



LABORATORIO NATURAL PARA LOS OCÉANOS DEL FUTURO

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ

Profesor Titular del Área de Zoología
Ecología de Comunidades Marinas y Conservación.
Dpto. Biología Animal, Edafología y Geología.
Universidad de La Laguna, Tenerife
Observatorio Marino de Cambio Climático -
Punta de Fuencaliente (OMaCC), La Palma

En la página anterior: Faro y salinas de Fuencaliente © Saúl Santos.

Su origen volcánico, las erupciones recientes, la existencia de coladas submarinas de distintas edades, las emanaciones naturales de dióxido de carbono (CO₂) y la presencia de reservas marinas convierten a la isla en laboratorio natural para entender cómo serán los océanos del futuro.

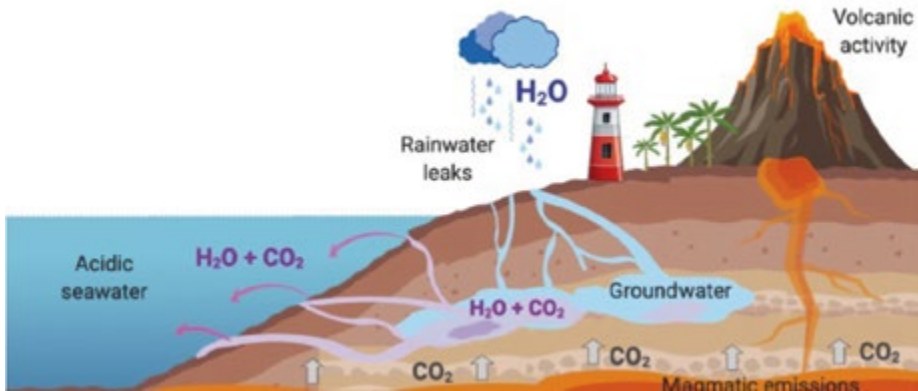
En 2015, un equipo de investigadores descubrió que en la costa sur de La Palma existían emanaciones de CO₂ que acidificaban el agua de manera natural. Esto permitió crear un “océano del futuro” accesible a simple vista con unas gafas de buceo. Lugares así son muy escasos: solo se conocen casos similares en Italia (Ischia) y Papúa Nueva Guinea (Normanby).

Este fenómeno es crucial porque el exceso de CO₂ causado por la quema de combustibles fósiles está reduciendo el pH de los mares a gran velocidad, con graves consecuencias para organismos marinos, ecosistemas y las comunidades humanas que dependen de ellos. Tener un entorno natural donde ya ocurren estos procesos permite anticipar los impactos de la acidificación y diseñar estrategias de adaptación.

El observatorio Marino de Cambio Climático (OMaCC)

Tras años de trabajo, en 2020 se creó el Observatorio Marino de Cambio Climático (OMaCC) en el Faro de Fuencaliente. Este centro es a la vez laboratorio, aula y punto de encuentro para la investigación, la formación y la divulgación. El OMaCC. permite monitorizar parámetros clave (CO₂ disuelto, pH, temperatura, salinidad) en tiempo real; ofrece instalaciones para analizar muestras de agua y organismos marinos; funciona como espacio educativo y de encuentro entre ciencia y sociedad y atrae a estudiantes e investigadores internacionales interesados en cambio climático y conservación marina.

El objetivo principal es consolidar a La Palma como referente mundial en el estudio de los océanos, del mismo modo que ya ocurre con su cielo en la astrofísica.



Infografía que explica el proceso de acidificación de las aguas de la costa sur y oeste de la isla de La Palma. Se produce por la filtración de las aguas del acuífero que debido a la actividad volcánica remanente se cargan de CO₂, disminuyendo su pH de manera natural. Una vez llegan a la costa se mezclan con las aguas oceánicas y las acidifican (modificado de González-Delgado et al., 2021).

Las coladas submarinas del Tajogaite ofrecen una oportunidad única para seguir la regeneración de los ecosistemas marinos

Primeros descubrimientos

Los estudios realizados en La Palma y El Hierro han permitido hasta ahora situar en el mapa mundial los afloramientos naturales de CO₂ de La Palma como un laboratorio clave del Atlántico; analizar los efectos directos de la acidificación sobre recursos pesqueros y comunidades marinas; describir en detalle erupciones submarinas y sus efectos en la química del agua y evaluar la recuperación de comunidades planctónicas y bentónicas tras un impacto volcánico; medir la resiliencia de especies pesqueras como la vieja o el mero y estudiar y comprender la capacidad de adaptación de organismos calcáreos a la acidificación.

