



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PETRÓLEOS MEXICANOS

SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS DE SALUD

GERENCIA DE SERVICIOS MÉDICOS

HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD

CORRELACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN ACUMULADA A ALTAS PRESIONES ATMOSFÉRICAS A LO LARGO DE LA CARRERA DE BUCEO Y LA DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD VITAL FORZADA EN BUZOS "A" Y "B" (DIVERSOS OFICIOS) DE LAS TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y SERVICIOS PORTUARIOS MADERO, PAJARITOS, TUXPAN Y SALINA CRUZ DE PEMEX, ENERO 2006 – JUNIO 2021.

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO Y AMBIENTAL

PRESENTA:

DRA. WENDY IYALI GONZÁLEZ SALAZAR

TUTOR DE TESIS:

DR. ERIC ALFONSO AMADOR RODRÍGUEZ

ASESOR DE TESIS:

DR. CARLOS ALFREDO AGUILAR MOJICA

CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PETRÓLEOS MEXICANOS
SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS DE SALUD
GERENCIA DE SERVICIOS MÉDICOS
HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD

**CORRELACIÓN ENTRE LA EXPOSICIÓN ACUMULADA A ALTAS PRESIONES
ATMOSFÉRICAS A LO LARGO DE LA CARRERA DE BUCEO Y LA DISMINUCIÓN
EN LA CAPACIDAD VITAL FORZADA EN BUZOS “A” Y “B” (DIVERSOS OFICIOS)
DE LAS TERMINALES DE ALMACENAMIENTO Y SERVICIOS PORTUARIOS
MADERO, PAJARITOS, TUXPAN Y SALINA CRUZ DE PEMEX, ENERO 2006 –
JUNIO 2021.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL TRABAJO Y
AMBIENTAL**

PRESENTA:
DRA. WENDY IYALI GONZÁLEZ SALAZAR

TUTOR DE TESIS:
DR. ERIC ALFONSO AMADOR RODRÍGUEZ

ASESOR DE TESIS:
DR. CARLOS ALFREDO AGUILAR MOJICA



CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



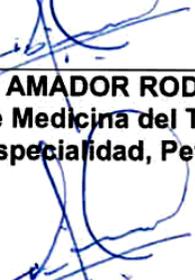
DR. CÉSAR ALEJANDRO ARCE SALINAS
Director
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



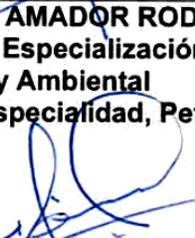
DRA. ADRIANA HERNÁNDEZ ALARCÓN
Subdirectora médica
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



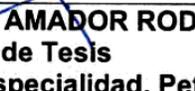
DR. DAVID EDUARDO CÉRVANTES BARRAGÁN
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



DR. ERIC ALFONSO AMADOR RODRÍGUEZ
Jefe de Servicio de Medicina del Trabajo
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



DR. ERIC ALFONSO AMADOR RODRÍGUEZ
Profesor Titular del Curso de Especialización de Medicina del Trabajo y Ambiental
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



DR. ERIC ALFONSO AMADOR RODRÍGUEZ
Tutor de Tesis
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos



DR. CARLOS ALFREDO AGUILAR MOJICA
Asesor de Tesis
Hospital General Salina Cruz, Petróleos Mexicanos

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor y asesor de tesis por su lealtad con el proyecto, por acompañarme en el proceso, por su tiempo y por su paciencia.

A los jefes regionales de Medicina del Trabajo por facilitar que se me proporcionara la información requerida y a los médicos operativos de los Servicios Preventivos de Medicina del Trabajo por apoyarme con la parte más compleja del método estadístico: la recolección de datos.

A los Servicios de Salud de Petróleos Mexicanos por darme la oportunidad de realizar el curso de especialización en sus hospitales y en los Servicios Preventivos de los Centros de Trabajo, los cuales fueron mi segundo hogar estos tres años.



CONTENIDO

TÍTULO.....	10
RESUMEN.	10
1. ANTECEDENTES.	11
1.1 Orígenes del buceo profesional.	11
1.1.1 Urinadores, la unidad de buceadores del ejército romano.....	11
1.1.2 Acciones bélicas o históricas.	13
1.2 Fisiología hiperbárica.	13
1.2.1 Relación de la presión con la profundidad marina.	14
1.2.2 Efecto de la profundidad marina sobre el volumen de los gases: ley de Boyle.	14
1.2.3 Efecto de las presiones parciales elevadas de gases individuales sobre el organismo.	14
1.2.4 Descompresión del buceador tras una exposición excesiva a una presión elevada. .	18
1.2.5 Submarinismo (equipo autónomo de respiración subacuática).	22
1.3 Gases respirables utilizados para bucear.	23
1.4 Marco normativo del buceo ocupacional en PEMEX.	25
1.4.1 Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.	25
1.4.2 Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene.....	25
1.4.3 Contrato Colectivo de Trabajo PEMEX – STPRM 2021 – 2023.	27
1.4.4 Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2017.	28
1.5 Buceo en las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Tuxpan, Pajaritos y Salina Cruz, de PEMEX.	29
1.5.1 Buzo “A” diversos oficios. Clasificación 29.84.01.....	30
1.5.2 Buzo “B” diversos oficios. Clasificación 27.84.01.....	32
1.6 Espirometría como prueba de función respiratoria (PFR) en personal ocupacionalmente expuesto (POE) a presiones elevadas.	34

1.6.1 Principales variables y sus definiciones medidas por la espirometría.	35
1.6.2 Valores predichos.	35
1.6.3 Aseguramiento de la calidad en la espirometría.	36
2. MARCO TEÓRICO.	37
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	40
4. JUSTIFICACIÓN.	40
5. OBJETIVO.	41
5.1 Objetivo general.	41
5.2 Objetivos específicos.	41
6. HIPÓTESIS.	41
7. TIPO DE ESTUDIO.	42
7.1 Diseño.	42
8. MATERIALES Y MÉTODO.	42
8.1 Definición de universo.	42
8.2 Métodos de selección de la muestra.	42
8.3 Criterios de selección.	42
8.3.1 Criterios de inclusión.	42
8.3.2 Criterios de exclusión.	43
8.3.3 Criterios de eliminación.	43
8.4 Definición operativa de variables.	43
8.5 Recursos y logística.	53
8.5.1 Recursos humanos.	53
8.5.2 Recursos materiales.	53
8.5.3 Logística.	53
9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.	54
10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	54
11. RESULTADOS.	54
11.1 Estadística descriptiva.	59
11.2 Resultados de análisis estadísticos.	64
12. DISCUSIÓN.	65
13. CONCLUSIONES.	68
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	69
15. ANEXOS.	71

Anexo I. Instrucciones para llenar el cuestionario de «historial de buceo».....	71
Anexo II. Cuestionario de «historial de buceo».....	71
Anexo III. Consentimiento informado.....	71
Anexo IV Aprobación de los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.	71

TÍTULO.

Correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución en la capacidad vital forzada en buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX, enero 2006 – junio 2021.

RESUMEN.

Objetivo. Determinar la existencia de correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución de la capacidad vital forzada en buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX. **Métodos.** Se aplicaron entrevistas a los buzos con la finalidad de llenar el cuestionario de «historial de buceo», el cual se diseñó para caracterizar la exposición a altas presiones atmosféricas durante su empleo en la TASP, el empleo en otros centros de trabajo de PEMEX, antes del empleo en PEMEX y el buceo no ocupacional, y para identificar características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar. Además, se obtuvieron dos espirometrías de cada buzo, con un grado de calidad técnica A, B o C, procurando que el intervalo de tiempo entre un estudio y otro fuera el más largo posible (cada buzo fue su propio control), con la intención de observar el deterioro en la capacidad vital forzada a consecuencia de la exposición continuada a altas presiones atmosféricas. Se denominó «exposición a altas presiones atmosféricas» a la suma del tiempo neto (en horas) que el buzo ha pasado debajo del nivel del mar, a mínimo 10 metros de profundidad. **Resultados.** Las características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar como la exposición ocupacional o extra ocupacional a partículas respirables (actual o previa), la presencia de patologías de base a nivel pulmonar (de origen general o profesional) y el antecedente de barotrauma pulmonar se consideraron criterios de exclusión, para evitar el sesgo de que el cambio observado en la capacidad vital forzada estuviera causado por estos factores y no por el buceo. La muestra final fue de 10 buzos, siendo una muestra representativa porque abarca a más del 50% del personal ocupacionalmente expuesto (POE) a altas presiones atmosféricas de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios de PEMEX. Mediante la suma de las exposiciones a altas presiones atmosféricas de cada empleo como buzo y el buceo no ocupacional, se obtuvo la exposición acumulada a lo largo de la carrera de buceo, con una mediana de 2657.5 horas. Para determinar la existencia de una reducción significativa de la FVC a la comparación de las espirometrías, se realizó la Prueba de Wilcoxon, obteniendo con un margen de error del 5% que el porcentaje del predicho de FVC final no sufrió una disminución estadísticamente significativa respecto al porcentaje del predicho de FVC inicial. Se utilizó el porcentaje del predicho de FVC y no el volumen absoluto obtenido en litros para calcular la diferencia, porque así se anula la probabilidad de que el cambio observado a lo largo de los años sea a consecuencia de la edad, ya que el valor predicho (teórico, normal, de referencia o consignado) es una estimación matemática que describe un valor promedio de FVC que corresponde a un individuo de acuerdo con la estatura, sexo y edad. Al no existir «disminución de la capacidad vital forzada» no tuvo lugar el análisis estadístico posterior, es decir, la

correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución de la capacidad vital forzada. **Conclusiones.** Se demostró que no existe disminución de la capacidad vital forzada estadísticamente significativa en la comparación de las espirometrías de los buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX. Otros investigadores han obtenido resultados similares en publicaciones posteriores al año 2000. Los estudios de investigación que comprobaron reducción significativa de la FVC son menos recientes (1985, 1994 y 1999), los cuales probablemente fueron tomados en cuenta para considerar a la espirometría como parte de la batería de estudios contemplados en los exámenes médicos de ingreso y periódicos en la *Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene*, sin embargo, a nivel internacional, se ha desestimado la utilidad de la espirometría como auxiliar diagnóstico en los exámenes médicos de vigilancia, ya que no proporciona información del mantenimiento o el deterioro de la función pulmonar, y la intención de realizar exámenes periódicos es identificar oportunamente patología incipiente que derive de la acción continuada de su labor y detectar cualquier problema respiratorio que pueda afectar su aptitud médica para bucear, luego entonces, en otros países, la espirometría ha sido sustituida por otras pruebas de función respiratoria como pletismografía y DLCO (difusión pulmonar de monóxido de carbono). En México deberá actualizarse la normatividad al demostrar que la prueba que contempla para evaluar periódicamente la función pulmonar en los buzos, carece de sustento científico para ser utilizada con ese fin. Finalmente, tras una revisión exhaustiva de la fisiología hiperbárica, en el presente estudio de investigación se proponen nuevas pruebas de función respiratoria como auxiliares diagnósticos en los exámenes médicos de vigilancia de los buzos, las cuales deberán evaluarse en una investigación posterior, a ver si tienen una mejor idoneidad para detectar deterioro en la función pulmonar o cambios que comprometan la aptitud médica del buzo.

1. ANTECEDENTES.

1.1 Orígenes del buceo profesional.

1.1.1 Urinadores, la unidad de buceadores del ejército romano.

Etimológicamente, *ūrīnātor* proviene del verbo latino *urinor* – *ūrīnō* en latín primitivo – (nadar bajo el agua, o bucear) que a su vez proviene de *ūrīna* (orina)¹. Esta relación etimológica parece estar basada en la reacción fisiológica que hace a los buceadores orinar abundantemente tras haber realizado una inmersión.²

Los urinadores romanos fueron la primera unidad de buceadores militares de carácter permanente y profesional de la que se tiene constancia histórica. Aunque anteriormente existieron grupos de buceadores entre los griegos o los asirios, fueron los romanos los primeros en crear en el siglo IV a.C. una unidad militar enteramente dedicada a las operaciones subacuáticas, con una formación especial – a estos jóvenes se les preparaba de manera distinta a los legionarios ya que, entre otras actividades, practicaban contener el

aliento el mayor tiempo posible, que luego les serviría para el buceo en apnea – que requería que sus integrantes fueran expertos nadadores y buceadores.¹

Los urinadores eran seleccionados por sus aptitudes y reclutados por todas las regiones del Imperio Romano (pudiendo incluso ser esclavos) y eran entrenados para realizar misiones de infiltración, inteligencia, exfiltración, transporte de armas, entrega de mensajes secretos escritos en brazaletes de plomo y sabotajes.³

Su equipo era muy simple, iban armados únicamente con cuchillos y disponían de una esponja empapada en aceite de oliva que llevaban en la boca y que al mascarla lo liberaba, modificando la refracción del agua para facilitar su visión. Para respirar bajo el agua usaban tubos y a más profundidad buceaban en apnea, con piedras de lastre para bajar y a veces odres o campanas de aire.³

Sus misiones eran muy variadas: ataque y sabotaje de los barcos o las defensas portuarias del enemigo, recuperar anclas del fondo, instalar defensas subacuáticas en los puertos y estuarios, transportar víveres y armamentos a ciudades sitiadas, o mensajes escritos en brazaletes de plomo a través de las líneas enemigas, o recuperar mercancías de barcos hundidos.¹

Se sabe, por las muchas medidas tomadas en los puertos, que las acciones de estos grupos eran numerosas y contundentes. Para contrarrestar las acciones bélicas de los urinadores se crearon ingeniosos medios de defensa. Así, se solían desplegar redes con cascabeles en la bocana de los puertos, centinelas armados con tridentes o rejas en los aliviaderos.¹

Los urinadores, según el historiador Vegetio Flavio, autor latino del siglo IV, en su obra: “De Re Militare” (Del Arte Militar) describió inicialmente a los buceadores utilizando una capucha en cuero para la cabeza, la cual estaba unida por un tubo de intestino de res a una especie de flotador o vejiga por donde se procuraba el aire. Vegetio Flavio escribió: «Portaban capuchas en cuero, con un tubo en la parte superior que afloraba a la superficie y sacos llenos de aire para sostener su extremo en flotación, contruidos con la piel del estómago de carneros». Incluso los ilustraba llevando como único equipo un puñal, un tubo respirador y brazaletes de plomo sobre los que se grababan los mensajes.¹ Además, describió que los urinadores eran buceadores de gran capacidad, capaces de recuperar objetos hasta 27 metros de profundidad.⁴

En tiempos de paz los urinadores constituyeron un gremio, y eran los buceadores que en los puertos se dedicaban a rescatar las mercancías que caían al agua durante los trabajos de carga y descarga. Por ley, los trabajos de estos buceadores eran pagados en función de la profundidad a la que se hallaba el objeto y la dificultad de su recuperación.¹

Los urinadores son, por ello, considerados los precursores del buceo militar y profesional en Occidente.¹



Figura 1. En Ostia, el puerto marítimo de Roma, existió una corporación de urinadores.

1.1.2 Acciones bélicas o históricas.

La primera misión en que tomaron parte los urinadores fue en la guerra civil entre Julio César y Cneo Pompeyo. Aprovechando la noche, los buceadores de César nadaron desde la playa hasta las naves de Pompeyo, cortaron los cabos de las anclas y las remolcaron hasta la playa. Una vez allí, las naves de Pompeyo fueron asaltadas y destruidas por el ejército de César.¹

Una historia transmitida oralmente se sitúa en la isla de Mozia, último baluarte de la conquista púnica de Sicilia. Mozia, circundada por un brazo de mar llamado «estanque grande», de relativo bajo fondo, estaba bien defendida por trece trirremes cartagineses que los romanos trataban de asaltar desde tierra a base de catapultas. A cada asalto, los trirremes levantaban las anclas y ganaban el mar abierto a través de un estrecho en la extremidad este de la ensenada, lo cual tornaba así vana cada tentativa belicosa del ejército. Mozia resistió a cada asedio, hasta que un cuerpo de Urinadores consiguió, trabajando sólo de noche, colocar grandes palos puntiagudos en el fondo del estrecho; los trirremes cartagineses encallaron, los barcos fueron hundidos y sepultados por el fango que recubría el fondo de este pasaje al mar. Uno de estos barcos ha sido recuperado por completo y se expone en una escuela de Marsala.¹

La última acción conocida tuvo lugar en el asedio de Bizancio por el emperador romano Septimio Severo en 190 d. C. En aquella ocasión un grupo de urinadores nadaron desde la orilla, se sumergieron frente a los barcos de Septimio Severo, clavaron argollas a sus cascos, cortaron las cuerdas de las anclas y pudieron ser remolcados y apresados en la orilla.¹

1.2 Fisiología hiperbárica.

Cuando los seres humanos descienden a las profundidades marinas, la presión que les rodea aumenta mucho. Para impedir que se colapsen los pulmones se debe aportar aire a una presión muy elevada para mantenerlos insuflados. Esta maniobra expone la sangre de los pulmones a una presión del gas alveolar extremadamente elevada, una situación que se denomina hiperbarismo. Más allá de ciertos límites estas presiones elevadas pueden producir importantes alteraciones de la fisiología corporal y pueden ser mortales.⁵

1.2.1 Relación de la presión con la profundidad marina.

Una columna de agua marina de 10 m de altura ejerce la misma presión en su parte inferior que la presión de la atmósfera que hay encima del mar. Por tanto, una persona que está 10 m debajo de la superficie del océano está expuesta a una presión de 2 atmósferas, con 1 atmósfera de presión producida por el peso del aire que está por encima del agua y la segunda atmósfera por el peso de la propia agua. A 20 m la presión es de 3 atmósferas, y así sucesivamente como se muestra en la siguiente tabla:⁵

Profundidad (metros)	Atmósferas
Nivel del mar	1
10	2
20	3
30	4
40	5
50	6
60	7
90	10
120	13
150	16

1.2.2 Efecto de la profundidad marina sobre el volumen de los gases: ley de Boyle.

Otro efecto importante de la profundidad es la compresión de los gases a volúmenes cada vez más pequeños. Si a nivel del mar un recipiente contiene 1 litro de aire, a 10 m por debajo del mar, donde la presión es de 2 atmósferas, el volumen se comprime a sólo medio litro, y a 8 atmósferas (70 m) a 1/8 de litro. Así, el volumen al que se comprime una cantidad dada de gas es inversamente proporcional a la presión. Este es un principio de la física se denomina *ley de Boyle* y es muy importante en la fisiología del buceo porque el aumento de presión puede colapsar las cavidades aéreas del cuerpo del buceador, especialmente los pulmones, y con frecuencia puede producir lesiones graves.⁵

1.2.3 Efecto de las presiones parciales elevadas de gases individuales sobre el organismo.

Los gases individuales a los que está expuesto el buceador cuando respira aire son nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono; todos ellos pueden en ocasiones producir efectos fisiológicos significativos a presiones elevadas.⁵ Se describen dichos efectos por separado, en los siguientes párrafos:

Narcosis por «nitrógeno» a presiones de este gas elevadas.

