

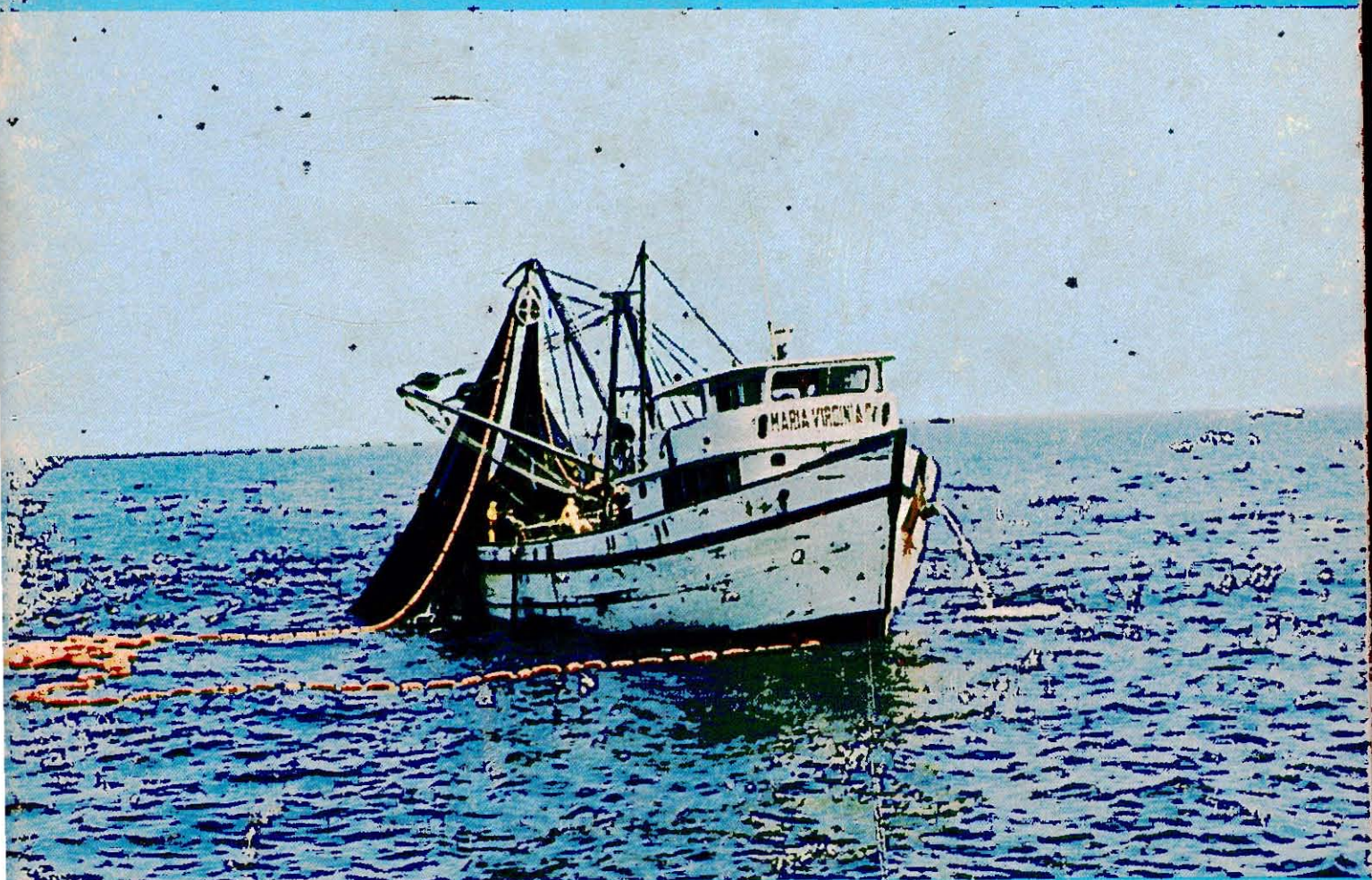
DOCUMENTA

ORGANO INFORMATIVO TECNICO-CIENTIFICO DEL MINISTERIO DE PESQUERIA

JULIO DE 1972

No. 19

EDITADO POR LA OFICINA
DE TRAMITE DOCUMENTARIO



LIMA - PERU

IMARPE
UPI
INVENTARIO
1996



DOCUMENTA

ORGANO INFORMATIVO TECNICO-CIENTIFICO
DEL MINISTERIO DE PESQUERIA

Director:

Dr. José Linares Málaga

Asesor:

Dr. Lorenzo Palagi T.