Retos y oportunidades

Para aprovechar plenamente este laboratorio natural, los investigadores recomiendan consolidar el OMaCC como centro permanente de referencia internacional, así como monitorizar continuamente la actividad volcánica y oceanográfica en la costa suroeste de La Palma, creando una base de datos abierta. Además, apuestan por desarrollar programas de formación especializada en cambio climático marino y ecología volcánica, convirtiendo la isla en un centro europeo de excelencia para el estudio de estas temáticas, así como conectar ciencia y sociedad, mediante actividades educativas y colaboraciones con pescadores, buceadores, escuelas y empresas vinculadas al turismo o la tecnología marina.

La Palma ofrece una oportunidad única para estudiar el impacto del cambio climático y el vulcanismo en los ecosistemas marinos. La combinación de fenómenos naturales, biodiversidad y reservas marinas convierte a la isla en un verdadero “laboratorio para estudiar el futuro”. Si se consolidan las iniciativas en marcha, no solo se generará conocimiento de alcance mundial, sino que también se abrirán nuevas vías de desarrollo sostenible y de atracción de talento para Canarias.

El valor del vulcanismo submarino

Las erupciones volcánicas también aportan un laboratorio vivo. Cuando la lava del volcán Tajogaite (2021) llegó al mar los investigadores pudieron estudiar cómo cambian la química del agua, cómo se destruyen los ecosistemas y, sobre todo, cómo comienzan a recuperarse.

Las coladas submarinas de diferentes edades permiten seguir, como en una máquina del tiempo, la colonización de los fondos marinos: desde algas y pequeños invertebrados hasta corales profundos y bosques submarinos. Con ello se pueden estimar los tiempos de regeneración de recursos pesqueros y entender mejor la sucesión ecológica en islas volcánicas.

Experiencias previas, como la erupción submarina del volcán Tagoro en El Hierro (2011), ya habían demostrado el interés científico de estos procesos. Ahora, con el Tajogaite y el OMaCC, Canarias está consolidando una línea de investigación puntera en vulcanismo subacuático y cambio climático (ver listado de referencias).

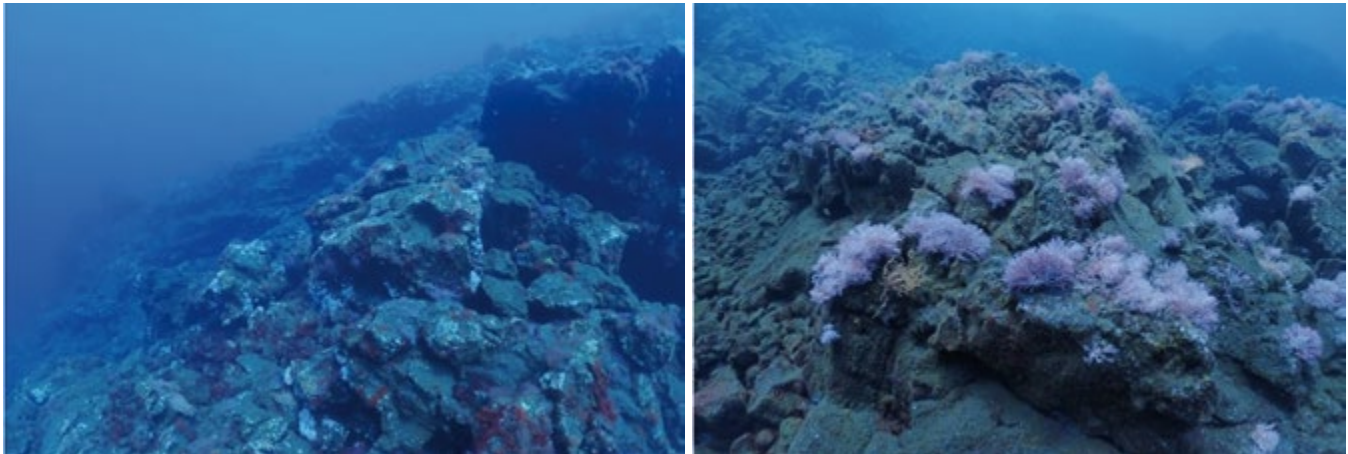


Grupo de participantes del Taller internacional de expertos en acidificación marina realizado del 25 al 29 de julio de 2022 en Fuencaliente, isla de La Palma.

Cueva marina en las costas
de La Palma © Saúl Santos.