Aproximadamente cuatro quintos del aire son nitrógeno. A la presión del nivel del mar el nitrógeno no tiene ningún efecto significativo sobre la función del cuerpo, pero a presiones elevadas puede producir grados variables de narcosis. Cuando el buceador

permanece debajo del mar durante 1 hora o más y respira aire comprimido, la profundidad a la que aparecen los primeros síntomas de narcosis leve es de aproximadamente 36 m. A este nivel el buceador comienza a mostrar jovialidad y a perder muchas de sus precauciones. De 45 a 60 m el buceador está somnoliento. De 60 a 75 m su fuerza disminuye considerablemente y con frecuencia está demasiado torpe para realizar el trabajo necesario. Más allá de 75 m (presión de 8,5 atmósferas), si el buceador permanece demasiado tiempo a estas profundidades pierde prácticamente toda capacidad de actuación como consecuencia de la narcosis por nitrógeno.⁵

La narcosis por nitrógeno tiene características similares a las de la intoxicación alcohólica, y por este motivo con frecuencia se ha denominado «borrachera de las profundidades». Se piensa que el mecanismo del efecto narcótico es el mismo que el de la mayoría de los demás gases anestésicos. Es decir, se disuelve en las sustancias grasas de las membranas neuronales y, debido a su efecto físico sobre la alteración de la conductancia iónica a través de las membranas, reduce la excitabilidad neuronal.⁵

Toxicidad por el «oxígeno» a presiones elevadas.

Efecto de una P_{O_2} muy elevada sobre el transporte de oxígeno por la sangre.

En condiciones normales aproximadamente el 97% del oxígeno que se transporta desde los pulmones a los tejidos es transportado en combinación química con la hemoglobina de los eritrocitos. El 3% restante se transporta en estado disuelto en el agua del plasma y de las células de la sangre. Así, en condiciones normales el oxígeno es transportado hacia los tejidos casi totalmente por la hemoglobina.⁶

Cuando la P_{O_2} de la sangre aumenta por encima de 100 mmHg, la cantidad de oxígeno disuelto del agua de la sangre aumenta mucho.⁵

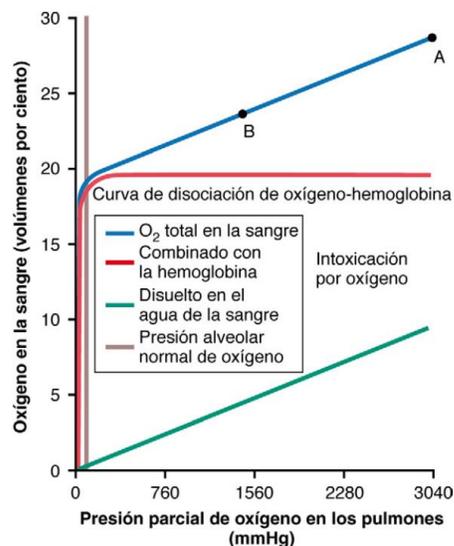


Figura 2. Cantidad de oxígeno disuelto en el líquido de la sangre y en combinación con la hemoglobina a P_{O_2} muy elevadas.

En la figura 2 se observa que en el intervalo normal de P_{O_2} alveolar (por debajo de 120 mmHg) una cantidad casi nula del oxígeno total de la sangre está formada por oxígeno disuelto, pero a medida que aumenta la presión de oxígeno hacia el intervalo de miles de mmHg (3040 mmHg = 4 atmósferas = 30 metros de profundidad), una gran parte del oxígeno total está disuelta en el agua de la sangre, además del que está unido a la hemoglobina.⁵

Efecto de una P_{O_2} alveolar elevada sobre la P_{O_2} tisular.

La sangre de una persona normal contiene aproximadamente 15 g de hemoglobina por cada 100 ml de sangre, y cada gramo de hemoglobina se puede unir a un máximo de 1.34 ml de oxígeno. Por tanto, 15×1.34 es igual a 20.1, lo que significa que, en promedio, los 15 g de hemoglobina de 100 ml de sangre se pueden combinar con un total de aproximadamente 20 ml de oxígeno si la hemoglobina está saturada al 100%. Esto habitualmente se expresa como 20 volúmenes por ciento.⁶

La cantidad total de oxígeno unido a la hemoglobina en la sangre arterial sistémica normal, que tiene una saturación del 97%, es de aproximadamente 19.4 ml por cada 100ml de sangre. Cuando atraviesa los capilares tisulares esta cantidad se reduce en promedio a 14.4ml (P_{O_2} de 40 mmHg, hemoglobina saturada en un 75%). Así, en condiciones normales se transportan aproximadamente 5ml de oxígeno desde los pulmones a los tejidos por cada 100 ml de flujo sanguíneo.⁶

Aunque la hemoglobina es necesaria para el transporte del oxígeno hacia los tejidos, realiza otra función esencial para la vida. Esta es su función como sistema «amortiguador tisular de oxígeno». Es decir, la hemoglobina de la sangre es el principal responsable de estabilizar la presión de oxígeno en los tejidos. Por ejemplo, cuando la P_{O_2} alveolar aumenta hasta un valor tan elevado como 500 mmHg, la saturación de oxígeno máxima de la hemoglobina nunca puede aumentar por encima del 100%, que es sólo un 3% por encima del nivel normal del 97%. Una pequeña cantidad de oxígeno adicional se disuelve en el líquido de la sangre. Después, cuando la sangre atraviesa los capilares tisulares y cede a los tejidos varios mililitros de oxígeno, esto reduce la P_{O_2} de la sangre capilar a un valor sólo algunos mmHg mayor que los 40 mmHg normales. Por tanto, la concentración del oxígeno alveolar puede variar mucho (desde 60 a más de 500 mmHg de P_{O_2}) y a pesar de todo la P_{O_2} de los tejidos periféricos no varía más de algunos mmHg desde el valor normal, lo que demuestra claramente la función de «amortiguador de oxígeno» tisular del sistema de la hemoglobina sanguínea.⁶

No obstante, a una presión de 4 atmósferas (30 metros de profundidad) se alcanza una presión alveolar de 3040 mmHg, lo anterior representa un contenido de oxígeno total en cada 100 ml de sangre de aproximadamente 29 volúmenes por ciento, esto significa 20 volúmenes por ciento unidos a la hemoglobina y 9 volúmenes por ciento disueltos en el agua de la sangre. Cuando esta sangre atraviesa los capilares tisulares y los tejidos utilizan su cantidad normal de oxígeno, aproximadamente 5 ml de cada 100 ml de sangre, el contenido de oxígeno que sale de los capilares tisulares sigue siendo de 24 volúmenes por ciento. En este punto la P_{O_2} es de aproximadamente 1200 mmHg, lo que significa

que el oxígeno se libera a los tejidos a esta presión extremadamente elevada y no al valor normal de 40 mmHg. Así, una vez que la P_{O_2} alveolar aumenta por encima de un nivel crítico (por encima de aproximadamente 2 atmósferas de P_{O_2}), el mecanismo amortiguador hemoglobina-oxígeno ya no puede mantener la P_{O_2} tisular en el intervalo normal y seguro de entre 20 y 60 mmHg.⁵

Intoxicación aguda por oxígeno.

La P_{O_2} tisular muy elevada que se produce cuando se respira oxígeno a una presión alveolar de oxígeno muy elevada puede ser perjudicial para muchos tejidos corporales. Por ejemplo, la respiración de oxígeno a una presión de oxígeno de 4 atmósferas ($P_{O_2} = 3040$ mmHg) producirá convulsiones seguidas de coma en la mayor parte de las personas en un plazo de 30 a 60 min. Las convulsiones con frecuencia se producen sin aviso y, por razones evidentes, es probable que sean mortales en buceadores que están sumergidos debajo del mar.⁵

Otros síntomas que se encuentran en la intoxicación aguda por oxígeno incluyen náuseas, calambres musculares, mareo, trastornos de la visión, irritabilidad y desorientación. El ejercicio aumenta mucho la susceptibilidad del buceador a la toxicidad por el oxígeno y hace que los síntomas aparezcan mucho antes y con una gravedad mucho mayor que en la persona que está en reposo.⁵

Oxidación intracelular excesiva como causa de la toxicidad por oxígeno del sistema nervioso: «radicales libres oxidantes».

El oxígeno molecular (O_2) tiene poca capacidad de oxidar otros compuestos químicos. Por el contrario, se debe convertir en una forma «activa» de oxígeno. Hay varias formas de oxígeno activo denominadas radicales libres de oxígeno. Uno de los más importantes es el radical libre superóxido O_2^- , y otro es el radical peróxido en forma de peróxido de hidrógeno. Incluso cuando la P_{O_2} tisular es normal al nivel de 40 mmHg, continuamente se forman pequeñas cantidades de radicales libres a partir del oxígeno molecular disuelto. Afortunadamente los tejidos también contienen múltiples enzimas que eliminan rápidamente estos radicales libres, como las peroxidasas, las catalasas y las superóxido dismutasas. Por tanto, siempre que el mecanismo amortiguador hemoglobina – oxígeno mantenga una P_{O_2} tisular normal, los radicales libres oxidantes se eliminan con una rapidez suficiente, de modo que tienen un efecto escaso o nulo sobre los tejidos.⁵

Por encima de una P_{O_2} alveolar crítica (por encima de aproximadamente 2 atmósferas de P_{O_2}), el mecanismo amortiguador de hemoglobina – oxígeno falla, y la P_{O_2} tisular puede aumentar entonces a cientos o miles de mmHg. A estos niveles elevados las cantidades de radicales libres oxidantes literalmente inundan los sistemas enzimáticos diseñados para eliminarlos, y ahora pueden tener efectos destructivos graves e incluso mortales sobre las células. Uno de los principales efectos es que oxidan los ácidos grasos poliinsaturados que son componentes esenciales de muchas de las membranas celulares. Otro efecto es que oxidan algunas de las enzimas celulares, lesionando gravemente de esta manera los sistemas metabólicos celulares. Los tejidos nerviosos

son especialmente susceptibles debido a su elevado contenido en lípidos. Por tanto, la mayor parte de los efectos mortales agudos de la toxicidad aguda por oxígeno están producidos por disfunción del encéfalo.⁵

Toxicidad por el «dióxido de carbono» a grandes profundidades en el mar.

Si el equipo de buceo está diseñado y funciona adecuadamente, el buceador no tiene problemas debido a la toxicidad del dióxido de carbono porque la profundidad en sí misma no aumenta la presión parcial de dióxido de carbono en los alvéolos. Esto es así porque la profundidad no aumenta la velocidad de producción de dióxido de carbono en el cuerpo, y mientras el buceador siga respirando un volumen corriente normal y espire el dióxido de carbono a medida que se forma, la presión alveolar de dióxido de carbono se mantendrá a un valor normal.⁵

Sin embargo, en ciertos tipos de equipos de buceo, como la escafandra y algunos tipos de aparatos con reinhalación, se puede acumular dióxido de carbono en el espacio muerto del aparato y lo puede reinhalar el buceador. Hasta una presión de dióxido de carbono (P_{CO_2}) alveolar de aproximadamente 80 mmHg, el doble de la que hay en los alvéolos normales, el buceador habitualmente tolera esta acumulación aumentando el volumen respiratorio minuto a un máximo de 8 a 11 veces para compensar el aumento del dióxido de carbono. Más allá de 80 mmHg de P_{CO_2} alveolar la situación se hace intolerable y finalmente el centro respiratorio comienza a estar deprimido, en lugar de excitado, debido a los efectos metabólicos tisulares negativos de la P_{CO_2} elevada. Entonces la respiración del buceador comienza a fallar y deja de compensar. Además, el buceador presenta una acidosis respiratoria grave y grados variables de obnubilación, narcosis y finalmente anestesia.⁵

1.2.4 Descompresión del buceador tras una exposición excesiva a una presión elevada.

Cuando una persona respira aire a una presión elevada durante un período prolongado aumenta la cantidad de nitrógeno disuelto en los líquidos corporales. La razón de esto es la siguiente: la sangre que fluye a través de los capilares pulmonares se satura con nitrógeno a la misma presión elevada que hay en la mezcla respiratoria alveolar. Y en un plazo de varias horas más se transporta una cantidad suficiente de nitrógeno a todos los tejidos del cuerpo para elevar su presión parcial de nitrógeno (P_{N_2}) tisular hasta igualar a la P_{N_2} del aire que se respira.⁵

Como el cuerpo no metaboliza el nitrógeno, permanece disuelto en todos los tejidos corporales hasta que la presión de nitrógeno en los pulmones disminuye de nuevo a un nivel más bajo, momento en el cual se puede eliminar el nitrógeno mediante el proceso respiratorio inverso; sin embargo, con frecuencia esta eliminación tarda horas en producirse y es el origen de los múltiples problemas que se denominan de manera colectiva enfermedad por descompresión.⁵

Volumen de nitrógeno disuelto en los líquidos corporales a diferentes profundidades.

Al nivel del mar hay disuelto casi exactamente 1 litro de nitrógeno en todo el cuerpo. Algo menos de la mitad de esta cantidad está disuelta en el agua del cuerpo, y algo más de la mitad, en la grasa. Esto es así porque el nitrógeno es cinco veces más soluble en la grasa que en el agua.⁵

Después de que el buceador se haya saturado con nitrógeno, el volumen al nivel del mar de nitrógeno disuelto en el cuerpo a diferentes profundidades es el siguiente:⁵

Metros	Litros
0	1
10	2
30	4
60	7
90	10

Son necesarias varias horas para que las presiones gaseosas del nitrógeno de todos los tejidos corporales lleguen casi a equilibrarse con la presión gaseosa del nitrógeno en los alvéolos. La razón de esto es que la sangre no fluye ni el nitrógeno difunde con la rapidez suficiente para producir un equilibrio instantáneo. El nitrógeno disuelto en el agua del cuerpo llega a un equilibrio casi completo en menos de 1 hora, pero el tejido graso, que precisa un transporte hasta cinco veces mayor de nitrógeno y que tiene una vascularización relativamente escasa, alcanza el equilibrio sólo después de varias horas. Por este motivo, si una persona permanece a niveles profundos durante sólo algunos minutos, no se disuelve mucho nitrógeno en los líquidos y tejidos corporales, mientras que, si la persona permanece a un nivel profundo durante varias horas, tanto el agua corporal como la grasa corporal se saturan con nitrógeno.⁵

Enfermedad por descompresión (sinónimos: enfermedad por aire comprimido, enfermedad de Caisson, parálisis del buceador, disbarismo).

Si un buceador ha estado sumergido un tiempo suficiente para que se hayan disuelto grandes cantidades de nitrógeno en su cuerpo y el buceador vuelve súbitamente a la superficie del mar, pueden formarse cantidades significativas de burbujas de nitrógeno en los líquidos corporales dentro o fuera de las células y producir lesiones leves o graves en casi cualquier parte del cuerpo, dependiendo del número y el tamaño de burbujas que se hayan formado; esto se denomina enfermedad por descompresión.⁵

Los principios subyacentes a la formación de burbujas se muestran en la figura 3. A nivel del mar existe una presión barométrica de 760 mmHg y la presión parcial de los gases componentes, es la siguiente a dicho nivel:

$$\text{Oxígeno (P}_{\text{O}_2}\text{): } (20.95\%) \times (760 \text{ mmHg}) = 159.22 \text{ mmHg,}$$

$$\text{Nitrógeno (P}_{\text{N}_2}\text{): } (79.05\%) \times (760 \text{ mmHg}) = 600.78 \text{ mmHg.}^7$$

En la figura 3A, los tejidos del buceador se han equilibrado con una elevada presión de nitrógeno disuelto ($P_{\text{N}_2} = 3918 \text{ mmHg}$), aproximadamente 6,5 veces la cantidad normal de nitrógeno en los tejidos. Mientras el buceador permanece en zonas profundas del mar, la

presión que rodea el exterior de su cuerpo (5000 mmHg) comprime todos los tejidos corporales lo suficiente como para mantener disuelto el exceso del gas nitrógeno. Sin embargo, cuando el buceador asciende de manera súbita al nivel del mar (figura 3B), la presión del exterior del cuerpo se hace de sólo 1 atmósfera (760 mmHg), mientras que la presión gaseosa en el interior de los líquidos corporales es la suma de las presiones de vapor de agua, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno, un total de 4065 mmHg, el 97% de la cual está producida por el nitrógeno. Evidentemente, este valor total de 4065 mmHg es mucho mayor que la presión de 760 mmHg del exterior del cuerpo. Por tanto, los gases pueden escapar del estado disuelto y formar burbujas, constituidas casi totalmente por nitrógeno, tanto en los tejidos como en la sangre, en la que obstruyen muchos vasos sanguíneos pequeños. Las burbujas pueden no aparecer durante muchos minutos a horas, porque a veces los gases pueden permanecer disueltos en el estado «supersaturado» durante horas antes de formarse las burbujas.⁵

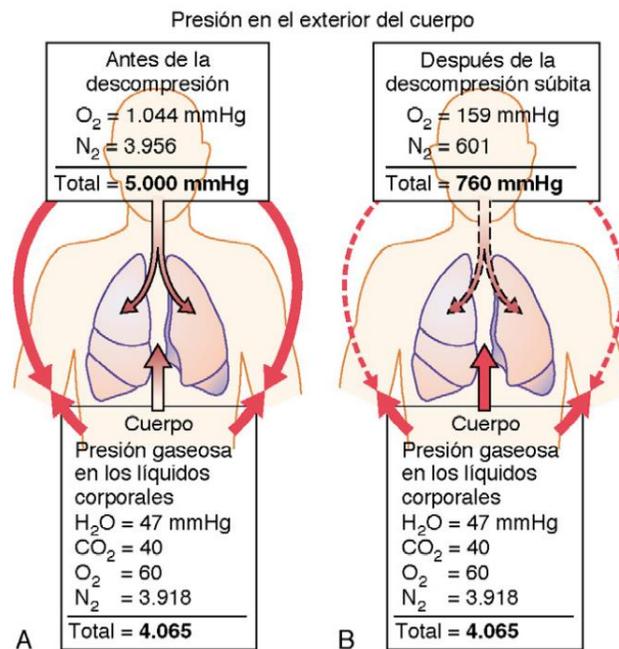


Figura 3. Presiones gaseosas tanto en el interior como en el exterior del cuerpo, que muestran (A) la saturación del cuerpo a presiones gaseosas elevadas cuando se respira aire a una presión total de 5000 mmHg, y (B) el gran exceso de presiones intracorporales que es responsable de la formación de burbujas en los tejidos cuando la presión intraalveolar pulmonar vuelve súbitamente desde 5000 mmHg hasta la presión normal de 760 mmHg.

Síntomas de la enfermedad por descompresión.

Los síntomas de la enfermedad por descompresión están producidos por el bloqueo por burbujas de gas de muchos vasos sanguíneos de diferentes tejidos. Al principio sólo se bloquean los vasos más pequeños por burbujas diminutas, pero a medida que las burbujas confluyen se afectan vasos progresivamente mayores. La consecuencia es la isquemia tisular y a veces la muerte.⁵

En el 85 al 90% de las personas que presentan enfermedad por descompresión, los síntomas son dolor en las articulaciones y los músculos de las piernas y de los brazos. El dolor articular

es responsable del término *bends* (del inglés «doblado») que con frecuencia se aplica a esta enfermedad.⁵

En el 5 al 10% de las personas que tienen enfermedad por descompresión se producen síntomas del sistema nervioso, que varían desde mareo en aproximadamente el 5% a parálisis o colapso e inconsciencia en hasta el 3%. La parálisis puede ser transitoria, aunque en algunos casos la lesión es permanente.⁵

Finalmente, alrededor del 2% de las personas que tienen enfermedad por descompresión presentan «asfixia», producida por la obstrucción de los capilares de los pulmones debida a una cantidad masiva de microburbujas; este trastorno se caracteriza por disnea grave, que con frecuencia es seguida por edema pulmonar grave y ocasionalmente la muerte.⁵

Eliminación de nitrógeno desde el cuerpo; tablas de descompresión.

