

Nuestras amigas las bacterias

Unas amistades nada peligrosas que habitan en los sedimentos marinos

Permanecen escondidas dentro de los depósitos sedimentarios marinos que tapizan el fondo de los océanos y mares. Viven en comunidades alojadas en los poros existentes entre los minúsculos granos que componen el sedimento.

Los depósitos sedimentarios submarinos están formados, principalmente, por la acumulación de miles de millones de granos, de muy diversos tamaños, procedentes de los aportes terrígenos descargados al mar a través de las desembocaduras de los ríos, o bien, generados a partir de los restos producidos por la propia actividad biológica desarrollada en el seno del agua marina. Hay muchas otras fuentes que aportan su “granito de arena” para ayudar a tapizar el fondo de los mares con extensos mantos sedimentarios, como por ejemplo, los icebergs, que actúan como inmensos contenedores congelados que vagan por la superficie del océano descargando lentamente, a modo de lluvia sólida, la ingente cantidad de sedimentos que se ha ido incorporando al hielo, durante la fase de formación del glaciar del que procede el fragmento flotante de hielo desgajado. Otras fuentes, igualmente curiosas, pueden ser los arrecifes de coral de aguas cálidas, que van destruyéndose con el paso del tiempo, viéndose sometidos a la fuerza impetuosa de las olas que los trituran, convirtiéndolos en pequeños fragmentos que pasan a formar parte de los depósitos sedimentarios. No menos importantes son las nubes de polvo atmosférico transportadas por el viento, en forma de aerosoles, que son capaces de alcanzar zonas del océano mucho más distantes que los aportes fluviales, y que desempeñan una función trascendental, toda vez que son atrapados por la masa de agua marina.



Figura 1. Estudios recientes han puesto de manifiesto la existencia de una zona de expulsión de fluidos hidrocarburos en el Golfo de Cádiz, al Suroeste de la Península Ibérica, lugar en el que las bacterias transforman el metano en carbonatos. Es una región marina que está sujeta a la influencia de la corriente superficial atlántica y a la corriente profunda mediterránea, más cálida y densa que la anterior, que se expulsa a través del Estrecho de Gibraltar. La evolución geológica reciente de la zona está vinculada a la dinámica de colisión de las placas Ibérica y Africana.

Si hacemos una abstracción mental, podríamos imaginar los depósitos sedimentarios marinos, como si fueran esos alfombrados multicolores, compuestos por infinidad de pequeñas pelotas de goma que se instalan en el suelo de los parques infantiles, y que permiten a los chavales caer despreocupadamente sobre ellos sin hacerse ningún daño. Pues bien, si observamos de cerca el empaquetado que forma ese acumulo de pequeñas esferas blandas, veremos que al entrar en contacto unas con otras, dejan entre si un hueco que no se rellena con nada. A esos huecos interconectados, los científicos les llamamos intersticios y a su capacidad para rellenarse de agua la denominamos porosidad. Es precisamente ese lugar el que invade el agua marina, cuando se cuela entre los poros sedimentarios impulsada por la presión que ejerce la propia columna de agua. El agua intersticial se convierte así en un sistema canalizado, tremendamente dinámico, a través del cual se transportan numerosas sustancias disueltas, y en el que se mueven a placer las bacterias y otros seres microscópicos.

La función de las aguas intersticiales que circulan por los poros formados en los depósitos sedimentarios marinos, no es de importancia menor. Ahí suceden gran cantidad de procesos biogeoquímicos de gran trascendencia para el medio ambiente marino y es, precisamente, el lugar elegido por las bacterias para realizar su actividad quimiosintética, que resulta tan beneficiosa para contrarrestar los efectos que producen las emisiones de metano procedentes del fondo marino. Una de las actividades en las que las bacterias se han mostrado más eficaces, desde hace millones de años, es en el consumo del metano libre que procede de las capas profundas del sedimento y que asciende hasta alcanzar la superficie del fondo marino.

El gas metano es un hidrocarburo muy abundante en los depósitos sedimentarios marinos. Se presenta en formas variadas y a muy diversas profundidades, tanto en el agua como en la propia columna sedimentaria. Una de esas variedades más singulares es el hidrato de gas, que consiste en un sólido cristalino, de aspecto similar al hielo. Está constituido por moléculas de gas metano rodeadas por una malla de moléculas de agua. Se acumula en las capas superiores del sedimento marino, de forma que su proximidad a la superficie del fondo le convierte en un riesgo ambiental de primera magnitud. Esta variedad es muy abundante en el Golfo de Cádiz y su desestabilización genera numerosas estructuras sedimentarias que evidencian la profusión del fenómeno de expulsión (volcanes de fango y pock marks, principalmente).