La Palma es uno de los pocos lugares del mundo donde se puede observar la acidificación marina de forma natural



Lavas del Tajogaite en los primeros meses post-erupción (año 2023). Arriba izquierda: coladas basálticas en proceso de enfriamiento. Arriba derecha: nuevas zonas intermareales con charcos, donde aparecen las primeras algas verdes colonizando el sustrato rocoso. Abajo izquierda: Lavas sumergidas a 30 metros de profundidad, en una zona denominada en El Arco. Abajo derecha: Lavas sumergidas siendo colonizadas por algas rojas estacionales.



Imagen que muestra una comunidad de algas de fondos someros iluminados a pH 8.1 (actualidad). Derecha: Imagen tomada en los afloramientos de CO2 de la isla de La Palma (pH 7.6), análogos de los océanos del futuro bajo condiciones de acidificación. Valor de pH que alcanzaremos en el 2100-2150 si continuamos usando los combustibles fósiles como hasta hoy en día. La comparativa de las imágenes permite observar de manera muy clara los efectos que tendrá la acidificación en los océanos del futuro.

Imagen del Faro en Fuencaliente con cartelería preparada para su inauguración.



Referencias

De Puelles, M. L. F., Gaza, M., Cabanelas-Reboredo, M., González Vega, A., Herrera Bravo De Laguna, I., Presas Navarro, C., Arrieta, J., Fraile Nuez, E. 2021. Abundance and structure of the zooplankton community during a post-eruptive process: the case of the submarine volcano Tagoro (El Hierro; Canary Islands), 2013-2018. *Frontiers in Marine Science*. 8: 692885.

Fernández-Vilert, R., Arranz, V., Martín-Huete, M., Hernández, J. C., González-Delgado, S., & Pérez-Portela, R. 2025. Effect of ocean acidification on the oxygen consumption of the sea urchins *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) and *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) living in CO2 natural gradients. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1500646.

Ferrera, I., Aristegui, J., González, J. M., Montero, M. F., Fraile-Nuez, E., Gasol, J. M. 2015. Transient changes in bacterioplankton communities induced by the submarine volcanic eruption of El Hierro (Canary Islands)”. *PLoS One* 10(2): e0118136.

González-Delgado, S. 2020. Abridge to the future: volcanic islands as natural laboratories. *Scientia Insularum*, 2(1)

González-Delgado, S., & Hernández, J. C. 2018. The importance of natural acidified systems in the study of ocean acidification: what have we learned? *Advances in Marine Biology* 80, 57-99.

González-Delgado, S., González-Santana, D., Santana-Casiano, M., González-Dávila, M., Hernández, C. A., Sangil, C., & Hernández, J. C. 2021. Chemical characterization of the Punta de Fuencaliente CO 2-enriched system (La Palma, NE Atlantic Ocean): a new natural laboratory for ocean acidification studies. *Biogeosciences*, 18(5), 1673-1687.

González-Delgado, S., Núñez, J. & Her-

nández, J.C. 2024a. Preliminary study of the effect of natural acidification on meiofaunal communities in sandy substrates. *Scientia Insularum*, 5(137-143)

González-Delgado, S., Pérez-Portela, R., Ortega-Martínez, O., Alfonso, B., Pereyra, R. T. and Hernández, J.C. 2024b. Genomic signals of adaptation to a natural CO2 gradient over a striking microgeographic scale. *Marine Pollution Bulletin* 209, (117225)

González-Delgado, S., Sosa, N., Ephe-rra, L., Hernández, C. A., & Hernández, J. C. 2025a. What doesn’ t kill you makes you stronger: the sea urchin *Arbacia lixula* living on volcanic CO2 vents. *Marine Environmental Research*, 107495.

González-Delgado, S., Pérez-Portela, R., & Hernández, J. C. 2025b. Molecular evidence for the intermediate disturbance hypothesis in an acidified marine system. *Hydrobiologia*, 1-12.

González-Delgado, S., Wangenstein, O. S., Sangil, C., Hernández, C. A., Alfonso, B., Soto, A. Z., ... & Hernández, J. C. 2023. High taxonomic diversity and miniaturization in benthic communities under persistent natural CO2 disturbances. *Proceedings of the Royal Society B*, 290(1995), 20222417.

González-Santana, D., González-Davila, M., González, A. G. & Santana-Casiano, J. M. 2022. Coastal carbonate system variability along an active lava-seawater interface. *Frontiers in Marine Science*, 1588.

Hernández, C. A., Sangil, C., & Hernández, J. C. 2016. A new CO2 vent for the study of ocean acidification in the Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 419-426.