Si un buceador vuelve lentamente a la superficie, habitualmente puede eliminar una cantidad suficiente de nitrógeno disuelto mediante la espiración a través de los pulmones para prevenir la enfermedad por descompresión. Aproximadamente dos tercios del nitrógeno total se liberan en 1 hora y aproximadamente el 90% en 6 horas. La Armada de EE. UU. ha preparado tablas de descompresión que detallan los procedimientos para una descompresión segura. Para dar una idea del proceso de descompresión, un buceador que ha estado respirando aire y que ha estado en el fondo marino durante 60 min a una profundidad de 60 m es sometido a descompresión de acuerdo con el régimen siguiente:⁵

10 min a una profundidad de 15 m
17 min a una profundidad de 12 m
19 min a una profundidad de 9 m
50 min a una profundidad de 6 m
84 min a una profundidad de 3 m

Así, para un período de trabajo en el fondo de sólo 1 hora, el tiempo total para la descompresión es de aproximadamente 3 horas.⁵

Descompresión en tanque y tratamiento de la enfermedad por descompresión.

Otra técnica que se utiliza mucho para la descompresión de los buceadores profesionales consiste en poner al buceador en un tanque presurizado y después reducir gradualmente la presión hasta la presión atmosférica normal, utilizando esencialmente el mismo régimen temporal que se ha señalado anteriormente.⁵

La descompresión en tanque es incluso más importante para tratar a las personas en las que aparecen síntomas de enfermedad por descompresión al cabo de varios minutos o incluso horas después de haber vuelto a la superficie. En este caso se vuelve a comprimir inmediatamente al buceador hasta un nivel profundo y después se realiza la descompresión durante un período varias veces mayor que el período de descompresión habitual.⁵

«Buceo con saturación» y utilización de mezclas de helio-oxígeno en buceo de profundidad.

Cuando los buceadores deben trabajar a niveles muy profundos, entre 75 y casi 300 m, con frecuencia viven en un gran tanque de compresión durante varios días o semanas seguidos, permaneciendo comprimidos a un nivel de presión próximo al nivel al que trabajarán. Esto mantiene los tejidos y líquidos del cuerpo saturados con los gases a los que estarán expuestos cuando hagan inmersión. Después, cuando vuelven al mismo tanque después de trabajar, no hay cambios significativos de presión, de modo que no se producen burbujas por descompresión. En las inmersiones a profundidades muy grandes, especialmente durante el buceo con saturación, habitualmente se utiliza helio en la mezcla de gases en lugar de nitrógeno por tres motivos: 1) tiene aproximadamente sólo 1/5 del efecto narcótico del nitrógeno; 2) en los tejidos corporales se disuelve sólo aproximadamente la mitad del volumen de helio que de nitrógeno, y el volumen que se disuelve difunde desde los tejidos durante la descompresión varias veces más rápidamente que el nitrógeno, reduciendo de esta manera el problema de la enfermedad por descompresión, y 3) la baja densidad del helio (1/7 de la densidad del nitrógeno) mantiene la resistencia de las vías aéreas al mínimo, lo que es muy importante porque el nitrógeno muy comprimido es tan denso que la resistencia de las vías aéreas se puede hacer extrema, a veces haciendo que el trabajo de la respiración sea insoportable.⁵

Finalmente, en inmersiones muy profundas es importante reducir la concentración de oxígeno en la mezcla de gases porque de otra manera se produciría toxicidad por el oxígeno. Por ejemplo, a una profundidad de 210 m (22 atmósferas de presión), una mezcla con oxígeno al 1% proporciona todo el oxígeno que precisa el buceador, mientras que una mezcla de oxígeno al 21% (el porcentaje del aire) administra a los pulmones una P_{O_2} mayor de 4 atmósferas, un nivel que muy probablemente producirá convulsiones en un período de tan sólo 30 min.⁵

1.2.5 Submarinismo (equipo autónomo de respiración subacuática).

Antes de la década de los cuarenta casi todas las inmersiones se hacían utilizando una escafandra conectada a una manguera a través de la cual se bombeaba aire hasta el buceador desde la superficie. Después, en 1943 el explorador francés Jacques Cousteau popularizó un equipo autónomo de respiración subacuática, conocido en inglés como SCUBA. El tipo de equipo autónomo de respiración subacuática que se utiliza en más del 99% de todas las inmersiones deportivas y comerciales es el sistema a demanda de circuito abierto. Este sistema está formado por los siguientes componentes: 1) uno o más tanques de aire comprimido o de cualquier otra mezcla respiratoria; 2) una válvula «reductora» de primera fase para reducir la presión muy elevada que procede de los tanques a un nivel de baja presión; 3) una combinación de válvula inhalatoria «a demanda» y de válvula espiratoria que permite que pase el aire hacia los pulmones con una presión respiratoria ligeramente negativa y después espirarlo hacia el mar a un nivel de presión ligeramente positivo respecto a la presión del agua circundante, y 4) una máscara y un sistema de tubos con un «espacio muerto» pequeño.⁵

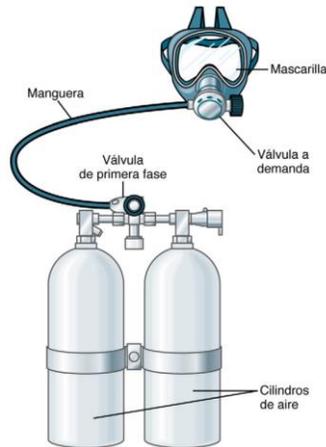


Figura 4. Equipo autónomo de respiración subacuática a demanda de circuito abierto.

El sistema a demanda funciona como sigue: la válvula reductora de primera fase reduce la presión que procede de los tanques de modo que el aire que se libera hacia la máscara tiene una presión sólo algunos mmHg mayor que la presión del agua circundante. La mezcla respiratoria no fluye de manera continua hacia la máscara. Por el contrario, con cada inspiración, la presión negativa adicional ligera de la válvula de demanda de la máscara tracciona el diafragma de la válvula y lo abre, y esto automáticamente libera aire desde el tanque hacia la máscara y los pulmones. De esta manera sólo entra en la máscara la cantidad de aire necesaria para la inhalación. Después, en la espiración, el aire no puede volver hacia el tanque, sino que es espirado hacia el agua.⁵

El problema más importante cuando se utiliza un equipo autónomo de respiración subacuática es la cantidad escasa de tiempo que se puede permanecer debajo de la superficie del agua; por ejemplo, sólo son posibles algunos minutos a una profundidad de 60 m.⁵

El motivo de esta limitación es que es necesario un gran flujo aéreo procedente de los tanques para eliminar el dióxido de carbono de los pulmones; cuanto mayor sea la profundidad, mayor es el flujo aéreo necesario, expresado como cantidad de aire por minuto, porque los volúmenes se han comprimido a tamaños pequeños.⁵

1.3 Gases respirables utilizados para bucear.

Las siguientes mezclas son utilizadas dependiendo de la profundidad y el tiempo del buceo que se va a realizar:

Aire comprimido: es la más habitual, la mezcla de gases es de 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno y 1% de otros gases traza, sólo es utilizable hasta 40 metros de profundidad que es el límite del buceo recreativo.

Nitrox o EAN (Enriched Air Nitrox): dependiendo del porcentaje de oxígeno existen 3 combinaciones estandarizadas: EAN32 o Nitrox I: 32% de oxígeno y 68% de nitrógeno, EAN36 o Nitrox II: 36% de oxígeno y 64% de nitrógeno y EAN40: 40% de oxígeno y 60% de

nitrógeno. De manera general utilizar esta mezcla tiene las siguientes ventajas: inmersiones más largas (tiempo), inmersiones más seguras (la cantidad de nitrógeno disuelto en el organismo será menor) y más inmersiones en un solo día (usualmente permite ascender sin descompresión). Sin embargo, el porcentaje de oxígeno es mayor en cualquier mezcla Nitrox que en la mezcla de gases de aire comprimido. Esto supone un riesgo por la toxicidad del oxígeno a altas presiones. Cuanto más oxígeno tenga la mezcla, menos profundidad puedes alcanzar, siendo su desventaja. A los 30 metros de profundidad en un plazo de 30 a 60 min respirando oxígeno al 21%, pueden presentarse crisis convulsivas y muerte (como ya se mencionó en el apartado de antecedentes «Intoxicación aguda por oxígeno»), por lo tanto, con estas mezclas la profundidad operativa máxima debe ser menos a los 30 metros.

Trímix: se mezclan 3 gases: oxígeno, nitrógeno y helio en diferentes porcentajes en función de las necesidades del buceador. Al sustituir parte del nitrógeno y del oxígeno por helio se rebaja el riesgo de narcosis por nitrógeno y de toxicidad por oxígeno. Por debajo de los 30 metros de profundidad, los buceadores están expuestos a sufrir narcosis por nitrógeno, en el buceo con Trímix, al tener un porcentaje de nitrógeno menor, se reduce esta posibilidad. Por otra parte, más allá de los 65 metros, el oxígeno alcanza presiones parciales demasiado altas y se vuelve tóxico para el sistema nervioso central. Para estas profundidades, se aumenta el porcentaje de helio en la mezcla y se reduce el de oxígeno. Como consecuencia, también se reduce el riesgo de sufrir toxicidad. Por eso el buceo con Trímix es el único que permite al ser humano alcanzar estas profundidades. Finalmente, a medida que aumenta la presión con la profundidad, los buceadores deben hacer mayor esfuerzo para respirar. Sin embargo, al ser el helio un gas muy ligero, los buzos tienen un gas menos denso en el tanque o cilindro y pueden respirar con más facilidad, de tal manera que el buceo a esas profundidades es un poco más confortable, una ventaja adicional. La razón por la que no se introduce el helio en las mezclas habituales es porque es un gas extremadamente caro y sumamente escaso.

HeliAir: se mezclan 3 gases: oxígeno, nitrógeno y helio como Trímix, pero recibe un nombre especial por la forma de mezclado. Mientras en el Trímix primero se introducen el oxígeno y el helio, para completar con aire comprimido, en el HeliAir, se añade sólo el helio y después aire comprimido. Lo que da como resultado una mezcla pobre fisiológicamente. El HeliAir apenas se usa ya a excepción de sitios remotos que no cuentan con el material necesario para hacer mezclas Trímix al uso.

Heliox: esta mezcla de gases de buceo no contiene nitrógeno, sólo helio y oxígeno. El Heliox es utilizado principalmente en el buceo profesional, que se realiza a grandes profundidades generalmente con los reabreathers. Cuando se utiliza esta mezcla, las proporciones de oxígeno varían en función de la profundidad, pero nunca suelen exceder el 21% del total de la mezcla. Esta mezcla es sumamente cara, sin embargo, para las inmersiones profundas con reabreather es bastante conveniente, porque no presenta riesgo alguno por narcosis con nitrógeno. Sin embargo, al ser una mezcla de gases de buceo de rápida difusión necesita paradas de descompresión más largas.

1.4 Marco normativo del buceo ocupacional en PEMEX.

1.4.1 Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Artículo 39. Con motivo de la exposición de los trabajadores a presiones ambientales anormales, los patrones deberán:⁸

- I. Contar con el análisis de los Riesgos para el Personal Ocupacionalmente Expuesto;
- II. Emplear únicamente a trabajadores mayores de 18 años y que cuenten con el certificado médico requerido;
- III. Adoptar las medidas que señala la Norma correspondiente para la realización de actividades a presiones ambientales bajas en tierra o de buceo a altas presiones;
- IV. Practicar exámenes médicos al Personal Ocupacionalmente Expuesto;
- V. Proporcionar capacitación y adiestramiento al Personal Ocupacionalmente Expuesto para desempeñar sus labores en forma segura;
- VI. Llevar la bitácora de procedimientos de cada jornada de buceo bajo altas presiones, y
- VII. Llevar los registros sobre las pruebas, servicios de mantenimiento, reparaciones, modificaciones y calibración a los equipos de buceo; la ocurrencia de Accidentes y Enfermedades de Trabajo, así como los exámenes médicos practicados.

1.4.2 Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene.

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en que se desarrollen actividades de buceo. Por lo tanto, esta norma rige en las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX.

*Definiciones:*⁹

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

z) personal ocupacionalmente expuesto: es todo trabajador expuesto a una presión ambiental anormal, en ejercicio o con motivo de su trabajo.

bb) presión ambiental anormal: se refiere indistintamente a presión ambiental alta o baja.

aa) presión ambiental alta: es aquella que existe en los lugares o locales de trabajo, cuya magnitud sea de 1520 mm Hg (2 atmósferas absolutas) o mayor.

*Obligaciones del patrón:*⁹

Realizar al POE (personal ocupacionalmente expuesto) los exámenes médicos iniciales, periódicos y especiales.

*Condiciones de seguridad e higiene en actividades de tipo buceo bajo altas presiones:*⁹

Numeral 8.1.2 Establecer por escrito y mantener en el lugar de trabajo en idioma español, los documentos siguientes:

e) los procedimientos necesarios para verificar, previo a la realización de las actividades de buceo, que los buzos que intervendrán en estas actividades se encuentran médicamente aptos;

Numeral 8.1.6 Después de la realización de actividades de buceo, **debe transcurrir un periodo mínimo de 24 horas para viajar en transporte aéreo**. En el caso de buceo de saturación, este tiempo será como mínimo de 72 horas.

Numeral 8.2.2 Certificado médico:

Todos los buzos deben someterse a los exámenes médicos iniciales, periódicos, y en su caso, especiales que certifiquen su aptitud médica para realizar dichas labores.

Exámenes médicos iniciales.

Antes de iniciar actividades como buzo, los trabajadores deben someterse a:

a) exámenes básicos que contengan al menos:

- 1) biometría hemática completa;
- 2) química sanguínea (glucosa, urea, creatinina y ácido úrico);
- 3) examen general de orina;

b) exámenes de gabinete:

- 1) telerradiografía de tórax en posteroanterior;
- 2) columna lumbosacra en anteroposterior y lateral, en posición de pie y descalzo;
- 3) senos paranasales.

c) examen médico general:

1) audiometría; estudiará la audiometría tonal de conducción aérea. Las frecuencias que se deben explorar son: 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hertz;

2) espirometría; los parámetros que deben integrarla (cuyos valores mínimos normales deben estar en el 80%), son cuando menos, los siguientes:

- capacidad vital espiratoria (forzada) (CVF);
- volumen espiratorio forzado del primer segundo (FEV₁);

- flujo medio espiratorio forzado 25 - 75% (FEF 25% - 75%);
- ventilación máxima voluntaria (VMV).

3) examen odontológico;

4) agudeza visual;

5) electrocardiograma de reposo;

6) sobrepeso; no sobrepasar en más de 20% el peso ideal.

d) examen psicológico: se deben evaluar tres áreas importantes: inteligencia general, habilidades específicas y aspectos de personalidad.

Para los aspirantes de más de 40 años, además de los exámenes médicos señalados anteriormente, se deben aplicar exámenes especiales complementarios, a criterio del médico designado por el patrón.

Exámenes médicos periódicos.

Deben tener el mismo contenido que los exámenes médicos iniciales establecidos en el apartado anterior y la periodicidad de su aplicación para que los buzos puedan ser certificados como aptos para el trabajo, será la siguiente:

a) anualmente, para buzos con edad entre 18 y 35 años;

b) semestralmente, para buzos con edad entre 36 y 40 años;

c) de acuerdo con la opinión del médico se determinará la periodicidad para buzos con más de 40 años, misma que no debe ser mayor a 6 meses.

Exámenes médicos especiales.

Cuando en los exámenes médicos iniciales o periódicos se detecte alteración del estado de salud del buzo, o cuando éste presente limitaciones en el desempeño de sus labores, se deben realizar los estudios que el médico considere necesarios para investigar las causas que pudieran originar un riesgo de trabajo.

1.4.3 Contrato Colectivo de Trabajo PEMEX – STPRM 2021 – 2023.

ACUERDO CMC/024/21¹⁰

CLÁUSULAS 103, 113 Y 134 **CONDICIONES DE TRATO A TRABAJADORES** **CON CATEGORÍA DE BUZO “A” Y “B”,** **EN ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS**

---Relacionado con el acuerdo CMC/024/19, del 29 de julio de 2019, las partes convienen su adecuación en los términos siguientes: -----

ACUERDO

PRIMERO. El patrón pagará un 100% más de salario ordinario a los trabajadores con categoría de Buzo, considerando la aplicación de una atmósfera adicional, debido a la naturaleza del trabajo, expresado en atmósferas absolutas, así, de 0 a 10 mts de profundidad, que corresponden a una atmósfera, más una adicional, se reportarán dos atmósferas; de 10 a 20 mts de profundidad, que corresponden a dos atmósferas más una adicional se reportarán tres atmósferas y así sucesivamente.

La relación para el cálculo del tiempo insalubre será, el tiempo efectivo de inmersión incrementado con el tiempo de descompresión, multiplicado por las atmósferas absolutas.

En los reportes generados por las labores de buceo, deberán detallarse claramente los tiempos efectivos de inmersión.

Ejemplo:

Fecha	Tiempo inmersión	Tiempo descompresión	Profundidad (mts)	Atmósferas	Insalubre
30/X/02	00:40	-	15	3	02:00
30/X/02	00:40	00:10	15	3	02:30
30/X/02	00:40	00:10	15	3	02:30
Total:					07:00

SEGUNDO. En concordancia con la cláusula 103, los trabajadores deberán sujetarse a exámenes médicos especializados, que serán practicados por un médico especialista en fisiología hiperbárica, de la empresa o por servicio subrogado, con la periodicidad siguiente:

- a) Cada año para los trabajadores de 18 a 35 años.
- b) Semestralmente para los de 36 a 40 años.
- c) De los 41 años o más de edad, la determinará la CLMSH y la Subgerencia de Salud en el Trabajo de la Subdirección de Servicios de Salud.

TERCERO. En virtud de las condiciones de trabajo y de tiempos de exposición al riesgo, se consideran como enfermedades de trabajo, la pérdida paulatina de las funciones cerebrales, cardiovasculares, pulmonares, auditivas, oculares y las que se deriven de la acción continuada de su labor. A los trabajadores que resulten no aptos para laborar como resultado de los exámenes médicos previstos, se les otorgará la jubilación de conformidad con la cláusula 134.

CUARTO. Para la protección y seguridad de los trabajadores, se estará a lo establecido en este contrato y en la NOM-014-STPS vigente.

1.4.4 Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2017.

ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS.¹¹

XVI. ARTÍCULO 45. El personal que realice trabajos bajo presiones atmosféricas anormales (buceo, ambiente hiperbárico y buceo de altitud), están obligados a someterse a exámenes médicos para la obtención de su certificado de aptitud médica, cumpliendo con la normatividad vigente aplicable.

XVI. ARTÍCULO 57. Todo el personal de buceo deberá informar a su superior inmediato de cualquier malestar o síntoma derivado o no de su actividad laboral, quien lo canalizará al servicio médico para su diagnóstico diferencial y de resultar enfermedad profesional se notificará a la CLMSH/CMSH.

XVI. ARTÍCULO 58. Todo el personal de buceo, invariablemente será capacitado sobre técnicas de primeros auxilios para la atención de posibles casos de emergencia por los efectos agudos de la exposición a bajas presiones y aires enrarecidos, además de contar con un botiquín de primeros auxilios, con los elementos necesarios, que determine servicios de la salud para la atención de los buzos, en el cual se tendrá disponible equipo para suministro de oxígeno medicinal, con capacidad necesaria para su aplicación durante el traslado al servicio médico, debiendo tener siempre disponible un medio seguro de transporte inmediato para los trabajadores que requieran atención de emergencia.

XVI. ARTÍCULO 60. El patrón a través de los servicios de salud en el trabajo practicará al personal de buceo, los siguientes exámenes médicos periódicos:

1. Biometría Hemática.
2. Química Sanguínea.
3. Examen General de Orina.
4. Telerradiografía de Tórax Posterior-Anterior y de senos paranasales.
5. Audiometría.
6. **Espirometría.**
7. Examen Odontológico.
8. Agudeza Visual.
9. Electrocardiograma de reposo.
10. Examen Psicológico, evaluando inteligencia general, habilidades específicas y aspectos de personalidad.