Jefe de Redacción y Diagrama:

Sr. Samuel Bermeo Arce

Administrador:

Sr. Francisco Loayza G.

Redacción:

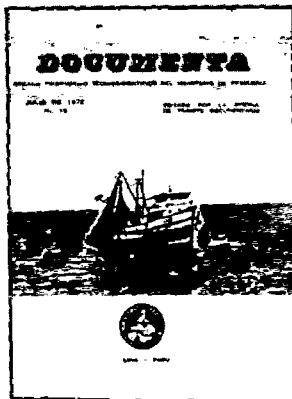
Lord Cochrane N° 351,
Miraflores — Teléf.: 40-6995

Impresores:

Imprenta del Ministerio de
Guerra — Jr. Ancash N° 671
Lima

CONTENIDO:

- 2 Acta de la Independencia Nacional
- 4 Himno Nacional del Perú
- 5 Editorial
- 6 25 Años de la declaración de las 200 Millas
- 8 Normas Administrativas
- 12 Informes Técnico-Científicos: Los principios básicos de la Ecosonda
- 16 Los barcos de ferrocemento
- 18 La NOAA, gigante investigador de la atmósfera y los océanos
- 20 Puertos y Caletas del Perú
- 22 Agallas que permiten respirar como un pez
- 26 Exploración de crustáceos (IMARPE)
- 30 Anchoas
- 34 Conservación del camarón fresco
- 44 Introducción a la ictiogeografía en el Perú
- 48 Conozcamos nuestra riqueza hidrobiológica
- 50 Miscelánea: Entra en vigencia un tratado sobre armas en el fondo del mar
- 51 Granjas en el océano
- 53 El mar, laboratorio científico
- 56 Revista de Revistas
- 57 Reseñas bibliográficas
- 58 Noticiero



NUESTRA CARATULA:

Nuestros barcos pesqueros, en la conquista de las 200 Millas . . . El 1º de Agosto se cumplen 25 años de la dación del D.S. N° 781, por el cual se declara la Soberanía y Jurisdicción en la Plataforma y el Mar, hasta las 200 Millas.





AGALLAS

QUE PERMITEN RESPIRAR
COMO UN PEZ

de su nariz con un gancho, se colocó la boquilla en la boca y comenzó a inhalar y exhalar por el aparato durante una hora y media mientras éste se agitaba sobre las olas del mar. Se detuvo sólo cuando el agua que entraba no le permitió seguir forzando aire por los tubos.

Wally Ayres se convirtió, entonces, en el primer ser humano en respirar oxígeno disuelto en el agua como lo hacen los peces.

¿Cómo podría estar seguro de esto? La parte superior de cada tubo estaba hecha de vinilo muy resistente y a prueba de aire. No era posible que entrara oxígeno por ese lado. Pero el lado sumergido en el agua estaba hecho de un material esponjoso de polietileno que contenía millones de poros microscópicos. A través de esta membrana, su respiración se hallaba en contacto con el agua; el oxígeno se difundía del agua hacia el aire dentro de los tubos de plástico, y el bióxido de carbono se difundía del aire en los tubos hacia el agua.

De no haber funcionado el aparato, Ayres hubiera experimentado todos sus síntomas de la anoxia y de un exceso de bióxido de carbono; la sangre se le habría agolpado en el rostro y se le habría dificultado la respiración. O habría perdido el sentido en cuestión de minutos.

Al día siguiente Ayres repitió el experimento mientras un amigo lo observaba, tomaba fotos y registraba el tiempo transcurrido. Esta información se pasó luego a una información notariada. Ocurrió esto cinco años después de iniciar Ayres una lucha que duró diez años enteros para obtener una patente que amparara su invento.

Esto, al menos, fue lo que me dijo Ayres, quien mantuvo el secreto todos sus experimentos hasta obtener una patente (Nº 3.228.384) para sistemas de respiración bajo el agua basados en el principio de la agalla.