Hernández, J.C. 2023. *La Palma como laboratorio natural para entender los océanos del futuro*. En: La Palma: Una isla de oportunidades, repensando el futuro a partir de la crisis volcánica. Editorial Fundación Fyde CajaCanarias San Cristóbal

de La Laguna 403-412pp. DOI: <https://doi.org/10.25145/b.2023.01>

Hernández, J. C., González-Delgado, S., Aliende-Hernández, M., Alfonso, B., Ru-fino-Navarro, A., & Hernández, C. A. 2024. Natural acidified marine systems: Lessons and predictions. *Advances in Marine Biology*, 97, 59-78.

Mendoza, J. C., Clemente, S., Hernández, J. C. 2020. Modelling the role of marine protected areas on the recovery of shallow rocky reef ecosystem after a catastrophic submarine volcanic eruption. *Marine Environmental Research* 155, 104877.

Sangil, C., Clemente, S., Brito, A., Rodríguez, A., Balsalobre, M., Mendoza, J.C, Hernández, J.C. 2016. Seaweed community response to a massive CO2 input. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 178, 48-57.

Sangil, C., Álvarez-Canali, D., Reyes, J., Rodríguez, J., & Sansón, M. 2024. Primary ecological succession of marine communities on the Tajogaite lava flows (La Palma, Canary Islands), fishes colonize faster than macroinvertebrates and algae. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1337894.

Santana-Casiano, J. M., González-Dávila, M., Fraile-Nuez, E., De Armas, D., González, A. G., Domínguez-Yanes, J. F., Escáñez, J. 2013. The natural ocean acidification and fertilization event caused by the submarine eruption of El Hierro. *Scientific Report*, 3, 1140.

Viotti, S., C. Sangil, C.A. Hernández & J.C. Hernández. 2019. Effects of long-term exposure to reduced pH conditions on the shell and survival of an intertidal gastropod. *Marine Environmental Research* 152, 104789

Contacto:
jocarher@ull.es

EL ECOSISTEMA MARINO SE REGENERA FRENTE AL NUEVO DELTA DE LAVA DE LA PALMA

Un equipo del IEO-CSIC estudia de forma continua las anomalías fisicoquímicas, biológicas y geológicas producidas por los volcanes submarinos de Canarias y cómo afectan a los ecosistemas marinos.

La medianoche del 28 de septiembre de 2021, la colada de lava del volcán en Cumbre Vieja, en la isla canaria de La Palma, vertió al océano Atlántico toneladas de rocas fundidas procedentes del interior de la Tierra. Esa avalancha de magma a más de mil grados centígrados irrumpió de golpe en el mar, generando la emisión de grandes columnas de gases. El choque lava-océano no solo alteró la orografía de la isla, con la generación de un gran delta de lava, sino que, además, produjo grandes alteraciones en el ecosistema marino, afectando directamente a su flora y su fauna submarina. La Madre Naturaleza acababa de modificar, nuevamente, la costa de la isla de La Palma, con un crecimiento visible de 48 hectáreas, el equivalente a 60 campos de fútbol.

El volcán continuó emitiendo lava durante 85 días ininterrumpidamente, llegando a generar un segundo delta de lava muy cercano y al norte del primero. El impacto en el fondo marino fue considerable. Se calcula que esta erupción creó unas 78 nuevas hectáreas de fondo submarino (48 visibles en la parte subaérea y 30 completamente sumergidas) con un alcance máximo en profundidad de hasta 370 metros, generando un nuevo fondo marino en la isla y rellenando completamente algunos de los valles próximos a los deltas.

Mediante el empleo de imágenes de alta resolución grabadas por el robot submarino ROV Liropus 2000 del IEO-CSIC, se pudo observar, por primera vez, las consecuencias del proceso de enterramiento y arrastre de organismos bentónicos (ligados al fondo), causado tanto por el avance de las coladas submarinas como por la deposición continua de hialoclastitas y/o cenizas volcánicas, estas últimas con extensiones realmente importantes que afectaron incluso a otras islas cercanas del archipiélago. En cuanto a la profundidad de afectación de estos materiales, se localizó material fino en todas las profundidades analizadas en torno a los deltas lávicos, desde la superficie del océano hasta profundidades de más de 450 metros. Sin embargo, esta importante afección está muy limitada a la extensión del delta lávico, encontrando a poca distancia de la zona afectada organismos vivos listos para repoblar las nuevas superficies creadas por la lava.