Y todos los exámenes médicos necesarios, para la detección de las enfermedades derivadas del buceo.

1.5 Buceo en las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Tuxpan, Pajaritos y Salina Cruz, de PEMEX.

La función de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios (TASP) es llevar a cabo operaciones de recibo, almacenamiento, manejo y entrega de productos petrolíferos a buques tanque para su comercialización nacional y, adicionalmente dan servicio de comercialización a buques tanque de origen extranjero.

Las actividades de buceo profesional son inherentes a las operaciones de las TASP, por lo que el inicio de dichas actividades profesionales se remonta al inicio de operaciones de cada Terminal, tal como se describe a continuación:

- TASP Madero: 1929.¹²
- TASP Tuxpan: 1914.¹³
- TASP Pajaritos: 1970.¹⁴
- TASP Salina Cruz: 1981.¹⁵

El reglamento de labores que se entiende como «la relación de las actividades correspondientes a cada una de las categorías consignadas en el Índice de Categorías por Nivel del Tabulador de Salarios»,¹⁰ de las dos categorías de relevancia en este estudio, se anexan a continuación:

1.5.1 Buzo “A” diversos oficios. Clasificación 29.84.01.

Propósito del puesto: Coordinar y ejecutar como buzo líder todo tipo de trabajos relacionados con actividades subacuáticas, de acuerdo con los procedimientos establecidos para mantener la operación de los equipos e instalaciones.¹⁶

Obligaciones:¹⁶

- 1) Realizar los trabajos de buzo “A” (diversos oficios), de acuerdo con las órdenes de su superior inmediato, las cuales podrán ser en forma verbal o por escrito, apoyadas por medio de manuales, planos, catálogos e instructivos (con nomenclatura e instrucciones) los que debe saber leer e interpretar.
- 2) Cumplir con la normatividad vigente aplicable a su rama y categoría, particularmente lo referido en la Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS vigente y demás relativas a su ámbito de competencia.
- 3) Aplicar todos los aspectos técnicos operativos, relacionados con la cámara hiperbárica, tablas de tratamiento, descompresión con oxígeno. Al igual que los procedimientos aplicables ante una emergencia médica o de buzo inconsciente, atrapado, lesionado, perdido, entre otras.
- 4) Ejecutar toda clase de trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, relacionados con: instalaciones subacuáticas portuarias y navales, tales como: mono boyas, plataformas marinas embarcaciones a flote, muelles, diques, varaderos, tanques de agua, entre otras, así como sus componentes y accesorios. En conservación, inspección, reparación, construcción parcial o general, de las que requieran los conocimientos especializados en la rama del buceo, apoyándose en la información correspondiente como: catálogo de partes manuales de operación y mantenimiento, cortes seccionales, diagramas, esquemas o dibujos que se le proporcionen.
- 5) Aplicar las técnicas subacuáticas predictivas como es la aplicación de soldadura (húmeda), corte (oxi / arco), toma de lectura a la protección catódica, toma de potenciales, calibración ultrasónica de espesores; toma de batimetrías; trabajos de dragado del lecho marino en localización de ductos submarinos; conexión y desconexión de mangueras submarinas / flotantes; toma de video y fotografía submarina entre otras, para el

diagnóstico, detección y corrección de fallas en equipo, instalaciones subacuáticas, embarcaciones a flote, muelles, plataformas marinas, mono boyas entre otras.

- 6) Realizar los trabajos de mantenimiento relacionados con mangueras submarinas y flotantes, pilotes de muelles, rejillas, cárcamos, ánodos de sacrificio, cadenas de anclaje de mono boyas, válvulas submarinas, ductos submarinos, casco de embarcaciones a flote, protección catódica, entre otros, que requieran del conocimiento y experiencia en campo de operaciones de buceo industrial.
- 7) Aplicar los sistemas de medición en unidades relacionadas con el buceo (sistema métrico decimal e inglés; así como la física, fisiología del buceo, manejo de accidentes, entre otras) para los trabajos encomendados.
- 8) Verificar previamente en cada operación de buceo la selección de los equipos y el correcto funcionamiento de estos, evitando las actividades de exposición extrema, de acuerdo con una planeación de trabajo considerando los riesgos específicos como: profundidad, tiempo de inmersión, temperatura, visibilidad, flora, fauna, marejada, corriente, nitrógeno residual, efectos contaminantes, entre otros; de acuerdo al análisis de riesgo acatando procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 9) Verificar la calidad y pureza del gas respirable (aire) previo a una inmersión, así como contar con el número suficiente de cilindros de aire de emergencia, cumpliendo con los procedimientos aplicables.
- 10) Asegurarse que en toda operación y maniobras de buceo se utilice un punto seguro de ascenso en superficie con todos los medios adecuados.
- 11) Coordinar el llenado de tanques de aire comprimido para equipo de respiración autónoma; cumpliendo procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 12) Coordinar la transportación de los equipos y herramientas para las actividades de buceo al sitio de trabajo conforme a los procedimientos establecidos.
- 13) Coordinar la operación segura de embarcación menor (lancha motor fuera de borda) cuando se tenga, para apoyo de las actividades de buceo; cumpliendo con la reglamentación, procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 14) Vigilar que los buzos después de una inmersión que hayan requerido descompresión no realicen trabajos físicos pesados, por estar en riesgo de padecer una enfermedad por descompresión.
- 15) Coordinar la manufactura de costuras de cabos y cables de acero de cualquier medida, requeridas para su actividad.
- 16) Realizar trabajos de orden y limpieza en las áreas asignadas de buceo para mantener en estado de aseo de los lugares, equipos y accesorios de buceo entre otros.
- 17) Participar en los simulacros y todos los entrenamientos para responder a situaciones de emergencia, y presentarse con prontitud al lugar asignado y realizar las funciones indicadas con el plan general de zafarranchos.
- 18) Informar a su superior los actos inseguros, incidentes y accidentes que observe en su área de trabajo, participando en el análisis de estos cuando se requiera.
- 19) Conocer y cumplir el reglamento de labores de su categoría.
- 20) Participar en la detección de necesidades de capacitación del personal a su cargo y asistir a los cursos programados por la empresa, así como las evaluaciones de aprovechamiento. Asistir y participar en la reunión de inicio de jornada (o como se le denomine en lo futuro).
- 21) Asistir a los cursos de capacitación programados por la institución, para mantenerse actualizado sobre los avances técnicos, operativos y de seguridad relacionados con los

trabajos de su categoría, así como conocer su reglamento de labores y el del personal a su cargo.

- 22) Conocer y aplicar los requerimientos de:
 - a) Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
 - b) Política institucional en materia de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
 - c) Procedimientos para segregación, control y disposición final de basura.
 - d) Disciplina operativa (procedimientos operativos, procedimientos de emergencia, análisis de seguridad e instructivo específico operativo).
- 23) Informar a su superior inmediato sobre los trabajos a él encomendados, así como elaborar los reportes administrativos y técnicos que le sean requeridos.
- 24) Registrar en el libro de bitácora o cualquier otro medio institucional en uso, los acaecimientos ocurridos durante sus guardias / actividades.
- 25) Realizar en caso necesario todas aquellas labores que aun siendo de inferior su categoría, guarden analogía o conexión con su especialidad.

**A fin de mejorar la calidad y eficiencia en la ejecución de los trabajos relacionados con la rama de marina en embarcaciones e instalaciones marítimas de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios o al servicio de éstos, los trabajadores sindicalizados aspirantes a ocupar la categoría de buzo "A" (diversos oficios), acrediten, mediante una libreta de mar, de acuerdo con el reglamento para la formación y capacitación de los tripulantes de la marina mercante y para la expedición de títulos, certificados, libretas de mar y de identidad marítima expedidos por institución oficialmente reconocida. Así como certificados de competencia correspondientes.

1.5.2 Buzo "B" diversos oficios. Clasificación 27.84.01.

Propósito del puesto: Coadyuvar y ejecutar en todo tipo de trabajos relacionados con actividades subacuáticas, de acuerdo con los procedimientos establecidos para mantener la operación de los equipos e instalaciones.¹⁷

Obligaciones:¹⁷

- 1) Realizar los trabajos de buzo "B" (diversos oficios), de acuerdo con las órdenes de su superior inmediato, las cuales podrán ser en forma verbal o por escrito, apoyadas por medio de manuales, planos, catálogos e instructivos (con nomenclatura e instrucciones) los que debe saber leer e interpretar.
- 2) Cumplir con la normatividad vigente aplicable a su rama y categoría, particularmente lo referido en la Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS vigente y demás relativas a su ámbito de competencia.
- 3) Aplicar todos los aspectos técnicos operativos, relacionados con la cámara hiperbárica, tablas de tratamiento, descompresión con oxígeno. Al igual que los procedimientos aplicables ante una emergencia médica o de buzo inconsciente, atrapado, lesionado, perdido, entre otras.
- 4) Coadyuvar en toda clase de trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, relacionados con: instalaciones subacuáticas portuarias y navales, tales como: mono

boyas, plataformas marinas embarcaciones a flote, muelles, diques, varaderos, tanques de agua, entre otras, así como sus componentes y accesorios. En conservación, inspección, reparación, construcción parcial o general, de las que requieran los conocimientos especializados en la rama del buceo, apoyándose en la información correspondiente como: catálogo de partes manuales de operación y mantenimiento, cortes seccionales, diagramas, esquemas o dibujos que se le proporcionen.

- 5) Coadyuvar en la aplicación de las técnicas subacuáticas predictivas como es la aplicación de soldadura (húmeda), corte (oxi / arco), toma de lectura a la protección catódica, toma de potenciales, calibración ultrasónica de espesores; toma de batimetrías; trabajos de dragado del lecho marino en localización de ductos submarinos; conexión y desconexión de mangueras submarinas / flotantes; toma de video y fotografía submarina entre otras, para el diagnóstico, detección y corrección de fallas en equipo, instalaciones subacuáticas, embarcaciones a flote, muelles, plataformas marinas, mono boyas entre otras.
- 6) Realizar los trabajos de mantenimiento relacionados con mangueras submarinas y flotantes, pilotes de muelles, rejillas, cárcamos, ánodos de sacrificio, cadenas de anclaje de mono boyas, válvulas submarinas, ductos submarinos, casco de embarcaciones a flote, protección catódica, entre otros, que requieran del conocimiento y experiencia en campo de operaciones de buceo industrial.
- 7) Aplicar los sistemas de medición en unidades relacionadas con el buceo (sistema métrico decimal e inglés; así como la física, fisiología del buceo, manejo de accidentes, entre otras) para los trabajos encomendados.
- 8) Verificar previamente en cada operación de buceo la selección de los equipos y el correcto funcionamiento de estos, evitando las actividades de exposición extrema, de acuerdo con una planeación de trabajo considerando los riesgos específicos como: profundidad, tiempo de inmersión, temperatura, visibilidad, flora, fauna, marejada, corriente, nitrógeno residual, efectos contaminantes, entre otros; de acuerdo al análisis de riesgo acatando procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 9) Verificar la calidad y pureza del gas respirable (aire) previo a una inmersión, así como contar con el número suficiente de cilindros de aire de emergencia, cumpliendo con los procedimientos aplicables.
- 10) Asegurarse que en toda operación y maniobras de buceo se utilice un punto seguro de ascenso en superficie con todos los medios adecuados.
- 11) Ejecutar el llenado de tanques de aire comprimido para equipo de respiración autónoma; cumpliendo procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 12) Ejecutar la transportación de los equipos y herramientas para las actividades de buceo al sitio de trabajo conforme a los procedimientos establecidos.
- 13) Ejecutar la operación segura de embarcación menor (lancha motor fuera de borda) cuando se tenga, para apoyo de las actividades de buceo; cumpliendo con la reglamentación, procedimientos e instrucciones de trabajo.
- 14) Ejecutar la manufactura de costuras de cabos y cables de acero de cualquier medida, requeridas para su actividad.
- 15) Realizar trabajos de orden y limpieza en las áreas asignadas de buceo para mantener en estado de aseo de los lugares, equipos y accesorios de buceo entre otros.
- 16) Participar en los simulacros y todos los entrenamientos para responder a situaciones de emergencia, y presentarse con prontitud al lugar asignado y realizar las funciones indicadas con el plan general de zafarranchos.

- 17) Informar a su superior los actos inseguros, incidentes y accidentes que observe en su área de trabajo, participando en el análisis de estos cuando se requiera.
- 18) Conocer y cumplir el reglamento de labores de su categoría.
- 19) Participar en la detección de necesidades de capacitación del personal a su cargo y asistir a los cursos programados por la empresa, así como las evaluaciones de aprovechamiento. Asistir y participar en la reunión de inicio de jornada (o como se le denomine en lo futuro).
- 20) Asistir a los cursos de capacitación programados por la institución, para mantenerse actualizado sobre los avances técnicos, operativos y de seguridad relacionados con los trabajos de su categoría, así como conocer su reglamento de labores y el del personal a su cargo.
- 21) Conocer y aplicar los requerimientos de:
 - a) Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
 - b) Política institucional en materia de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
 - c) Procedimientos para segregación, control y disposición final de basura.
 - d) Disciplina operativa (procedimientos operativos, procedimientos de emergencia, análisis de seguridad e instructivo específico operativo).
- 22) Informar a su superior inmediato sobre los trabajos a él encomendados, así como elaborar los reportes administrativos y técnicos que le sean requeridos.
- 23) Registrar en el libro de bitácora o cualquier otro medio institucional en uso, los acaecimientos ocurridos durante sus guardias / actividades.
- 24) Realizar en caso necesario todas aquellas labores que aun siendo de inferior su categoría, guarden analogía o conexión con su especialidad.

****A fin de mejorar la calidad y eficiencia en la ejecución de los trabajos relacionados con la rama de marina en embarcaciones e instalaciones marítimas de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios o al servicio de éstos, los trabajadores sindicalizados aspirantes a ocupar la categoría de buzo "B" (diversos oficios), acrediten, mediante una libreta de mar, de acuerdo con el reglamento para la formación y capacitación de los tripulantes de la marina mercante y para la expedición de títulos, certificados, libretas de mar y de identidad marítima expedidos por institución oficialmente reconocida. Así como certificados de competencia correspondientes.**

1.6 Espirometría como prueba de función respiratoria (PFR) en personal ocupacionalmente expuesto (POE) a presiones elevadas.

La función pulmonar puede explorarse desde los componentes de mecánica respiratoria y de intercambio de gases. La valoración mecánica explora la integridad de los volúmenes pulmonares y su desplazamiento a través de la vía aérea, la cual depende de las características elásticas de los pulmones (distensibilidad) y de la caja torácica, la permeabilidad de la vía aérea (resistencia) y la fuerza muscular suficiente como sistema motor respiratorio. La manera más sencilla, confiable y accesible de medir la mecánica de la respiración es con una espirometría. Por otra parte, la función primordial de los pulmones es permitir el intercambio de gases, oxígeno y bióxido de carbono entre la atmósfera y la sangre. Existen PFR que valoran este aspecto funcional; la prueba de difusión pulmonar de monóxido

de carbono (DLCO) es la más recomendada. La gasometría arterial o sus sustitutos no invasivos, como la oximetría de pulso, son también pruebas de intercambio de gases y de transporte en la sangre.¹⁸

La espirometría sirve para medir el volumen de aire que se puede exhalar y que es proporcional al tamaño de los pulmones. Además, se puede determinar si los bronquios están o no obstruidos.¹⁸

Dicho lo anterior, en este protocolo de investigación, la espirometría se considerará la prueba de función respiratoria de elección porque es la más universalmente utilizada para los exámenes de ingreso y vigilancia a salud de buzos profesionales, lo que permitirá comparar los resultados de este protocolo con estudios similares. Adicionalmente es poco costosa y se encuentra disponible en los Servicios Preventivos de Medicina del Trabajo ubicados en las TASP Madero, Tuxpan, Pajaritos y Salina Cruz, de PEMEX.

1.6.1 Principales variables y sus definiciones medidas por la espirometría.

- FVC (*forced vital capacity*): capacidad vital forzada (CVF), es el máximo volumen de aire exhalado después de una inspiración máxima, expresado en litros.¹⁸
- FEV₁ (*forced expiratory volumen in one second*): Volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF₁), volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la FVC, expresado en litros.¹⁸
- FEV₆ (*forced expiratory volumen in six seconds*): Volumen espiratorio forzado en el segundo 6 (VEF₆), volumen de aire exhalado al segundo seis de la FVC. Se usa como equivalente de la FVC en la espirometría de consultorio.¹⁸
- FEV₁/FVC: Cociente o relación FEV₁/FVC es la relación de FEV₁, dividido entre la FVC y expresada como porcentaje. Esta relación es la variable más comúnmente utilizada para definir obstrucción al flujo aéreo.¹⁸
- FEV₁/FEV₆: Cociente o relación FEV₁/FEV₆ es la relación de FEV₁, dividido entre la FEV₆, expresado como porcentaje. Esta relación es similar al FEV₁/FVC para definir obstrucción al flujo aéreo.¹⁸

1.6.2 Valores predichos.

Para definir “normalidad” en una espirometría es necesario contar con un comparativo. Este comparativo son los valores de referencia, también llamados normales, predichos, teóricos o consignados. Los valores “normales” son estimaciones matemáticas que describen un valor promedio de FVC o FEV₁ que corresponden a un individuo de acuerdo con la estatura, sexo y edad.¹⁸

La mayoría de los valores predichos han sido generados de estudios con base poblacional que incluyen cientos o miles de participantes, generalmente sanos y no fumadores. Claramente se han encontrado diferencias raciales y poblacionales, por lo que conviene saber de dónde provienen esos valores y si es recomendable que sean usados en la población de estudio. Los mejores valores de referencia son aquellos que corresponden a la misma población y que fueron realizados con equipo y procedimientos similares. La siguiente tabla

muestra las ecuaciones de referencia más comúnmente disponibles en los espirómetros, así como las más recientes, generadas en México y Latinoamérica:¹⁸

Ecuación	País	Año	¿Recomendable?
NHANES III (Hankinson JL, et al. 1999) (México – Americanos)	EUA	1999	✓✓✓
INER (Pérez – Padilla JR, et al. 2001) (RPP)	México	2001	✓✓✓
PLATINO (Pérez – Padilla R, et al. 2007) (>40 años)	Latinoamérica	2005	✓✓✓
HAP (Regalado – Pineda JR, et al. 2005) (JRP)	México	2005	✓
GLI (Quanjer PH, et al. 2012)	Multinacional	2012	✓✓
Crapo (Crapo R, et al. 1981)	EUA	1981	✓
Knudson (Knudson)	EUA	1983	✗
Coultas (Coultas D, et al. 1988)	EUA	1988	✗✗
Quanjer (Quanjer PH, et al. 1993)	EUA	1993	✗✗

1.6.3 Aseguramiento de la calidad en la espirometría.

Graduar la calidad técnica de la espirometría es una forma práctica de resumir qué tan bien fue hecha la prueba, por lo tanto, describe el nivel de confiabilidad técnica para el diagnóstico espirométrico. Establecer un grado de calidad es un proceso frecuente e incluso automatizado por muchos espirómetros; sin embargo, no es un estándar internacional. La graduación de calidad se establece de acuerdo con los criterios de aceptabilidad de las maniobras de FVC y a la repetibilidad de estas. Se proponen 6 grados que se denominan con las letras A hasta F. El grado A corresponde a una prueba que cumple el estándar internacional de tres maniobras de FVC aceptables y con repetibilidad menor a 0.15 L para los valores de FVC y FEV₁, lo que se puede considerar como una prueba técnicamente muy confiable para la interpretación. El grado B corresponde a tres maniobras aceptables y repetibles en menos de 0.20 L (estándar ATS 1995) y se considera confiable para la interpretación. Dos maniobras aceptables y repetibles en menos de 0.20 L, grado C, sería la menor calidad suficientemente confiable. Los grados de calidad D, E y F deben interpretarse con reservas, ya que los resultados pueden ser no confiables.¹⁸

Grado	Maniobras aceptables	Repetibilidad (FVC y FEV1)	Interpretación de la calidad
A	3	<0.15 L	Técnicamente muy confiable (estándar internacional ATS/ERS 2005)
B	3	<0.20 L	Técnicamente confiable
C	2	<0.20 L	Suficientemente confiable
D	2	>0.20 L	Aceptable pero variable
E	1	-	Inadecuada

Grado	Maniobras aceptables	Repetibilidad (FVC y FEV1)	Interpretación de la calidad
F	0	-	Inadecuada

2. MARCO TEÓRICO.

Como se analizó en los apartados anteriores, los buzos profesionales están expuestos a altas presiones atmosféricas y fisiológicamente presentan los siguientes efectos: aumento de la resistencia respiratoria, reducción de los volúmenes pulmonares dinámicos a medida que aumenta la presión atmosférica, microburbujas en los pulmones durante y después de la descompresión ocasionando anomalías en el intercambio de gases e inflamación y, toxicidad por oxígeno en el tejido pulmonar.¹⁹

Es por eso por lo que los buzos profesionales son monitoreados continuamente durante los exámenes de vigilancia médica, mismos que ya se describieron en el apartado de antecedentes, en donde se hizo referencia a la Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene, la cual regula la periodicidad y el contenido de los exámenes médicos periódicos.