La idea se le ocurrió en 1955, mientras se encontraba buciendo en las Bahamas. Después de todo, pensó él, no hay una diferencia demasiado grande entre las agallas de un pez y los pulmones de un ser humano. En ambos casos, la sangre se mueve a lo largo de un lado de una membrana; del otro lado se encuentra el medio suministrador del oxígeno —el aire o el agua—.

Tanto las agallas como los pulmones funcionan debido a una "presión parcial". Significa esto que, en una mezcla de gases, la presión de un gas es una fracción de la presión total de la mezcla. Esa fricción —la presión parcial de un solo gas— es proporcional al porcentaje del gas en la mezcla.

Por ejemplo: el aire consiste en aproximadamente un 78 por ciento de nitrógeno, un 21 por ciento de oxígeno y pequeñas cantidades de otros gases, incluyendo bióxido de

carbono. La presión atmosférica al nivel del mar es de 14,7 libras por pulgada cuadrada (6,395 k por cm²), por lo que la presión parcial del oxígeno en el aire corresponde a un 21 por ciento de 14,7 libras por pulgada cuadrada (6,395 k por cm²).

En el agua expuesta al aire, los gases se hallan disueltos en proporciones iguales; a pesar de que la concentración de los gases disueltos es menor —aproximadamente 1/30 en un volumen igual de aire— sus presiones parciales son iguales que en el aire, con ligeras variaciones causadas principalmente por la temperatura. Esto ocurre siempre, sea cual sea la profundidad a que baje uno en el mar.

Si la presión parcial de un gas en un medio —aire o agua— es mayor que en el otro medio, aquel tiende a difundirse en el medio en que su presión parcial es menor, hasta alcanzarse un equilibrio. Pero esto no afecta el comportamiento de ningún otro gas en el sistema.

La sangre que entra a los pulmones por los distintos vasos sanguíneos de estos no tiene oxígeno, pero si se halla cargada de bióxido de carbono. Se encuentra separada del aire que respira uno solo por la delgada membrana que cubre los pulmones, la cual impide la salida de la sangre, aunque deja pasar los gases. Como la presión parcial del oxígeno en el aire es mayor que en la sangre, las moléculas de oxígeno se difunden en la sangre después de atravesar la membrana. De igual forma, la presión parcial del bióxido de carbono es mayor en la sangre que en el aire, por lo que el bióxido de carbono sale a través de la membrana.

Ayres estudió todo esto con gran minuciosidad. Llegó al convencimiento de que una agalla artificial resultaba práctica. Pero experimentó dificultades con los inspectores de patentes aun cuando ya se le habían concedido más de cien patentes para otros inventos suyos.

A la larga logró Ayres que aceptaran su solicitud, pero los inspectores rechazaron muchas cosas que alegaba él. Por ejemplo, rechazaron una frase muy importante: "extracción de oxígeno disuelto en el agua de mar". En 1962, un inspector de patentes insistió en que presentara "pruebas de funcionamiento". Significaba esto que Ayres tenía que construir un modelo que funcionara de verdad. Después de experimentar creó el prototipo que sometió a prueba en Jones Beach.

En 1964 sucedió algo que cambió su suerte por completo. En el Centro de Investigaciones y Desarrollos de la General Electric, en Schenectady, Nueva York, el Dr. Walter L. Robb había estado realizando experimentos con membranas de caucho de silicón, sin tener el más ligero conocimiento de la agalla de Ayres. Había desarrollado un método

AGALLAS

para producir membranas totalmente impermeables con un espesor de apenas 1/1000 de pulgada.

Para dar publicidad a estas membranas impermeables, la General Electric publicó fotos de un conejillo de Indias que vivía dentro de una jaula sumergida en agua y rodeada de esta nueva membrana. Decía la GE que el conejillo estaba obteniendo oxígeno del agua que lo rodeaba a través de la membrana, y que el bióxido de carbono salía por el mismo conducto.

Ayres reunió los recortes de prensa sobre este desarrollo de la GE y los llevó a la Oficina de Patentes. "Posiblemente no me creerían a mí", dijo él, "pero no podrían dudar de la palabra de la General Electric".

Irónicamente, dice Ayres, la membrana no es realmente necesaria para ciertos tipos de agallas. Su patente incluye sistemas de suministro de aire sin membrana para submarinos e instalaciones bajo la superficie del mar.