En febrero de 2022, cinco meses después de la llegada de la lava al mar, el equipo del IEO-CSIC pudo observar nuevamente los fondos afectados por las coladas de lava submarinas haciendo uso del ROV Liropus 2000. Allí detectaron, con asombro, síntomas importantes del inicio de la recuperación de la vida marina sobre las lavas de nueva generación. Los organismos sési-

Convertir La Palma en un referente mundial en oceanografía y sostenibilidad es ya un objetivo compartido por la comunidad científica

les con estructura esquelética muertos por inanición al verse perturbada su capacidad de filtración, conformaron nuevo sustrato para la fijación de organismos epibiontes oportunistas, que también podrán colonizar directamente el nuevo fondo. Estas imágenes esperanzadoras mostraban, por primera vez, la presencia de los primeros organismos colonizadores sobre los nuevos fondos volcánicos de La Palma.

Seguimiento integral de sus hábitats

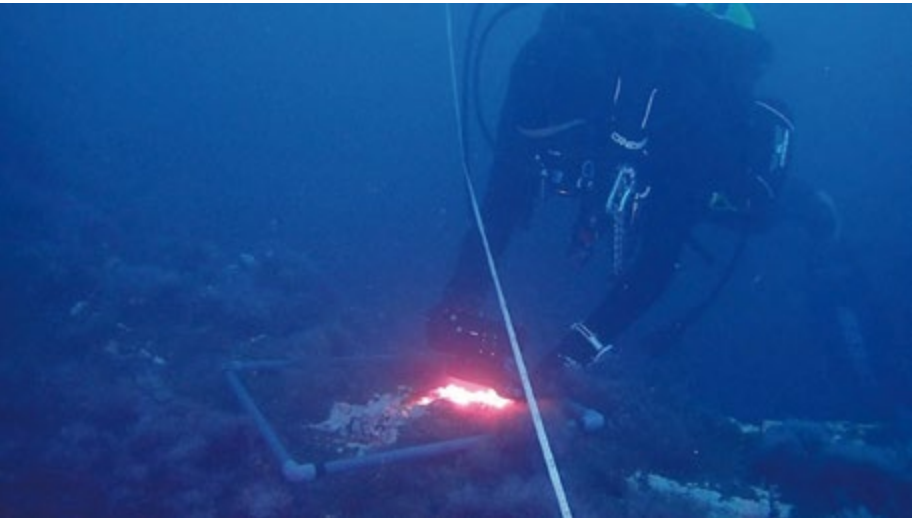
En noviembre de 2022, un equipo de investigación del IEO-CSIC realizó una campaña de buceo frente al nuevo delta de lava de La Palma, enmarcada en un proyecto de evaluación de la salud de los litorales españoles. En ella, se observó una rapidísima recuperación de los hábitats marinos frente al delta de lava.



Trabajos en la colada del volcán Tajogaite, en La Palma © IEO-CSIC.



Indicios de colonización de los nuevos fondos volcánicos creados por las coladas submarinas del volcán de Cumbre Vieja. © Vulcana-IEO-CSIC.



Buceador trabajando en La Palma © IEO-CSIC.

Los estudios revelan la capacidad de adaptación y resiliencia de especies marinas clave

Los dos nuevos deltas lávicos presentaban una cobertura algal muy elevada que habían tapizado casi por completo el nuevo sustrato. Los científicos observaron también que algunas colonias de especies de lento crecimiento y de especial interés para la conservación, como los corales negros, sobrevivieron incluso quedando a escasos centímetros de la lava. Se registró también abundancias significativas de peces, erizos, crustáceos y otros organismos móviles en ambos deltas.

Esta campaña de buceo en La Palma culminó la primera temporada de seguimiento integral de los hábitats y especies protegidas del litoral español, que contó con más de 50 científicos del IEO-CSIC, dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, y que se enmarcó en el proyecto Estrategias marinas, constituyendo el mayor estudio a escala espacial de los hábitats litorales en España.

En total se realizaron más de 1.200 inmersiones, que cubrieron gran parte del litoral con el objetivo de evaluar el estado

de las comunidades bentónicas de fondos rocosos -aquellas que viven fijadas al sustrato- como corales, gorgonias, esponjas o ascidias; hacer censos de los peces y cefalópodos; estudiar especies protegidas y con muestreos más intensivos para las que están en peligro de extinción; recabar información sobre la presencia de especies invasoras y basuras, así como estudiar hábitats de especial interés como las cuevas subma-

rinas o las praderas de angiospermas como la *Posidonia oceanica*.

Además, durante estas campañas se ponen a punto nuevos métodos para el seguimiento de los hábitats que combinan las observaciones directas mediante buceo con el uso de imágenes de satélite, vehículos submarinos, drones, fotogrametría y sistemas de detección basado en inteligencia artificial.

Nota de prensa CSIC

Canarias consolida una línea de investigación puntera sobre vulcanismo subacuático y cambio climático