El objetivo más importante de las pruebas de función respiratoria (PFR) es detectar alteraciones de la función pulmonar que pueden aumentar el riesgo de barotraumatismos pulmonares durante el ascenso, un accidente poco frecuente pero potencialmente grave entre los buceadores.¹⁹ La única prueba de función respiratoria que se requiere en la normatividad vigente (NOM-014-STPS-2000) es la espirometría, la cual, ofrece una buena estimación de dos de los efectos del hiperbarismo: modificación de los volúmenes pulmonares y aumento de la resistencia pulmonar. Sin embargo, no permite medir las anomalías a nivel de intercambio de gases, como se explicó en el apartado antecedentes, numeral 4.5 Espirometría como prueba de función respiratoria (PFR) en POE a presiones elevadas.

A continuación, se hace una breve descripción de los estudios que han aportado hallazgos significativos de cambios en la función respiratoria a consecuencia del buceo a largo plazo, utilizando como prueba de función respiratoria la espirometría:

Un estudio observacional, descriptivo, longitudinal, retrospectivo y progresivo realizado en Reino Unido en 1984 en buzos comerciales, diseñado para examinar el efecto a largo plazo del buceo en los volúmenes pulmonares mediante el análisis de las espirometrías realizadas en sus exámenes médicos anuales, dividió a su población de estudio en dos grupos: el primer grupo con registros espirométricos en un intervalo de 3 o 4 años y el segundo grupo con registros espirométricos en un intervalo de 5 años o más. En ambos grupos, hubo una disminución significativa en el FEV₁ y la capacidad vital forzada (FVC). No hubo correlación con la edad del buceador, la profundidad operativa máxima, la duración de la carrera de buceo o el cambio de peso. La disminución de la FVC asociada con el buceo se produjo a partir de valores de FVC que estaban por encima de lo normal previsto, por lo tanto, el efecto puede representar un retorno gradual hacia la normalidad o una reducción patológica del volumen pulmonar.²⁰

Un estudio observacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo y progresivo realizado en Oslo de 1992 a 1994 diseñado para caracterizar la exposición al buceo y la función pulmonar en buzos profesionales al inicio de su educación formal y durante los primeros 3 años de su carrera profesional, incluyó a un total de 87 buzos varones que participaron en dos pruebas de función pulmonar, una al inicio y otra al final del curso (15 semanas), además, 83 buzos participaron en el estudio de seguimiento 1 año después de asistir a la escuela y 81 en el seguimiento después de 3 años. La evaluación de la función pulmonar incluyó volúmenes y flujos pulmonares dinámicos y factor de transferencia de monóxido de carbono (TICO). Al inicio del curso de buceo no hubo diferencias en FVC, FEV₁ y en TICO entre los 69 buceadores pre-expuestos al buceo y los 18 buzos nunca expuestos. La FVC fue significativamente mayor de lo previsto en ambos grupos. En el seguimiento a los 3 años hubo una reducción significativa en el FEV₁ medio del 1.8%, FEF25-75% del 6.5% y en el FEF75% del 10.4%. No hubo cambios en FVC. El TICO se redujo significativamente en un 4,6%. No se encontraron efectos significativos de la exposición acumulada al buceo, incluido el número de inmersiones, sobre los cambios relativos de cualquiera de las variables de función pulmonar. Los resultados indican que los buzos inicialmente pertenecen a un grupo seleccionado con una gran FVC. La exposición al buceo puede contribuir a cambios en la función pulmonar, afectando principalmente la conductancia de las vías respiratorias pequeñas.²¹

En un estudio observacional, descriptivo, longitudinal, retrospectivo y progresivo realizado en Nueva Zelanda, los cambios en la función pulmonar a lo largo del tiempo se compararon con valores normativos derivados mediante ecuaciones de predicción publicadas. Se evaluó la correlación de cualquier cambio significativo con la edad, la duración del buceo ocupacional, el sexo, el historial de tabaquismo y el índice de masa corporal (IMC). Se analizaron datos de espirometría que abarco períodos de 10 a 25 años para 232 buceadores. La capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1) disminuyeron con el aumento de la duración del buceo, pero un poco menos de lo previsto con el aumento de la edad, mientras que el flujo espiratorio máximo (PEF) disminuyó más de lo esperado para la edad en los buceadores a largo plazo. Los cambios en el PEF fueron estadísticamente significativos y se correlacionaron con la duración de la exposición al buceo, la edad inicial y el IMC final. Sin embargo, los cambios fueron pequeños y probablemente clínicamente insignificantes.²²

Otro estudio prospectivo longitudinal realizado en 20 bomberos-buzos, comparó 2 pruebas de función pulmonar separados por 9 años. Todos eran hombres y no fumadores. Hubo disminuciones significativas en FVC, FEV₁, cociente FEV₁/FVC, FEF50%, capacidad inspiratoria y ventilación voluntaria máxima.^{19,23}

En otros estudios seriados los autores incluyeron a 87 hombres al inicio de su formación como buceadores profesionales y estudiaron los volúmenes pulmonares, los flujos bronquiales y la TLCO. Los volúmenes pulmonares fueron capacidad vital (VC), FVC y capacidad pulmonar total (TLC). Los flujos bronquiales fueron FEV₁, FEF al 75%, 50% y 25% de FVC (FEF75%, FEF50% y FEF25%, respectivamente) y FEF entre 25% y 75% de FVC (FEF25-75%). Después de 3 años, hubo una reducción significativa en el FEV₁, el FEF25 75% y FEF25%, respectivamente, en la media (DE): 1,8% (6,5), 6,5% (11,7) y 10,4% (16,8). Después de 6

años de seguimiento, los resultados mostraron una reducción anual de FVC y FEV₁, en media (DE): 0,91% (1,22) y 0,84% (1,28) por año y por buceador profesional. Para FEF25% y FEF75%, la reducción se relacionó con el número acumulado de inmersiones ($p < 0,05$). Los autores también compararon con un grupo de policías que no bucearon. La disminución de TLCO, FVC y FEV₁ fue significativamente mayor entre los buceadores profesionales. En 2008, 37 buceadores todavía pertenecían a la cohorte. Por lo tanto, fueron examinados 4 veces durante 12 años de seguimiento. Los resultados mostraron una disminución significativa en TLCO, FEF25%, FEF25 75%, FEV₁ y FVC. El efecto del número total de inmersiones fue importante para FEF25-75% ($p = 0.029$).^{19,24-26}

En un estudio realizado en el 2005, los autores analizaron retrospectivamente 31 buzos profesionales monitoreados en el centro médico de Brest. Incluyeron buzos que realizaron el examen médico inicial y fueron seguidos durante 5 años en este centro de Brest. Los buzos tuvieron diferentes profesiones además de la actividad de buceo: pescadores, oficiales de la guardia costera o científicos. FEF75% disminuyó significativamente ($p=0,006$). Hubo una correlación entre la disminución del FEF75% y la profundidad de las inmersiones. Además, este estudio mostró una disminución en TLCO ($p=0.02$), y esta disminución se correlacionó con el número de inmersiones.^{19,27}

Un estudio retrospectivo basado en los resultados espirométricos de buzos de la marina de la República de Singapur, incluyó buzos durante su recertificación anual en 2001 y en 2006. Los resultados se expresaron en porcentaje del valor previsto. El FEV₁ y la FVC mejoraron significativamente ($p < 0,01$). Pero hubo una disminución estadísticamente significativa en la relación FEV₁ / FVC. No hubo correlación entre estos valores y los años de servicio o antecedentes de tabaquismo.^{19,28}

Otro estudio retrospectivo se diseñó para analizar las pruebas de función pulmonar para 336 buceadores. Se incluyeron los buzos que estaban registrados en el Departamento de Trabajo de Nueva Zelanda y que habían completado al menos 2 exámenes médicos de buceo "completos", incluida la espirometría, con un período intermedio de al menos 5 años. Analizaron la correlación entre variables mediante coeficientes de correlación univariados de Pearson y análisis de regresión lineal múltiple. Los resultados mostraron disminuciones en el FEV₁ (0,27% contra el previsto por año, $p=0,02$) y el flujo máximo (0,47% por año, $p=0,04$) utilizando las ecuaciones de NHANES III. Los resultados no revelaron diferencias significativas en los parámetros de función pulmonar cuando el grupo se estratificó por edad y años de experiencia en buceo.^{19,29}

Otro estudio retrospectivo analizó pruebas de función pulmonar de 33 buzos profesionales seguidos en el centro médico de Brest. Los buzos incluidos tuvieron el examen inicial, el examen de 5 años y el examen médico de 10 años en este centro médico. Los buceadores tenían diferentes profesiones además de la actividad de buceo. Luego, las diferencias promedio de cada parámetro (entre el examen médico inicial y de 5 años y entre el examen médico inicial y el de 10 años) se compararon con 0 (hipótesis nula: sin cambio del parámetro) utilizando una prueba t de Student. Cada sujeto actuó como su propio control. Las correlaciones se probaron utilizando un coeficiente de correlación de Spearman. Los buzos

no practicaban buceo recreativo antes de comenzar con el buceo profesional. Los buzos encuestados no estuvieron expuestos a gases tóxicos pulmonares. Los resultados después de 10 años de buceo profesional mostraron una disminución de FEF75% (-0,65 L/s) ($p < 0,01$) y FEF50% (-0,51 L/s) ($p < 0,01$). Además, hubo una disminución en el FEV₁/FVC (-3,4) ($p < 0,01$). Sin embargo, ningún buceador presentó trastorno ventilatorio obstructivo. La TLC aumentó (0,32 L) ($p = 0,03$). TLCO disminuyó (-1,16 mmol/min/kPa) ($p = 0,02$); esta disminución fue independiente del tabaquismo. El tabaquismo se correlacionó significativamente con los cambios en la CV lenta ($R = 0,89$, $p < 0,01$). Los cambios en la relación FEV₁/FVC se correlacionaron con la duración media de las inmersiones ($R = -0,59$, $p < 0,01$) y el número de inmersiones durante los 10 años ($R = -0,42$, $p = 0,04$).^{19,30}

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Existe correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución en la capacidad vital forzada en buzos "A" y "B" (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX?

4. JUSTIFICACIÓN.

Los estudios citados en el marco de referencia tienen algunas limitaciones respecto a la heterogeneidad de la población de estudio (buzos con diversidad de ocupaciones) y de variables importantes para establecer la relación causa – efecto, trabajo – daño, como el número de inmersiones y la profundidad operativa máxima. El presente protocolo de investigación pretende ser metodológicamente más sólido al estudiar personal ocupacionalmente expuesto a altas presiones atmosféricas, que ostentan las mismas categorías y puestos similares.

Los resultados de la tesis derivada del presente protocolo de investigación, serán los primeros en registrarse para los buzos "A" y "B" (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX, ya que hasta el momento, cada Servicio Preventivo de Medicina del Trabajo, realiza las espirometrías requeridas por norma (NOM-014-STPS-2000) como parte de los exámenes médicos periódicos, y de manera individualizada le da seguimiento a los hallazgos anormales identificados en el buzo (en caso de existir), sin establecer comparaciones por grupo de buzos en el mismo centro de trabajo y/o con otros centros de trabajo en donde tienen trabajadores que ostentan las mismas categorías. En caso de encontrarse resultados estadísticamente significativos, en una investigación futura, podría ampliarse la muestra a buzos de PEMEX con otras categorías (como aquellos que desempeñan labores subacuáticas en plataformas marinas), y de coincidir los resultados, plantearse un Protocolo médico específico para la vigilancia a la salud del personal laboralmente expuesto a altas presiones atmosféricas con la finalidad de anexarlo a las Políticas y Procedimientos para los Servicios de Medicina del Trabajo de Petróleos Mexicanos y Empresas Productivas Subsidiarias en su siguiente actualización, para ser más exhaustivos en la evaluación de la función respiratoria de los buzos de PEMEX, toda vez que la norma tiene 22 años de haber sido publicada en el Diario Oficial de la Federación.

De igual forma y dado que los hallazgos encontrados en los parámetros espirométricos de gran parte de los estudios citados en el marco de referencia, son estadísticamente significativos, pero clínicamente irrelevantes, los resultados de la tesis derivada del presente protocolo de investigación, podrían desestimar la utilidad de realizar espirometrías instituidas por norma (NOM-014-STPS-2000) como parte de los exámenes médicos periódicos para buzos, y aunque el cumplimiento de dicha norma es de carácter obligatorio y auditable, como parte de las conclusiones del presente estudio, podría proponer alguna otra prueba de función respiratoria que tenga mayor beneficio para detectar precozmente patología laboral a nivel pulmonar en buzos de PEMEX, bajo la premisa de que lo establecido por la ley es enunciativo más no limitativo (es decir, que la espirometría es lo mínimo a realizar, más no lo único) y en el entendido de que PEMEX es una empresa que otorga a sus trabajadores prestaciones y servicios al personal superiores a la Ley, de tener una justificación adecuada, se podría aprobar una evaluación de la función respiratoria más integral para beneficio de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a altas presiones atmosféricas.

5. OBJETIVO.

5.1 Objetivo general.

Determinar la existencia de correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución de la capacidad vital forzada en buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX.

5.2 Objetivos específicos.

- Identificar características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar (cuestionario de «historial de buceo»).
- Identificar si hubo disminución de la capacidad vital forzada a la comparación de las espirometrías inicial y final (expresada en porcentaje del predicho).
- Caracterizar la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo (cuestionario de «historial de buceo»).
- Caracterizar las jornadas laboradas como buzo a lo largo de su carrera de buceo (cuestionario de «historial de buceo»).
- Determinar la existencia de correlación entre el IMC, la mezcla de gases utilizada para bucear, la profundidad operativa máxima, el buceo de saturación, el índice tabáquico, la actividad física y el tiempo viviendo a nivel del mar con la disminución de la capacidad vital forzada (expresada en porcentaje del predicho).

6. HIPÓTESIS.

La exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo se correlaciona negativamente con una disminución en la capacidad vital forzada en los buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX.

7. TIPO DE ESTUDIO.

Estudio de cohorte ambispectivo, fijo o cerrado, con comparaciones internas.

7.1 Diseño.

- Por asignación de la exposición: Observacional.
- Por aproximación al conocimiento: Analítico.
- Por número de observaciones: Longitudinal.
- Temporalidad: Ambispectivo.
- Direccionalidad: Progresivo (exposición → resultado).

8. MATERIALES Y MÉTODO.

8.1 Definición de universo.

Trabajadores de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX ocupacionalmente expuestos a altas presiones atmosféricas.

8.1.1 Población de estudio.

Trabajadores pertenecientes a las categorías de buzo “A” (diversos oficios) y buzo “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX.

8.2 Métodos de selección de la muestra.

Se trata de un muestreo por conveniencia debido a que la muestra fue elegida de acuerdo con la variable de interés: exposición ocupacional a altas presiones atmosféricas. El tamaño de la muestra fue de 19 buzos pertenecientes a las 4 Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios de PEMEX contempladas:

- 4 buzos TASP Madero
- 2 buzos TASP Pajaritos
- 6 buzos TASP Tuxpan
- 7 buzos TASP Salina Cruz

8.3 Criterios de selección.

8.3.1 Criterios de inclusión.

- Ser mexicano.
- Ser trabajador activo.
- Estar adscrito a uno de los siguientes centros de trabajo: Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz.

- Ostentar la categoría de buzo “A” (diversos oficios) o buzo “B” (diversos oficios).
- Contar con al menos dos espirometrías (calidad técnica grado A – C) de un mismo buzo, en un periodo de tiempo que abarca de enero de 2006 a junio de 2021.
- Firmar el consentimiento informado (aceptar participar en el estudio).
- Responder apropiadamente a la entrevista, permitiendo llenar el cuestionario de «historial de buceo» en su totalidad.

8.3.2 Criterios de exclusión.

- No contestar apropiadamente la entrevista, impidiendo llenar el cuestionario de «historial de buceo» en su totalidad.
- Buzos que tengan exposición ocupacional o extra ocupacional a partículas respirables (actual o previa).
- Buzos que tengan patologías de base a nivel pulmonar (de origen general o profesional).
- Buzos que tengan antecedente de barotrauma pulmonar.

8.3.3 Criterios de eliminación.

- Buzos que retiren su consentimiento durante el estudio.