A cualquier profundidad, se podría hacer entrar agua a través del casco de un submarino y reducirse su presión a la de la atmósfera. Se haría circular el agua por un tanque de intercambio de gases, donde el aire de la atmósfera burbujearía vigorosamente a través de ella. Luego se bombearía el agua de nuevo hacia el mar. La cantidad de oxígeno que proporcionaría un sistema semejante sería ilimitada, alega Ayres.

En una escala menor, la Marina de los Estados Unidos está probando este sistema. Los investigadores del Laboratorio Naval en Port Hueneme, California, han demostrado que los animales pueden vivir indefinidamente con aire rehabilitado mediante su burbujeo a través del agua de mar.

La agalla Ayres, en su forma más sencilla, tiene una limitación importante. Un buzo que la use podría permanecer bajo el agua indefinidamente pero no podría sumergirse a una profundidad muy grande.

La razón de esto es que el aire en la agalla permanece a la presión atmosférica debido a que la presión de los gases disueltos en el agua es igual que en la superficie, sea cual sea la profundidad. Sin embargo, la presión del agua aumenta a razón de una atmósfera por cada 33 pies (10,058m) de profundidad.

En el sistema Ayres, similarmente, habría un tanque de aire a presión fijado a la agalla. En la superficie, el buzo bombearía agua dentro de su tanque, utilizando una sencilla bomba manual. Se dejaría entonces entrar aire a la agalla para igualar su presión con la del agua.

Algunos dudan de la eficiencia de este método. Con aire a presión en la agalla, alegan ellos, las presiones parciales de oxígeno y nitrógeno dentro del sistema serían mayores que el agua circundante, y los gases se disiparían hacia afuera, a través de la agalla.

Pero Ayres dice que esto no tiene nada de verdad. Habrá una pérdida inicial de oxígeno, dice él, pero se alcanzará un equilibrio con gran rapidez y el oxígeno comenzará a disiparse hacia adentro, desde el agua, para satisfacer las necesidades del buzo. En la agalla habrá un exceso de nitrógeno como gas de presión para períodos útiles. Este también se disipará lentamente hacia el agua afuera. Ayres ha comprobado el índice de pérdidas de nitrógeno a través de diversos tipos de membranas. Dice él que un buzo debería poder

permanecer a una profundidad de 15 metros en el agua, luego subir a la superficie por corto tiempo a fin de poder sumergirse de nuevo.

Me dijo Ayres que también ha desarrollado él un método, aún secreto, para descender a una profundidad de varios cientos de pies y permanecer allí indefinidamente.

El segundo inventor en patentar su sistema de agallas artificiales utiliza otro medio para obviar el problema de la limitación de profundidad. Se trata de Lewis H. Strauss, un médico de Washington D. C. cuyo padre, Lewis L. Strauss, fue miembro de la Comisión de Energía atómica de los Estados Unidos.

La agalla de Strauss es esencialmente un refinamiento de la agalla de Ayres. Su innovación principal es que utiliza un tipo de freón como gas de presión.

El gas, llamado freón C-318, ha sido desarrollado por la Dupont y es diferente al freón que se usa en el equipo de refrigeración. Fue desarrollado como gas de presión para racionadores de crema batida y otros alimentos que se aplican con latas racionadas. Su molécula está compuesta de carbón y flúor (este último sustituye al cloro de otros tipos de gas freón). El gas es inodoro y, de acuerdo con la Dupont, no produce efectos tóxicos. Han vivido animales por meses enteros en una atmósfera de 80 por ciento de freón C-318 y 20 por ciento de oxígeno.

El freón C-318 es virtualmente insoluble en la sangre y el agua. Similarmente, no se disipa a través de una membrana —las moléculas que pasan a través de una membrana se hallan en forma de "solución" en la membrana, de acuerdo con los físicos. De esta manera, el freón no se disipa hacia el exterior del sistema de agallas. El buzo simplemente lleva un pequeño cilindro de freón líquido como parte del conjunto y lo hace entrar mediante válvulas a la agalla.

El freón C-318 es un gas que se somete a una presión de hasta 45 libras por pulgada cuadrada, o sea el equivalente de la presión que impera a una profundidad de aproximadamente 20 metros en el agua. A una profundidad mayor, el freón se licuaría de nuevo. Esto impone una limitación de profundidad a la agalla de Strauss. A la larga es posible que se desarrollen otros gases pesados e inertes que puedan permanecer en estado gaseoso a profundidades mayores.