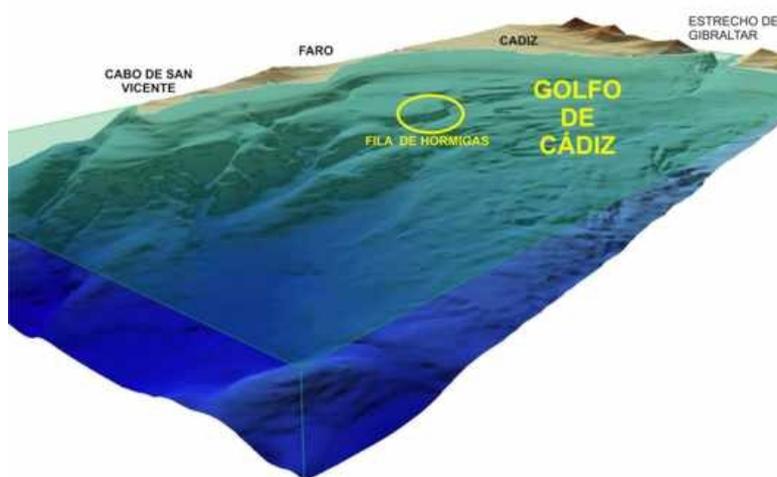


Figura 2. Imagen 3D de los fondos marinos del Golfo de Cádiz, vista desde el Suroeste. Al fondo se aprecia la fachada atlántica del Estrecho de Gibraltar y el canal de acceso al mar Mediterráneo. En la parte superior de la imagen se observa la costa ibérica en la que se han señalado las localidades de Cádiz y Faro, así como el Cabo de San Vicente. En el centro se puede apreciar el lugar que ocupa una de las dorsales más características de la zona de expulsión de fluidos, que es la llamada Fila de Hormigas junto a la cual se localiza el volcán de fango Ibérico que se muestra en la Figura 3.

La importancia del metano como recurso energético es indiscutible y bien conocida por todos. Pero es menos conocida su capacidad para incrementar el efecto invernadero cuando llega a alcanzar la atmósfera, después de haber sido expulsado del fondo marino y tras atravesar la columna de agua. No hemos de olvidar que el metano tiene el dudoso honor de ser el tercer gas de mayor potencial de calentamiento global, después del vapor de agua y del dióxido de carbono.

Se calcula que la cantidad de gas metano acumulado en los sedimentos superficiales marinos, en forma de hidrato de gas, es aproximadamente 3.000 veces superior al contenido en la atmósfera. Pero lo que resulta aún más preocupante es la eficiencia que el metano tiene como gas invernadero, puesto que viene a ser 21 veces más efectivo que el dióxido de carbono como absorbente de la energía solar, con lo que un súbito aumento de su contenido en el aire podría provocar un peligrosísimo incremento de la temperatura media de la atmósfera. ¿Qué pasaría si se liberara bruscamente todo el metano atrapado cerca de la superficie del fondo de los mares y océanos? Con este hecho se ha especulado en varias ocasiones y no faltan los científicos que achacan los cambios climáticos globales a un fenómeno de expulsión súbita de metano y el consiguiente disparo del efecto invernadero. Pero, ¿qué proceso natural puede contrarrestar el escape continuado, lento e inexorable, del metano en los lugares donde se ha ido acumulando con el paso del tiempo?

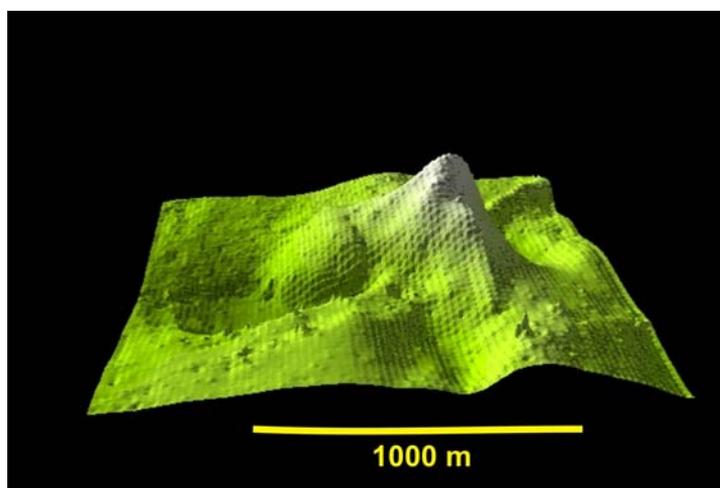


Figura 3. Imagen 3D del [volcán de fango Ibérico](#) (puede localizarse su posición en el archivo de topónimos, sobre Google Earth) del que se han extraído numerosas muestras de chimeneas carbonatadas y enlosados procedentes de la precipitación de carbonatos, favorecida por la actividad bacteriana. Estas estructuras de geometría cónica, representan una de las manifestaciones más notables de los lugares por donde se produce la expulsión de metano procedente de las capas más profundas del fondo marino.