8.4 Definición operativa de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Se anotarán los años cumplidos, sin considerar meses.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 18 - 25 años ▪ 26 - 35 años ▪ 36 - 45 años ▪ 46 - 55 años ▪ 56 - 65 años ▪ > 65 años
Sexo	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres.	Se clasificará de acuerdo con los genitales determinados genéticamente de los sujetos de estudio.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Masculino ▪ Femenino
Índice de masa corporal	El índice de masa corporal es el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (kg/m ²).	Se redondeará el resultado obtenido para obtener una cifra con un solo decimal.	Independiente Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 18.5 ▪ 18.5 - 24.9 ▪ 25 - 29.9 ▪ 30 - 34.9 ▪ 35 - 39.9 ▪ Igual o > 40
Índice tabáquico	Índice tabáquico (número de cigarros por día x número total de años de tabaquismo) / 20).	Se redondeará el resultado obtenido para obtener una cifra con un solo decimal.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 2.9 ▪ 3 - 5.9 ▪ 6 - 8.9 ▪ Igual o > 9
Régimen contractual	Se considera como personal sindicalizado a las personas físicas miembros del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana. Un trabajador de planta es aquel que tiene una relación laboral con la empresa por tiempo indeterminado (permanente). Por otro lado, un trabajador transitorio es aquel que tiene una relación de trabajo para obra determinada o por tiempo	El personal sindicalizado puede ser de planta o transitorio de acuerdo con el tipo de relación laboral que tenga con la empresa (por tiempo determinado o indeterminado). No se incluye como variable el personal de confianza porque las categorías a las que hace referencia el presente	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planta sindicalizado ▪ Transitorio sindicalizado

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
	determinado en los términos de la Ley Federal del Trabajo.	protocolo de investigación son sindicalizadas (nivel 27 y 29).		
Categoría	Denominación de los diversos puestos enlistados en el Índice de Categorías por Nivel del Tabulador de Salarios, de acuerdo con el Contrato Colectivo de Trabajo vigente.	Solo se incluyeron las categorías de relevancia para el estudio «buzos “A” y “B” (diversos oficios)» y «otra», por si hay alguna categoría relacionada al buceo (es decir, que desempeñe actividades subacuáticas) dentro de la TASP, que no se haya contemplado en el presente protocolo de investigación.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buzo “A” (diversos oficios) ▪ Buzo “B” (diversos oficios) ▪ Otra
Antigüedad como buzo	La generada por el trabajador de planta en las categorías buzos “A” y “B” (diversos oficios), incrementada con el tiempo que ha prestado sus servicios como transitorio a PEMEX (desempeñando actividades subacuáticas). Esta antigüedad se expresará para cada uno de los centros de trabajo intra o extrapemex, buceo recreativo y con fines de capacitación.	Se anotarán los años cumplidos, sin considerar meses. Tomar en cuenta la suma de antigüedad de ambas categorías (si ascendió de buzo “B” a buzo “A”), ya que una y otra categoría desempeñan actividades subacuáticas, independientemente del régimen contractual. Queda incluido el tiempo que haya recibido capacitación en ese centro de trabajo (actividades subacuáticas).	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 1 año ▪ 1 - 3 años ▪ 4 - 6 años ▪ 7 - 9 años ▪ 10 - 12 años ▪ 13 - 15 años ▪ > 15 años
Periodo sin exposición a altas	Número de meses desde que ostenta la categoría de buzo “A o B” (diversos oficios) a la fecha, que pasó sin contrato como resultado de	Se considerarán meses completos, sin tomar en cuenta días o semanas adicionales.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 6 meses ▪ 7 - 12 meses ▪ 13 - 18 meses ▪ 19 - 24 meses

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
presiones atmosféricas	su relación de trabajo por tiempo determinado con la empresa (personal transitorio), o bien, que estuvo contratado en otra categoría no relacionada al buceo, o bien que gozó de su periodo vacacional.			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 25 - 30 meses ▪ 31 - 36 meses ▪ 37 - 42 meses ▪ 43 - 48 meses ▪ 49 - 54 meses ▪ 55 - 60 meses ▪ > 60 meses
Jornada de trabajo	Es el tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.	No se considerarán las establecidas en el Contrato Colectivo de Trabajo vigente por clave, porque resulta de más utilidad conocer el número de días laborados a la semana (5 o 6), en el cuestionario además se especificarán los horarios y días de descanso.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jornada 5/7 ▪ Jornada 6/7
Mezcla de gases utilizada para bucear	Gas respirable que va contenido en el tanque o cilindro del equipo autónomo de respiración subacuática (SCUBA).	Las mezclas propuestas son las más utilizadas dependiendo de la profundidad y el tiempo del buceo que se va a realizar.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aire comprimido ▪ Nitrox ▪ Trímix ▪ HeliAir ▪ Heliox
Número de inmersiones	Número de ocasiones durante una jornada laboral que el buzo realiza una inmersión que rebasa los 10 metros de profundidad.	Para definir el número de inmersiones, se considerará lo más frecuente que haya ocurrido en las jornadas de la última semana de trabajo (en condiciones normales de operación), es decir, estadísticamente equivaldría a la moda (valor que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos). Por lo	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 veces/jornada ▪ 1 - 3 veces/jornada ▪ 4 - 6 veces/ jornada ▪ 7 - 9 veces/ jornada ▪ 10 - 12 veces/ jornada ▪ 13 - 15 veces/ jornada ▪ > 15 veces/ jornada

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
		tanto, solo se obtienen números enteros.		
Profundidad operativa máxima	Profundidad (metros debajo del nivel del mar [dnm]) máxima que se alcanza en las inmersiones de una jornada laboral.	Para definir la profundidad operativa máxima se considerará lo más frecuente que haya ocurrido en las jornadas de la última semana de trabajo (en condiciones normales de operación), es decir, estadísticamente equivaldría a la moda (valor que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos). Por lo tanto, solo se obtienen números enteros.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 9 metros dnm ▪ 10 - 19 metros dnm ▪ 20 - 29 metros dnm ▪ 30 - 39 metros dnm ▪ 40 - 49 metros dnm ▪ 50 - 59 metros dnm ▪ 60 - 69 metros dnm ▪ Igual o > 70 metros dnm
Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión	Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad.	Representa el tiempo durante el cual el buzo está expuesto a altas presiones atmosféricas. Por lo tanto, no considera el tiempo que pasa en superficie desempeñando otras labores (recibiendo órdenes de trabajo, preparando su equipo y herramientas, consumiendo alimentos, etc.) o sumergido a menos de 10 metros de profundidad. Para definir la exposición neta a altas presiones atmosféricas, se considerará lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 30 minutos/inmersión ▪ 31 - 60 minutos/inmersión ▪ 61 - 90 minutos/inmersión ▪ 91 - 120 minutos/inmersión ▪ 121 - 150 minutos/inmersión ▪ 151 - 180 minutos/inmersión ▪ 181 - 210 minutos/inmersión ▪ 211 - 240 minutos/inmersión

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
		condiciones normales de operación del centro de trabajo), es decir, estadísticamente equivaldría a la moda (valor que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos). Por lo tanto, solo se obtienen números enteros.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 241 - 270 minutos/inmersión ▪ 271 - 300 minutos/inmersión ▪ > 300 minutos/inmersión
Antecedente de barotrauma pulmonar	Presencia de dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y respiración superficial como consecuencia de un ascenso rápido a la superficie.	Se considerará que «sí» cuenta con el antecedente de barotrauma pulmonar cuando haya presentado los síntomas ya mencionados durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas después de llegar a la superficie. Adicionalmente el accidente se tuvo que haber consignado en alguna nota médica (intra o extrapemex) y/o se otorgó tratamiento que pueda comprobarse (receta, envío a cámara hiperbárica, etc.). Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción «no».	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si ▪ No

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
Antigüedad del barotrauma pulmonar	Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha.	Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 1 año ▪ 1 - 3 años ▪ 4 - 6 años ▪ 7 - 9 años ▪ 10 - 12 años ▪ 13 - 15 años ▪ > 15 años
Buceo de saturación	Es aquel en el que el buzo está continuamente sujeto a una presión ambiental mayor a la presión atmosférica, de tal forma que los tejidos de su cuerpo, incluyendo el tejido sanguíneo, llegan a saturarse con el elemento inerte de la mezcla del gas de respiración. Una vez que el organismo del buzo se satura, puede permanecer en una profundidad específica por un tiempo ilimitado, sin requerirse un procedimiento adicional de descompresión durante las excursiones.	Se consignará "si" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si ▪ No
Intervalo entre registros espirométricos	Tiempo transcurrido entre dos estudios espirométricos de un mismo buzo (calidad técnica grado A – C).	Se expresará en años cumplidos, sin considerar meses. Se procurará que ambos registros estén lo más alejados posible en el periodo de seguimiento (enero 2006 a junio de 2021).	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 1 año ▪ 1 - 3 años ▪ 4 - 6 años ▪ 7 - 9 años ▪ 10 - 12 años ▪ 13 - 15 años
Partículas respirables	Se consideran partículas respirables aquellas que tienen la posibilidad de alcanzar los alvéolos	Se consignará la exposición a estas partículas de todos los puestos de trabajo que	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humos (animal, vegetal o mineral)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
	pulmonares, es decir, que midan entre 0,5 y 5 μm . También se conoce como fracción respirable, cuando se habla de aerosoles.	desempeñó extrapemex y de todas las categorías que ha ostentado desde su ingreso a PEMEX.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polvos (animal, vegetal o mineral) ▪ Fibras ▪ Gases ▪ Vapores ▪ Disolventes ▪ Aerosoles
Patología de base a nivel pulmonar	Enfermedades que afectan el pulmón con las que el trabajador ya está diagnosticado o que ha padecido a lo largo de su vida y que se conoce que genera un deterioro en la función respiratoria.	Se consignará una o más de las enfermedades referidas.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Malformaciones que afecten la caja torácica ▪ Traumatismos o intervenciones quirúrgicas de tórax ▪ Bronquitis crónica ▪ Enfisema ▪ EPOC ▪ Asma ▪ COVID - 19 ▪ Internamientos por neumonías ▪ Neumonías intersticiales ▪ Tuberculosis pulmonar ▪ Bullas pulmonares ▪ Enfermedades neuromusculares del adulto con afectación a músculos de la respiración ▪ Neumoconiosis

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alveolitis alérgica extrínseca
Actividad física	Los ejercicios aeróbicos, también son conocidos como “dinámicos”. Dentro de esta clasificación, se encuentran los de baja y mediana intensidad, los cuales son utilizados comúnmente para bajar de peso, ya que permite quemar grasa con mayor rapidez, por ejemplo, hacer bicicleta, correr o realizar natación. El ejercicio anaeróbico, nombrado también como “estático”, trata de aquellas actividades físicas que requieren más esfuerzo, caracterizados por ser de alta intensidad, como levantar pesas u otro tipo de actividad para tonificación musculo esquelético; se llevan a cabo en series de corto tiempo.	Se consignará el tipo de actividad física que realice actualmente y que sea predominante en caso de que realice ambas.	Independiente Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aeróbica ▪ Anaeróbica ▪ Ninguna
Tiempo viviendo a nivel del mar	Años cumplidos desde que reside en una ciudad a nivel del mar.	Restar a la edad, los años que el buzo ha residido en una ciudad que se encuentre sobre el nivel del mar.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 10 años ▪ 11 - 20 años ▪ 21 - 30 años ▪ 31 - 40 años ▪ 41 - 50 años ▪ 51 - 60 años ▪ Igual o > 60 años
Exposición acumulada a altas presiones	Suma del tiempo neto que el buzo ha pasado debajo del nivel del mar, a mínimo 10 metros de profundidad, a lo largo de toda su carrera de	Se expresará en horas completas. (Número de inmersiones por jornada) x (tiempo efectivo de exposición	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 - 3000 horas ▪ 3001 - 6000 horas ▪ 6001 - 9000 horas ▪ 9001 - 12000 horas

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Clasificación	Escala
atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo	buceo, intra y extrapemex, incluyendo el buceo recreativo y el realizado con motivos de capacitación.	a altas presiones atmosféricas por inmersión en minutos) x (días totales laborados en el centro de trabajo realizando actividad subacuática, lo cual se calculará de acuerdo con la jornada, la antigüedad como buzo y el periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas). Ese dato se obtendrá por cada empleo intra y extrapemex y del buceo realizado con fines recreativos o de capacitación, para obtener finalmente la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 12001 - 15000 horas ▪ 15001 - 18000 horas ▪ 18001 - 21000 horas ▪ 21001 - 24000 horas ▪ 24001 - 27000 horas ▪ 27001 - 30000 horas ▪ > 30000 horas
Jornadas laboradas como buzo a lo largo de su carrera de buceo	Suma de los días laborados realizando actividad subacuática en cada uno de los centros de trabajo intra o extrapemex, buceo recreativo y con fines de capacitación.	Se expresará en días.	Independiente Cuantitativa discreta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 – 999 ▪ 1000 – 1999 ▪ 2000 – 2999 ▪ 3000 – 3999 ▪ 4000 – 4999 ▪ 5000 – 5999 ▪ 6000 – 6999 ▪ Igual o > 7000

8.5 Recursos y logística.

8.5.1 Recursos humanos.

- Jefe regional de Medicina del Trabajo, Madero.
- Jefe regional de Medicina del Trabajo, Poza Rica.
- Jefe regional de Medicina del Trabajo, Minatitlán.
- Jefe regional de Medicina del Trabajo, Central Sur.
- Médico especialista en Medicina del Trabajo, Salina Cruz.
- Médico operativo de la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero.
- Médico operativo de la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Pajaritos.
- Médico operativo de la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Tuxpan.
- Médico operativo de la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios Salina Cruz.
- Médico residente de Medicina del Trabajo y Ambiental, Hospital Central Sur de Alta Especialidad.

8.5.2 Recursos materiales.

- Hojas blancas para imprimir los cuestionarios.
- Bolígrafos.
- Paquete estadístico SPSS para Windows.

8.5.3 Logística.

Para la obtención de los datos se realizó el siguiente procedimiento:

Por medio de los jefes regionales de Medicina del Trabajo, se contactó a un médico operativo por cada Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios (Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz) que voluntariamente quisiera formar parte del estudio de investigación. Dichos médicos recibieron una capacitación vía remota sobre las actividades a realizar. Adicionalmente les fue enviado por correo electrónico el material a utilizar (anexos I, II y III).

Los médicos operativos explicaron a los buzos de su respectiva área de influencia el propósito del estudio, los invitaron a participar y les dieron a firmar el consentimiento informado. Posteriormente practicaron una entrevista con la que llenaron el cuestionario de «historial de buceo» y finalmente buscaron en el expediente clínico del trabajador todas las espirometrías realizadas desde enero de 2006 a junio de 2021.

Los documentos antes mencionados (espirometrías y el cuestionario de «historial de buceo» completado), fueron escaneados y enviados por correo electrónico a la médico residente a cargo del proyecto de investigación.

El médico operativo completó todos los pasos anteriores por cada buzo de su centro de trabajo que aceptó participar en el estudio.

La médico residente recibió los estudios y cuestionarios de todos los buzos que aceptaron participar en el estudio de las cuatro TASP y procesó los datos. Así mismo, descartó los casos

que cumplieron con los criterios de exclusión y/o eliminación, con lo que se obtuvo una muestra final para realizar el análisis estadístico.

9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El protocolo de investigación que precede a la presente tesis, fue aprobado por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación del Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Petróleos Mexicanos el 20 de octubre del 2021 (anexo IV).

Tanto los procedimientos realizados como el consentimiento informado cumplen con los requerimientos del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, establecidos en el título segundo, capítulo I, artículos 14, 17, 20, 21, 22 y 24; y título segundo, capítulo V, artículo 57.

10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

La prueba estadística utilizada fue seleccionada en relación con que los datos obtenidos son de características no paramétricos, al tamaño de la muestra (10 sujetos) y al tipo de variables de acuerdo con su clasificación estadística. Para demostrar la existencia de una variación en la variable dependiente (% del predicho de FVC a lo largo del tiempo) se realizó un Test de Wilcoxon para datos emparejados. Se utilizó SPSS versión 25 para Windows 10 en el análisis de datos.

11. RESULTADOS.

La población de estudio consistió en 19 buzos adscritos a una de las cuatro Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios contempladas, 4 buzos de Madero, 2 buzos de Pajaritos, 6 buzos de Tuxpan y 7 buzos de Salina Cruz. Los 19 accedieron a participar en el estudio de investigación, firmaron el consentimiento informado y respondieron de forma completa y clara a la entrevista que practicó el médico operativo de cada Centro de Trabajo para completar el cuestionario de «historial de buceo», sin embargo, 9 de ellos no contaban con al menos 2 espirometrías (calidad técnica grado A – C) en el periodo de tiempo que abarca de enero de 2006 a junio de 2021, por lo que no se incluyeron en la muestra. Los 10 participantes restantes, cumplieron cabalmente los criterios de inclusión. Ninguno de los 10 buzos antes mencionados, refirió antecedente de exposición ocupacional o extra ocupacional a partículas respirables, patologías de base a nivel pulmonar y/o antecedente de barotrauma pulmonar por lo que no hubo motivo para excluirlos de la muestra. Tampoco retiraron su consentimiento durante el estudio, de tal forma que conformaron la muestra final.

Metodología para calcular la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas:

Así se recogió la información de los cuestionarios de «historial de buceo»:

TASP actual						
Sujeto	Número de inmersiones (por jornada)	Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min)	Antigüedad como buzo (años)	Periodos sin exposición (meses)	Jornada (días a la semana)	Exposición acumulada en el CT (min)
1	5	56	22	24	6	
2	3	56	8	13	6	
3	3	56	1	1	6	
4	2	45	8	11	5	
5	2	45	8	12	5	
6	1	25	11	12	6	
7	1	25	8	10	6	
8	1	25	6	8	6	
9	1	180	10	56	6	
10	1	180	21	21	6	

Se calcularon los días de descanso correspondientes por jornada que ha disfrutado durante su trayectoria en la TASP, por ejemplo, para el sujeto 1, días de descanso disfrutados en sus 22 años de antigüedad son 1144 (52 por año).

TASP actual						
Sujeto	Número de inmersiones (por jornada)	Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min)	Antigüedad como buzo (años)	Periodos sin exposición (meses)	Días de descanso disfrutados en el CT	Exposición acumulada en el CT (min)
1	5	56	22	24	1144	
2	3	56	8	13	416	
3	3	56	1	1	52	
4	2	45	8	11	832	
5	2	45	8	12	832	
6	1	25	11	12	572	
7	1	25	8	10	416	
8	1	25	6	8	312	
9	1	180	10	56	520	
10	1	180	21	21	1092	

Se convirtieron los años y meses a días (antigüedad como buzo y periodos sin exposición, respectivamente):

TASP actual						
Sujeto	Número de inmersiones (por jornada)	Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min)	Antigüedad como buzo (días)	Periodos sin exposición (días)	Días de descanso disfrutados en el CT	Exposición acumulada en el CT (min)
1	5	56	8030	732	1144	
2	3	56	2920	397	416	
3	3	56	365	31	52	
4	2	45	2920	336	832	
5	2	45	2920	366	832	
6	1	25	4015	366	572	
7	1	25	2920	305	416	
8	1	25	2190	244	312	
9	1	180	3650	1708	520	
10	1	180	7665	641	1092	

Se restó a la antigüedad como buzo, los periodos sin exposición y los días de descanso disfrutados en el CT, para obtener los días que ha realizado buceo en el CT, por ejemplo, para el sujeto 1, $8030 - (732 + 1144) = 6154$.

TASP actual				
Sujeto	Número de inmersiones (por jornada)	Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min)	Días que ha realizado buceo en el CT (jornadas laboradas como buzo en el CT)	Exposición acumulada en el CT (min)
1	5	56	6154	
2	3	56	2107	
3	3	56	282	
4	2	45	1752	
5	2	45	1722	
6	1	25	3077	
7	1	25	2199	
8	1	25	1634	
9	1	180	1422	
10	1	180	5932	

Una vez obtenido el total de días que ha realizado buceo en el CT, se multiplicó por el número de inmersiones y el tiempo efectivo de exposición para obtener la exposición acumulada en el CT.

TASP actual				
Sujeto	Número de inmersiones (por jornada)	Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min)	Días que ha realizado buceo en el CT (jornadas laboradas como buzo en el CT)	Exposición acumulada en el CT (min)
1	5	56	6154	1723120
2	3	56	2107	353976
3	3	56	282	47376
4	2	45	1752	157680
5	2	45	1722	154980
6	1	25	3077	76925
7	1	25	2199	54975
8	1	25	1634	40850
9	1	180	1422	255960
10	1	180	5932	1067760

Se repitió la secuencia anterior para los empleos en otros centros de trabajo de Pemex, extrapemex, buceo recreativo y capacitación, para obtener la exposición acumulada a lo largo de la carrera de buceo, como se muestra en la siguiente tabla:

Sujeto	TASP	Otro CT Pemex	Extrapemex	Recreativo	Capacitación	Exposición acumulada a lo largo de la carrera de buceo (min)
1	1723120	NA	NA	NA	NA	1723120
2	353976	NA	NA	1440	840	356256
3	47544	NA	NA	9720	6720	63984
4	157680	NA	NA	NA	NA	157680
5	154980	NA	NA	NA	NA	154980
6	76925	84270	NA	NA	NA	161195
7	54975	30350	NA	4800	600	90725
8	40850	13925	13650	42000	31200	141625
9	255960	NA	7800	40320	NA	304080
10	1067760	14150	NA	NA	NA	1081910

En la tabla anterior, NA significa “no aplica” debido a que el sujeto de investigación no laboró en otro CT de Pemex, extrapemex, recreativo o capacitación, según corresponda.