Ayres recientemente probó una versión de tipo de talego de su agalla en una piscina de Long Island. Tenía un área total de membrana mayor que el aparato que probó en Jones Beach—9,3 metros cuadrados en comparación con 6—pero era menos eficiente, ya que sólo le permitió respirar bajo el agua durante unos 10 minutos.

Aparentemente una restricción del flujo del agua en los espacios entre las membranas reduce excesivamente el intercambio de gases. A fin de solucionar este problema, tal vez sea necesario añadir una hélice para impulsar agua a través de la agalla o aumentar el área de la membrana.

Pero estos problemas resultan menores ahora que se ha podido demostrar de manera inequívoca que el hombre puede respirar como un pez. Una vez que se perfeccionen la agalla, ésta eliminará ciertos graves peligros: el envenenamiento de oxígeno, la narcosis de nitrógeno y la parálisis de los buzos.

Estos se deben a un exceso de gas que se disuelve en la

sangre del buzo y se deseminan a través de su cuerpo. Con una agalla, los gases disueltos tienden a alcanzar un equilibrio con las presiones parciales de los mismos gases en el agua. Como estas presiones son esencialmente iguales que las presiones parciales en el aire, el bucear con una agalla no resulta tan peligroso como el sumergirse en el agua con equipo de buceo.

No obstante la sencillez de funcionamiento de la agalla de Ayres, hay quienes piensan que resulta innecesariamente complicada ya que el oxígeno debe pasar del agua al aire y luego del aire a la sangre.

Se haría circular la sangre del buzo por conductos de membranas mientras fluyera agua del mar al otro lado de la membrana. Sus pulmones no desempeñarían ninguna función—respiraría él un gas inerte, o el reflejo de respiración se inactivaría en una forma u otra.

Hay ciertos problemas difíciles. Un volumen grande de sangre tendría que circular por la agalla; esto tal vez requeriría hacer una incisión en el corazón para insertar conexiones con la arteria pulmonar. Se correría el riesgo de que se produjeran coágulos de sangre, cosa que todavía constituye un gran dolor de cabeza para los diseñadores de corazones artificiales:

También hay que considerar la osmosis: Las membranas de intercambio de gases son hasta cierto punto permeables a otras cosas; las moléculas de agua se moverían de la sangre al agua de mar, deshidratando al buzo, y algunas sustancias químicas disueltas en el agua podrían moverse en dirección contraria, contaminando la sangre.

Angelo Dounoucos, ingeniero especializado en membranas, de la GE, me dijo creía que era posible solucionar estos problemas. La GE está utilizando a médicos ahora a fin de perfeccionar un oxigenador de sangre de tipo de membrana para usarse en corazones y pulmones mecánicos. El objetivo que persigue es impedir daños a las células de la sangre, como sucede ahora cuando el oxígeno burbujea a través de la sangre en tales dispositivos. Se han obtenido excelentes resultados con el oxigenador de sangre experimental, cosa que sin duda contribuirá a solucionar los problemas de la agalla.

Dounoucos dice que la ósmosis no presenta problema alguno, sin embargo. La pérdida de agua del buzo podría compensarse fácilmente, y podrían crearse membranas que fueran selectivamente permeables, dice él, para que sólo dejaran pasar las sustancias que uno deseara.

Entre los buzos profesionales, hay gran interés en las agallas artificiales. Robert Stenuit y Frank Palejczyk, quienes trabajan al servicio de la Ocean Systems, Inc., una importante firma de ingeniería submarina, se han ofrecido como voluntarios para que se les injerten agallas de tipo de agua a sangre.

Dicen los fisiólogos de la Ocean Systems que por el momento no se sabe si se aceptará la oferta, ya que opinan que falta mucho para perfeccionar la agalla de agua a sangre.

Wally Ayres sigue siendo el único experimentador que ha tenido éxito con una agalla artificial que permita a los seres humanos respirar como si fueran peces. "Hay que admitir que Ayres es el verdadero creador de la agalla artificial, manifiesta Dounoucos. (Extractado de "Mecánica Popular").