En este punto entran en escena “**nuestras amigas las bacterias**”. Resulta que hay varios consorcios de bacterias que sobreviven gracias a su voracidad en el consumo de metano. Se presentan en los lugares donde se producen los escapes más profundos, desplazándose de un lugar a otro a través del entramado intersticial formado en el interior de los depósitos sedimentarios. Producen la oxidación anaeróbica del metano que asciende a lo largo de la columna sedimentaria, tratando de alcanzar la superficie del fondo. Una vez que lo atrapan, actúan rápidamente, descomponiéndolo y liberando altas concentraciones de iones bicarbonato y sulfuro de hidrógeno favoreciendo la posterior precipitación de carbonatos y sulfuros de hierro. Los carbonatos reaccionan también con otros elementos libres disponibles en la propia agua intersticial (hierro o magnesio, por ejemplo), facilitando la formación de las rocas carbonatadas autigénicas que adoptan muy diversas formas (chimeneas, costras y enlosados).



Figura 4. Fragmento de un enlosado extraído de un volcán de fango del Golfo de Cádiz. En la cubeta posterior pueden apreciarse algunas chimeneas carbonatadas obtenidas en el mismo muestreo.

Así pues, las bacterias se comportan como auténticos filtros depuradores de las emanaciones de gas procedentes del fondo marino, bloqueando su ruta de ascenso hacia la atmósfera y facilitando la generación de substratos rocosos en lugares donde solamente hay sedimentos sin consolidar. De esta forma, no solamente ayudan a contener el efecto invernadero si no que, además, facilitan la creación de substratos sólidos que sirven de cimientos para que muchas especies puedan utilizarlos como hábitats que incrementan la biodiversidad de muchas regiones. En consecuencia, no podemos dejar de contemplar a estos minúsculos seres como una ayuda natural de la que nos provee la Naturaleza y que nos protege de algunos riesgos geoambientales provenientes del fondo del mar.

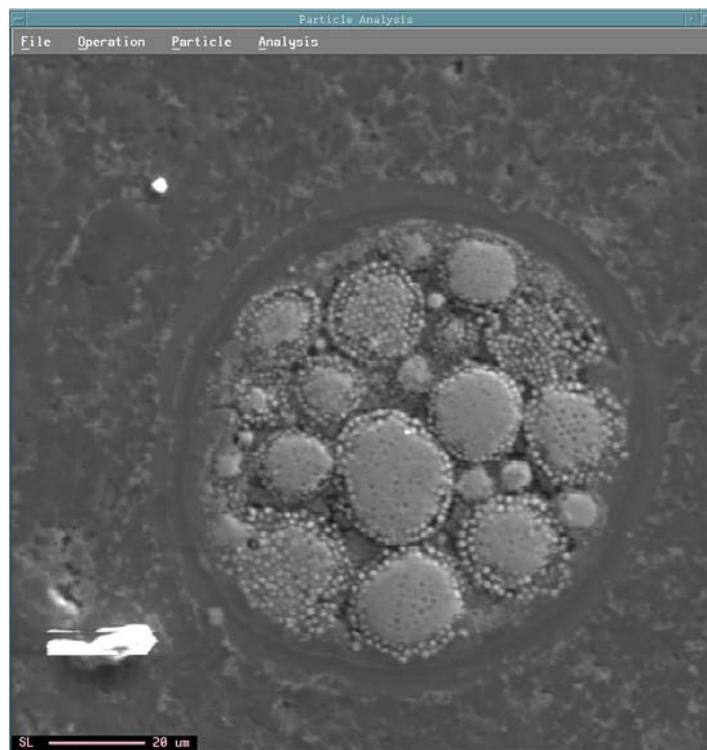


Figura 5. Fotografía tomada por microscopía electrónica en la que se muestran las comunidades de bacterias sulfatoreductoras fosilizadas que forman parte de los carbonatos autigénicos precipitados en forma de chimeneas y costras, presentes en la zona de expulsión de metano del Golfo de Cádiz.