Por último, se realizó la conversión de minutos a horas y se redondeó para obtener números enteros, obteniendo así la variable independiente de interés para el estudio:

Sujeto	Exposición acumulada a lo largo de la carrera de buceo (min)	Exposición acumulada a lo largo de la carrera de buceo (horas)
1	1723120	28719
2	356256	5938
3	63984	1066
4	157680	2628
5	154980	2583
6	161195	2687
7	90725	1512
8	141625	2360
9	304080	5068
10	1081910	18032

Cabe mencionar que, para obtener la información anterior, tuvo que haberse calculado el número de días que realizó buceo (jornadas laboradas como buzo) en los empleos en otros centros de trabajo de Pemex, extrapemex, buceo recreativo y capacitación.

Sujeto	TASP	Otro CT Pemex	Extrapemex	Recreativo	Capacitación	Jornadas laboradas como buzo a lo largo de su carrera de buceo
1	6154	NA	NA	NA	NA	6154
2	2107	NA	NA	24	7	2138
3	282	NA	NA	108	7	397
4	1752	NA	NA	NA	NA	1752
5	1722	NA	NA	NA	NA	1722
6	3077	1618	NA	NA	NA	4695
7	2199	1214	NA	240	30	3683
8	1634	557	546	120	780	3637
9	1422	NA	156	288	NA	1866
10	5932	283	NA	NA	NA	6215

En la tabla anterior, NA significa “no aplica” debido a que el sujeto de investigación no laboró en otro CT de Pemex, extrapemex, recreativo o capacitación, según corresponda.

Respecto a las espirometrías, se obtuvo la siguiente información:

Espirometría inicial							
Sujeto	Año	FEV ₁ /FVC %	FVC obtenida	% Predicho	FEV ₁ obtenido	% Predicho	Patrón espirométrico
1	2008	89.73	4.09	84	3.67	90	Normal
2	2009	81.42	4.2	103	3.42	99	Normal
3	2016	83.37	3.67	78	3.06	76	Sugestivo R

4	2010	77.55	4.01	88	3.11	87	Obstrutivo
5	2012	74.03	6.24	113	4.62	102	Obstrutivo
6	2007	85.82	4.94	115	4.24	116	Normal
7	2006	86.43	4.57	102	3.95	103	Normal
8	2014	92.80	3.75	99	3.48	109	Normal
9	2009	80.72	4.15	92	3.35	88	Normal
10	2006	88.53	3.75	80	3.32	91	Normal

Espirometría final							
Sujeto	Año	FEV ₁ /FVC	FVC obtenida	% Predicho	FEV ₁ obtenido	% Predicho	Patrón espirométrico
1	2014	86.32	3.95	79	3.41	85	Sugestivo R
2	2012	86.64	3.52	84	3.05	86	Normal
3	2017	93.57	3.89	87	3.64	95	Normal
4	2016	79.38	3.59	77	2.85	81	Obstrutivo
5	2018	72.84	5.93	106	4.32	100	Obstrutivo
6	2019	92.65	4.22	103	3.91	118	Normal
7	2017	94.21	3.46	83	3.26	99	Normal
8	2019	91.32	3.46	91	3.16	99	Normal
9	2015	82.15	4.26	113	3.5	115	Normal
10	2018	81.75	4.55	91	3.72	93	Normal

11.1 Estadística descriptiva.

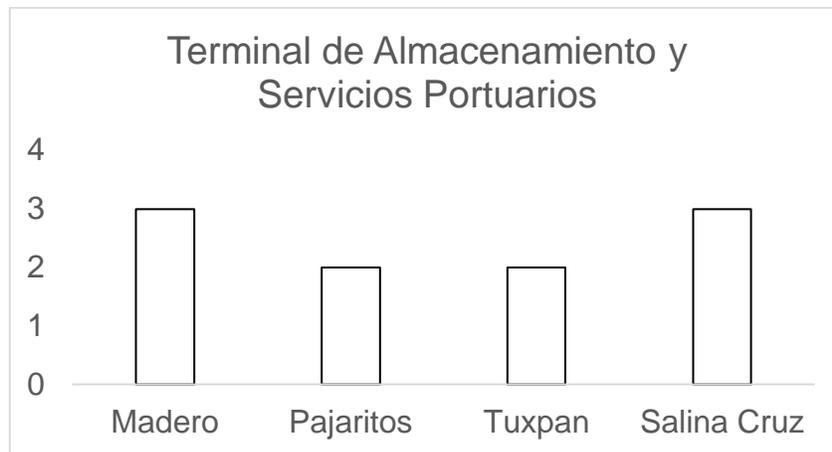
Variables cuantitativas discretas:

Variable	Mediana
Edad (años cumplidos)	44
Número de inmersiones (por jornada) en TASP	1.5
Tiempo efectivo de exposición por inmersión (min) en TASP	50.5
Profundidad operativa máxima (metros) en TASP	16
Jornadas laboradas como buzo a lo largo de su carrera de buceo (días)	2887.5
Exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo (horas)	2657.5
Intervalo entre registros espirométricos (años)	6
Tiempo viviendo a nivel del mar (años)	44

Variables cuantitativas continuas:

	Media	Desviación estándar
Peso	94.65	15.02
Estatura	1.71	0.07
IMC	32.20	4.32
Índice tabáquico	2.31	4.25

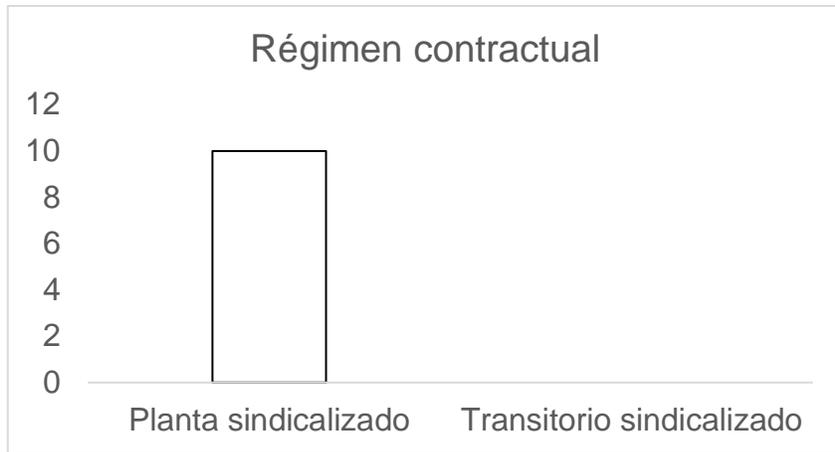
Variables cualitativas (proporciones):



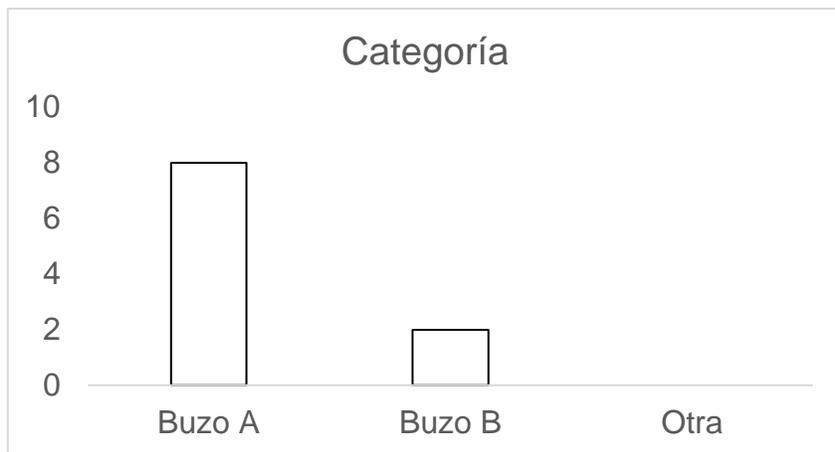
El 30% de la muestra final fue conformada por buzos de TASP Madero, 20% de TASP Pajaritos, 20% de TASP Tuxpan y 30% de TASP Salina Cruz.



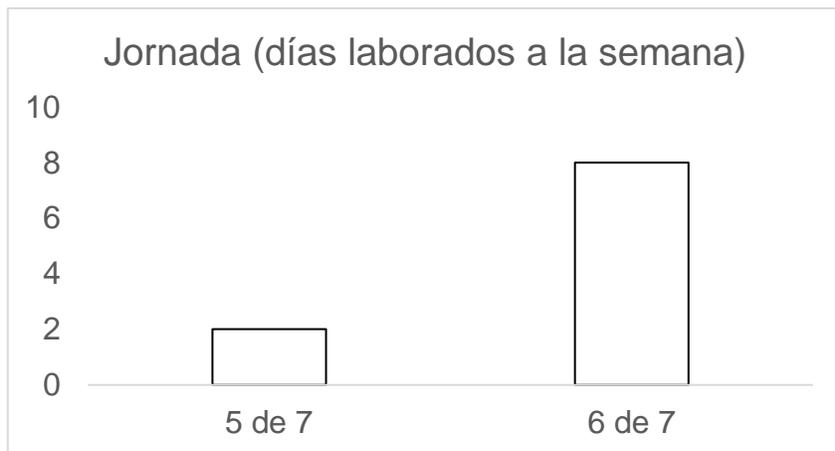
El 100% de los buzos son masculinos, de acuerdo con sus genitales externos determinados genéticamente.



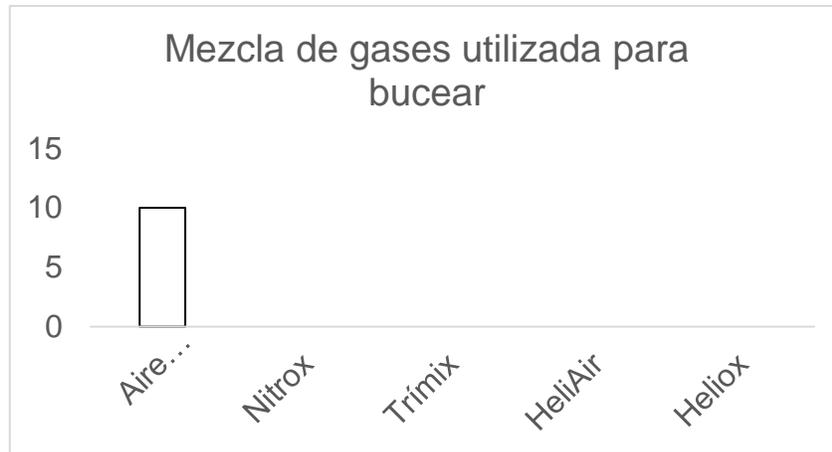
El 100% de los buzos es personal de planta y miembro del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana.



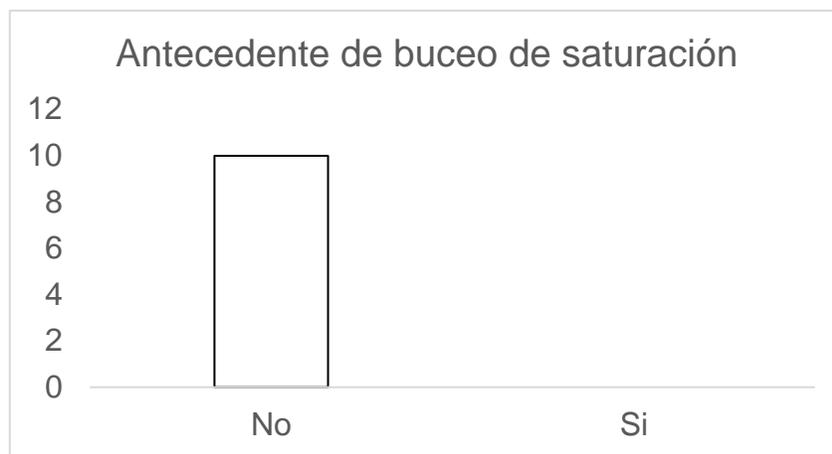
El 80% de los buzos ostenta la categoría de Buzo A (diversos oficios) y 20% la categoría de Buzo B diversos oficios.



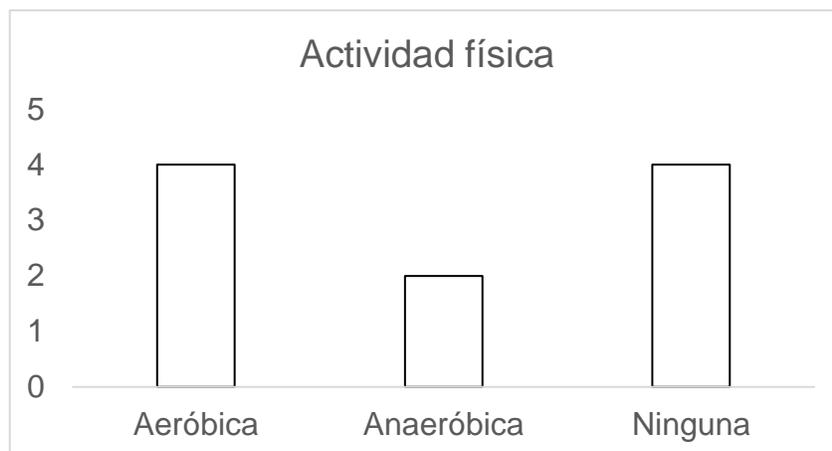
El 80% de los buzos labora 6 días a la semana, el 20% restante labora 5 días a la semana.



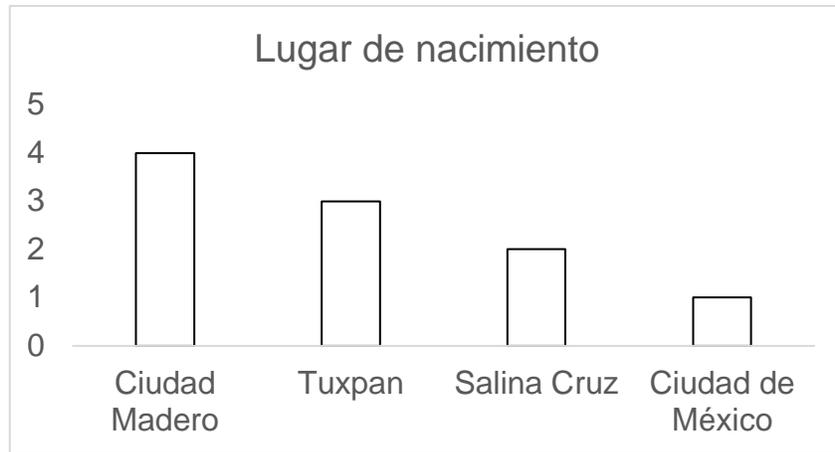
El 100% de los buzos utiliza aire comprimido en el tanque o cilindro del equipo autónomo de respiración subacuática (SCUBA).



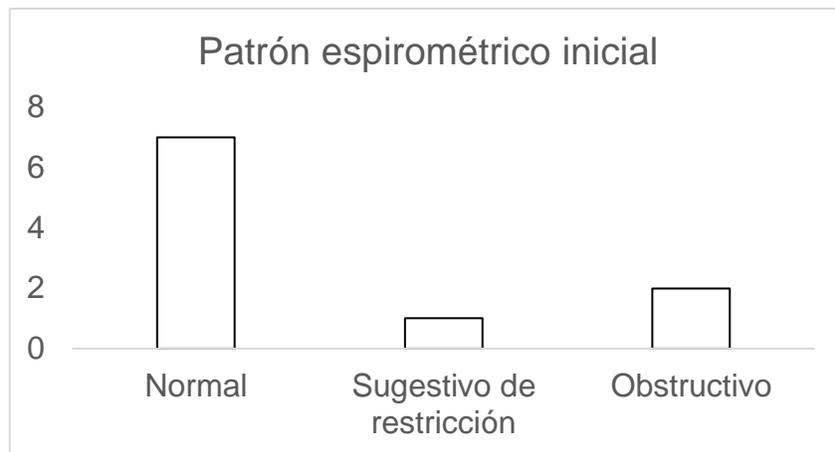
El 100% de los sujetos de estudio negó haber practicado buceo de saturación durante su carrera como buzo.



El 40% de los buzos realiza ejercicio aeróbico, 20% anaeróbico y 40% de ellos no realiza actividad física.



El 40% de los buzos nacieron en Ciudad Madero, Tamaulipas; 30% en Tuxpan, Veracruz; 20% en Salina Cruz, Oaxaca y el 10% en Ciudad de México.



El 70% de los buzos tiene una espirometría inicial normal, 10% sugestiva de restricción y 20% con obstrucción al flujo de aire.



El 70% de los buzos tiene una espirometría final normal, 10% sugestiva de restricción y 20% con obstrucción al flujo de aire.

11.2 Resultados de análisis estadísticos.

En la hipótesis del presente estudio de investigación se propuso que la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo se correlaciona negativamente con una disminución en la capacidad vital forzada en los buzos “A” y “B” (diversos oficios) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios Madero, Pajaritos, Tuxpan y Salina Cruz de PEMEX.

Por lo tanto, lo primero a analizar es si existe una disminución en la capacidad vital forzada de acuerdo con los dos estudios espirométricos seleccionados para cada sujeto:

Sujeto	% del predicho FVC inicial	% del predicho FVC final	Diferencia (inicial – final)
1	84	79	5
2	103	84	19
3	78	87	-9
4	88	77	11
5	113	106	7
6	115	103	12
7	102	83	19
8	99	91	8
9	92	113	-21
10	80	91	-11

Se utilizó el porcentaje del predicho de FVC y no el volumen absoluto obtenido en litros para calcular la diferencia, porque así se anula la probabilidad de que el cambio observado a lo largo de los años sea a consecuencia de la edad, ya que el valor predicho (teórico, normal, de referencia o consignado) es una estimación matemática que describe un valor promedio de FVC que corresponde a un individuo de acuerdo con la estatura, sexo y edad. En otras palabras, el volumen absoluto obtenido en litros, representa únicamente la cantidad de aire que el individuo pudo exhalar tras una inspiración máxima, de tal manera que, si comparáramos este valor en ambas espirometrías, no podríamos saber si la diferencia encontrada se debe al deterioro de las propiedades elásticas de los pulmones conforme avanza la edad o a la acción continuada de su labor como buzos.

Prueba de Wilcoxon:

Prueba estadística no paramétrica para datos emparejados, la cual se analizó en el programa estadístico informático SPSS obteniendo los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	% del predicho de FVC inicial - % del predicho de FVC final
Z	-0.816 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0.414

^a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

^b. Se basa en rangos positivos.

Con un margen de error del 5% se puede afirmar que el porcentaje del predicho de FVC final no ha sufrido una disminución estadísticamente significativa respecto al porcentaje del predicho de FVC inicial.

Dado que no se cumple la primera premisa de la hipótesis del estudio de investigación de que existe una «disminución de la capacidad vital forzada en los buzos», metodológicamente no es correcto realizar el análisis estadístico posterior (correlación entre la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y la disminución en la capacidad vital forzada en los buzos), por lo tanto, no se realizó la prueba estadística correlación de Spearman.

De igual forma, se pretendía realizar un modelo de regresión lineal múltiple para analizar relaciones de asociación entre una variable dependiente (disminución de la capacidad vital forzada expresada en porcentaje del predicho) y varias variables independientes predictoras (IMC, mezcla de gases utilizada para bucear, profundidad operativa máxima, índice tabáquico, actividad física y el tiempo viviendo a nivel del mar), para estimar qué tanto la reducción de la capacidad vital forzada se debe a las variables predictoras, y cuál de ellas influye más en ese cambio. Al no existir disminución de la capacidad vital forzada en los buzos, no fue posible realizar el modelo planeado.

12. DISCUSIÓN.

La muestra con la que se realizó la presente investigación es representativa, puesto que abarca a más del 50% del POE (personal ocupacionalmente expuesto) de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios de PEMEX.

