X. (2021). Large plastic debris dumps: New biodiversity hot spots emerging on the deep-sea floor. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(2), pp.148-154.

²¹ Morato, T., González-Irusta, J.M., Dominguez-Carrió, C., Wei, C.L., Davies, A., Sweetman, A.K., Taranto, G.H., Beazley, L., García-Alegre, A., Grehan, A. and Laffargue, P. (2020). Climate-induced changes in the suitable habitat of cold-water corals and commercially important deep-sea fishes in the North Atlantic. *Global Change Biology*, 26(4), pp.2181-2202.

²² Jones, D.O.B., Amon, D.J. and Chapman, A.S.A. (2018). Mining Deep-Ocean Mineral Deposits: What are the Ecological Risks? *Elements* 14: 325-330.

²³ Deep-sea mining science statement (2021). Marine Expert Statement Calling for a Pause to Deep-Sea Mining. Available at: <https://www.seabedminingsciencestatement.org/> [Date accessed: 26/08/2021].

²⁴ Science Focus. (2019). Deep sea mining: new depths. Available at: <https://www.sciencefocus.com/planet-earth/deep-sea-mining-new-depths/> [Date accessed: 12/05/2020].

como nunca antes... En este momento crítico, si realmente queremos adoptar medidas audaces para abordar el ciclo del carbono, la captura del carbono, la estabilidad planetaria, ¿por qué no apostar todo para proteger la alta mar y las aguas profundas mientras hay tiempo para hacerlo, antes de que se invierta más en intereses creados?... ¿Podríamos quizás poner una moratoria a la extracción industrial de la flora y la fauna silvestre de altamar?”²⁵

Esta idea fue secundada por la Profesora Jane Lubchenco, ecóloga marina en la Universidad Estatal de Oregón y ex administradora del Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera de los Estados Unidos, quien brevemente señaló que era “el momento de ponerle una pausa [a la minería en aguas profundas]”²⁶.

Recomendación

La explotación minera en las zonas biológicamente ricas en aguas profundas pondría deliberadamente en peligro a valiosos ecosistemas y, por lo tanto, contravendría las obligaciones internacionales de asegurar la protección del medio marino.

La preocupación generalizada por la vulnerabilidad de los hábitats y ecosistemas en aguas profundas, los potenciales efectos en el clima, la escala y las características de las prácticas de explotación propuestas, la falta de información para realizar una evaluación exhaustiva de impacto ambiental y las deficiencias en la ISA como organismo regulador ponen de relieve que es fundamental una moratoria a la minería en aguas profundas.

²⁵ *ibid.*

²⁶ Financial Times (2019) Who's in charge of the high seas? <https://www.ft.com/content/dcbc6e94-de26-11e9-b8e0-026e07cbe5b4>
[Date accessed: 12/05/2020]