Mediante la prueba de Wilcoxon se demostró que no hubo una disminución estadísticamente significativa del porcentaje del predicho de la capacidad vital forzada (FVC) a lo largo de la carrera de buceo, siendo este resultado similar al obtenido en otras investigaciones (Thorsen et al., 2000; Tetzlaff et al., 2005; Sames et al., 2018).

Los estudios que encontraron una reducción significativa en la capacidad vital forzada (FVC) al comparar las espirometrías de los buzos, son investigaciones menos recientes (Watt, 1985; Bermon et al., 1994; Skogstad et al., 1999) y que probablemente se tomaron en consideración para proponer la espirometría como auxiliar diagnóstico en los exámenes médicos de ingreso y periódicos en la Norma Oficial Mexicana *NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene*. Estos estudios se realizaron con espirómetros más rudimentarios (incluso vitalógrafos) y concluyeron que, aunque hallaron resultados estadísticamente significativos, la reducción de la FVC no fue mayor a la esperada para la edad.

A nivel internacional ya ha sido desestimada la utilidad de la espirometría como auxiliar diagnóstico dentro del examen médico de vigilancia del buzo (Glen S, 2004; Sames et al., 2009; Sames et al., 2018), ya que no proporciona información del mantenimiento o el deterioro de la función pulmonar, y la intención de realizar exámenes periódicos es identificar

oportunamente patología incipiente que derive de la acción continuada de su labor y detectar cualquier problema respiratorio que pueda afectar su aptitud médica para bucear.

Es por eso que otros países han sustituido la espirometría por otras pruebas de función respiratoria como pletismografía y DLCO, encontrando en recientes investigaciones de forma consistente disminución de la difusión pulmonar de monóxido de carbono a lo largo de la carrera de buceo (Pougnnet et al., 2014). En México se requiere una actualización de la normatividad.

Limitaciones.

En primer lugar, y lo más significativo, no contamos con una espirometría basal, es decir, previo a su inicio de labores como buzo a lo largo de su carrera. Los resultados se obtuvieron al comparar dos espirometrías en las que la exposición ocupacional a altas presiones atmosféricas ya estaba presente, además, el periodo de tiempo entre el inicio de la exposición y la espirometría que se consideró como inicial (la espirometría más antigua en su expediente clínico que cumpliera los criterios de inclusión) no fue homogéneo.

En segundo lugar, contamos con muy pocas espirometrías por buzo, de las cuales, de acuerdo con los criterios de inclusión se seleccionaron las dos que tuvieran un grado de calidad técnica A, B o C y con el intervalo espirométrico más largo, sin embargo, contaban con FVC, FEV₁ y relación FEV₁/FVC, los otros parámetros se registraron de forma mucho menos consistente, especialmente en los registros clínicos más antiguos. Lo anterior cobra relevancia porque la reducción significativa en los mesoflujos ha sido un hallazgo constante en todos los estudios previos sobre la función pulmonar de los buzos. Debe entenderse por mesoflujos, los flujos espiratorios forzados al 25, 50 y 75% (FEF25%, FEF50% y FEF75%) y entre 25 y 75% (FEF25-75%). Esta disminución en los mesoflujos se ha interpretado a nivel internacional como un indicio de disfunción de la vía aérea pequeña.

En tercer lugar, las espirometrías se obtuvieron de forma retrospectiva, por lo que las ecuaciones de referencia utilizadas para calcular los predichos estuvo más allá de nuestro control y es probable que hayan variado ampliamente. Las ecuaciones de Pérez – Padilla (las cuales se encuentran ahora preseleccionadas en los espirómetros), se publicaron en el 2001, pero desconocemos la fecha a partir de la cual, se incluyeron en los espirómetros de los Servicios Preventivos de Medicina del Trabajo de las TASP. Tampoco nos consta que los equipos hayan estado correctamente calibrados al momento de realizar las espirometrías.

En cuarto lugar, desconocemos con cuanto tiempo de ayuno a exposición a altas presiones atmosféricas se realizaron las espirometrías, el consenso internacional concuerda que el tiempo de evaluación de la función pulmonar debe ser al menos 2 días después de la última inmersión realizada, preferiblemente más.

En quinto lugar, aunque se diseñó una herramienta para recoger la información de forma homogénea y se capacitó a los médicos operativos para llenar los cuestionarios, dependemos de la información proporcionada por el buzo (respecto a su antigüedad y periodos sin exposición a altas presiones atmosféricas) porque no contamos con un dictamen de

antigüedad oficial (emitido por Jefatura de Personal) que documente categorías y duración de los contratos.

En sexto lugar, desconocemos si la exposición a altas presiones atmosféricas obtenida es poca o mucha, porque no tenemos una referencia, ya que las investigaciones publicadas, al ser estudios netamente retrospectivos, basan sus conclusiones en la comparación de los estudios espirométricos, careciendo de registros del número de inmersiones con tiempos, profundidades y gases utilizados.

Fortalezas.

Se realizó una caracterización detallada de la exposición ocupacional a altas presiones atmosféricas de los buzos de las Terminales de Almacenamiento y Servicios Portuarios, lo cual permite establecer grupos de exposición homogénea y ajustar la forma en la que se realiza la vigilancia a la salud. Ahora sabemos lo siguiente: realizan máximo 5 inmersiones al día, la profundidad máxima operativa es de 30 metros, la inmersión más larga dura 180 min y, utilizan exclusivamente aire comprimido dentro de sus cilindros o tanques del SCUBA.

Se identificaron las siguientes áreas de oportunidad, que permiten la mejora continua de los Servicios Preventivos de Medicina del Trabajo:

- No se pudo incluir a 9 de 19 buzos por falta de espirometrías en sus expedientes. Como se mencionó en el apartado de antecedentes, la *Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales – Condiciones de seguridad e higiene y el Contrato Colectivo de Trabajo PEMEX-STPRM vigente*, establecen que se deben realizar exámenes médicos periódicos anualmente, para buzos con edad entre 18 y 35 años; semestralmente, para buzos con edad entre 36 y 40 años; y que de acuerdo con la opinión del médico se determinará la periodicidad para buzos con más de 40 años, misma que no debe ser mayor a 6 meses. De los 10 buzos que conformaron la muestra final, el más joven tiene 33 años, al resto se le deberían estar practicando espirometrías de forma semestral. El 100% son trabajadores de planta, por lo tanto, se deberían estar programando de manera regular los exámenes de vigilancia de acuerdo con la CL 103 del Contrato Colectivo de Trabajo vigente. Cuando el trabajador acuda a su examen médico de vigilancia, los médicos operativos deberán apegarse a lo que debe contener dicho examen de conformidad con la norma ya comentada y a lo establecido en el Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias vigente (ya descrito en el apartado de antecedentes de la presente tesis). Procurar realizar la evaluación de la función respiratoria al menos dos días después de la última inmersión, de acuerdo con el consenso internacional.
- De los 10 buzos que conformaron la muestra final, 4 tienen sobrepeso, 4 tienen obesidad grado I, 1 tiene obesidad grado 2 y 1 tiene obesidad grado 3. La Norma *NOM-014-STPS-2000*, establece que no se debe sobrepasar en más del 20% el peso ideal. Lo anterior cobra relevancia porque la obesidad restringe la distensibilidad pulmonar y el buceo requiere de una función pulmonar íntegra, capaz de adaptarse a la variación dinámica de los volúmenes pulmonares durante el descenso a la profundidad que se requiera y el ascenso a la

superficie. Que la función pulmonar se encuentre mermada por la obesidad, predispone entonces a accidentes como el barotrauma pulmonar.

Aportaciones.

De acuerdo con la fisiología del hiperbarismo, el buceo expone a la sangre de los pulmones a una presión del gas alveolar extremadamente elevada, por lo tanto, se modifica la dinámica del intercambio de gases, recuperando la normalidad en las siguientes 24 horas y hasta una semana posteriores a la inmersión. En el caso de los buzos profesionales que no tienen ese periodo de recuperación, permanentemente se encuentra alterado el intercambio de gases, lo cual debería evaluarse de forma periódica con una prueba de función respiratoria diseñada para eso, siendo la más accesible a los Servicios Preventivos de Medicina del Trabajo, la gasometría arterial, aunque el gold standard es la prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO). La NOM-014-STPS-2000, el Contrato Colectivo de Trabajo Vigente, y el Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias vigente, no contemplan a la gasometría arterial como parte de los estudios a realizar en los exámenes de vigilancia a la salud, pero podría beneficiar más al buzo, que la espirometría.

Si se desea continuar con una prueba que evalúe la mecánica respiratoria, y con el entendido de que ha sido consistente el hallazgo de reducción significativamente estadística de los mesoflujos espirométricos (sugiriendo una probable disfunción de la vía aérea pequeña), la prueba de elección sería la oscilometría de impulso, la cual no es dependiente de esfuerzo como la espirometría y puede dilucidar con razonable precisión el sitio anatómico en donde se encuentra la mayor resistencia al paso del aire, siendo particularmente útil para valorar la vía aérea pequeña, dado que esta región de la anatomía bronquial no es posible evaluarla mediante la espirometría.³³

13. CONCLUSIONES.

Se identificaron características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar, las cuales se consideraron como criterios de exclusión, para evitar el sesgo de que el cambio observado en la capacidad vital forzada se debiera a la exposición ocupacional o extra ocupacional a partículas respirables (actual o previa), a la presencia de patologías de base a nivel pulmonar (de origen general o profesional) y/o al antecedente de barotrauma pulmonar y no al buceo.

Se demostró que no existe disminución estadísticamente significativa de la capacidad vital forzada en las espirometrías comparadas (expresada en porcentaje del predicho para evitar que los resultados obtenidos fueran a consecuencia de la edad), por lo tanto, no pudo establecerse correlación con la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo y tampoco con las diferentes variables independientes predictoras, con las que pretendía estimarse cuál de ellas influía más en el cambio observado en la FVC (IMC, mezcla de gases utilizada para bucear, profundidad operativa máxima, índice tabáquico, actividad física y el tiempo viviendo a nivel del mar).

Se calculó la exposición acumulada a altas presiones atmosféricas a lo largo de la carrera de buceo, obteniendo que el 50% de los sujetos tiene una exposición acumulada menor a 2657.5 horas, y el 50% de los sujetos una exposición mayor. Respecto a las jornadas laboradas como buzo a lo largo de su carrera de buceo, el 50% de los sujetos ha laborado menos de 2887.5 días continuos como buzo y el 50% restante, más de 2887.5 días.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1) García S. Urinadores, la unidad de buceadores del ejército romano. [Internet]. Leyendas de los Mirdalirs. Noviembre de 2016 (consultado el 17/02/2021). Disponible en: <https://leyendasmirdalirs.com/2016/11/18/urinadores-la-unidad-de-buceadores-del-ejercito-romano/>
- 2) Urinadores: los SEAL del Imperio Romano. [Internet]. ZCO-Zaragoza Club Odisea, 1999. Club aragonés de buceo deportivo y científico FEDAS/CMAS. (consultado el 19/02/2021). Disponible en: <https://zco1999.wordpress.com/2012/04/01/urinadores-los-seal-del-imperio-romano/>
- 3) Urinadores, los buceadores de combate del Imperio Romano. [Internet]. Revista de Historia ISSN 2385-5312. Septiembre de 2016 (consultado el 17/02/2021). Disponible en: <https://revistadehistoria.es/urinadores-buceadores-de-combate-del-imperio-romano/>
- 4) Segura L. Legionarios submarinistas. [Internet]. Buceo Ibérico. Octubre de 2015 (consultado el 17/02/2021). Disponible en: <http://www.buceoiberico.com/mundo-submarino/legionarios-submarinistas/>
- 5) Hall E. John. Fisiología del buceo en profundidad y otras situaciones hiperbáricas. En: Gea Consultoría Editorial SI, editores. Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 13ª edición. España: Elsevier; 2016. p 1395-1412.
- 6) Hall E. John. Transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y los líquidos tisulares. En: Gea Consultoría Editorial SI, editores. Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica. 13ª edición. España: Elsevier; 2016. p 1289-1316.
- 7) Henao Robledo F. Presiones anormales. En: Gutiérrez Adriana, editora. Riesgos físicos I. Ruido, vibraciones y presiones anormales. 1ª edición. Colombia: Ecoe Ediciones Ltda; 2007. p 167-195.
- 8) Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2014.
- 9) Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-014-STPS-2000, Exposición laboral a presiones ambientales anormales - Condiciones de seguridad e higiene. 2000.
- 10) Contrato Colectivo de Trabajo celebrado entre Petróleos Mexicanos por sí y en representación de sus empresas productivas subsidiarias y el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana. 2019.
- 11) Reglamento de Seguridad e Higiene de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias. 2017.
- 12) Comisión reguladora de energía. Permiso de almacenamiento de petrolíferos otorgado a PEMEX Logística, número PL/11747/ALM/2015. 2015
- 13) Comisión reguladora de energía. Permiso de almacenamiento de petrolíferos otorgado a PEMEX Logística, número PL/11748/ALM/2015. 2015

- 14) Comisión reguladora de energía. Permiso de almacenamiento de petrolíferos otorgado a PEMEX Logística, número PL/11749/ALM/2015. 2015
- 15) Comisión reguladora de energía. Permiso de almacenamiento de petrolíferos otorgado a PEMEX Logística, número PL/11073/ALM/2015. 2015
- 16) Comisión Nacional Mixta de Tabuladores de Petr6leos Mexicanos. Reglamento de labores actualizado para la categoría: buzo "A" (diversos oficios). 2012.
- 17) Comisión Nacional Mixta de Tabuladores de Petr6leos Mexicanos. Reglamento de labores actualizado para la categoría: buzo "B" (diversos oficios). 2012.
- 18) Vázquez J. Pérez R. Manual de espirometría. Tercera edición. México: Graphimed S.A. de C.V; 2018.
- 19) Pougnet R, Pougnet L, Lucas D, Uguen M, Henckes A, Dewitte JD, et. al. Longitudinal change in professional divers' lung function: literature review. *Int Marit Health*. 2014;65(4):223-9. doi: 10.5603/IMH.2014.0042. PMID: 25522707.
- 20) Watt SJ. Effect of commercial diving on ventilatory function. *Br J Ind Med*. 1985 Jan;42(1):59-62. doi: 10.1136/oem.42.1.59. PMID: 3965017; PMCID: PMC1007418.
- 21) Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T. Lung function over the first 3 years of a professional diving career. *Occup Environ Med*. 2000 jun;57(6):390-5. doi: 10.1136/oem.57.6.390. PMID: 10810128; PMCID: PMC1739971.
- 22) Sames C, Gorman DF, Mitchell SJ, Zhou L. Long-term changes in spirometry in occupational divers: a 10-25 year audit. *Diving Hyperb Med*. 2018 Mar 31;48(1):10-16. doi: 10.28920/dhm48.1.10-16. PMID: 29557096; PMCID: PMC6467824.
- 23) Bermon S, Lapoussière JM, Dolisi C, Wolkiewicz J, Gastaud M. Pulmonary function of a firemen-diver population: a longitudinal study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;69(5):456-60. doi: 10.1007/BF00865412. PMID: 7875145.
- 24) Skogstad M, Haldorsen T, Kjuus H. Pulmonary and auditory function among experienced construction divers: a cross-sectional study. *Aviat Space Environ Med*. 1999 jul;70(7):644-9. PMID: 10416999.
- 25) Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T, Kjuus H. Lung function over six years among professional divers. *Occup Environ Med*. 2002 Sep;59(9):629-33. doi: 10.1136/oem.59.9.629. PMID: 12205238; PMCID: PMC1740356.
- 26) Skogstad M, Skare O. Pulmonary function among professional divers over 12 years and the effect of total number of dives. *Aviat Space Environ Med*. 2008 Sep;79(9):883-7. doi: 10.3357/asem.2333.2008. PMID: 18785357.
- 27) Lucas D, Loddé B, Choucroun P et al. Étude sur 5 ans de l'évolution de la fonction respiratoire d'une cohorte de 31 plongeurs professionnels. *Med Marit* 2005; 5: 17–28.
- 28) Chong SJ, Tan TW, Lim JY. Changes in lung function in Republic of Singapore Navy divers. *Diving Hyperb Med*. 2008 jun;38(2):68-70. PMID: 22692687.
- 29) Sames C, Gorman DF, Mitchell SJ, Gamble G. The long-term effects of compressed gas diving on lung function in New Zealand occupational divers: a retrospective analysis. *Diving Hyperb Med*. 2009 Sep;39(3):133-7. PMID: 22753243.
- 30) Richard P, Anne H, Philippe M, David L, Laurence P, Ronan G, Brice L, Jean-Dominique D. Evolution of the ventilatory function of professional divers over 10 years. *Undersea Hyperb Med*. 2013 jul-Aug;40(4):339-43. PMID: 23957204.
- 31) Sames C, Gorman D, Mitchell J, Gamble G. Utility of regular medical examinations of occupational divers. *Internal Medicine Journal* 39 (2009) 763–770. PMID: 19912402 DOI: 10.1111/j.1445-5994.2009.02055.x.

- 32) Glen S. Three year follow up of a self certification system for the assessment of fitness to dive in Scotland Br J Sports Med 2004;38:754–757. doi: 10.1136/bjism.2003.008987.
- 33) Gochicoa L, Cantú G, Miguel J, Rodríguez L, Torre L. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento Neumol Cir Torax, Vol. 73, No. 2, Abril-junio 2014

15. ANEXOS.

Anexo I. Instrucciones para llenar el cuestionario de «historial de buceo».

Anexo II. Cuestionario de «historial de buceo».

Anexo III. Consentimiento informado.

Anexo IV Aprobación de los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

CUESTIONARIO DE «HISTORIAL DE BUCEO»**APARTADO 1: DATOS GENERALES**

Edad (en años cumplidos):	
Sexo al nacer (masculino o femenino):	
Peso (kg):	
Estatura (metros):	

APARTADO 2: HISTORIAL DE BUCEO DURANTE SU EMPLEO EN LA TASP

Esta parte del cuestionario hace referencia **únicamente** al empleo actual en la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios (TASP).

Régimen contractual

(marcar una opción con una X)

Planta sindicalizado	
Transitorio sindicalizado	

Categoría

(marcar una opción con una X)

Buzo "A" (diversos oficios)	
Buzo "B" (diversos oficios)	
Otra (especificar):	

Antigüedad como buzo en la TASP

([buzo B diversos oficios + buzo A diversos oficios] y [transitorio + planta])
(años cumplidos)

Tomar en cuenta la suma de antigüedad de ambas categorías (si ascendió de buzo "B" a buzo "A"). Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuántos años ha sido buzo en esta TASP?

Cuando sume el tiempo laborado como transitorio, considerar en este rubro únicamente el tiempo laborado como buzo en esta TASP, incluyendo el tiempo de capacitación. El tiempo laborado como buzo en otro centro de trabajo mientras era personal transitorio, se tomará en cuenta en el apartado 2.

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas

(meses cumplidos)

Durante el tiempo que ha trabajado como buzo en esta TASP, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de transitorio), o bien porque temporalmente ostentó una categoría no relacionada al buceo (es decir, que no desempeña actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?

Mezcla de gases utilizada para bucear

(marcar una o más opciones con una X)

Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	

Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:

Mezcla:

Profundidad:

Tiempo:

Mezcla:

Profundidad:

Tiempo:

Jornada

(marcar una opción con una X)

0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Según los acuerdos de la TASP:

Horario:Días de descanso:**Número de inmersiones**

(por jornada)

Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.

Profundidad operativa máxima

(metros)

Profundidad máxima que se alcanza en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
<p>Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Representa el tiempo efectivo por inmersión durante el cual el buzo está expuesto a altas presiones atmosféricas. No considera el tiempo que pasa en superficie desempeñando otras labores o sumergido a menos de 10 metros. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: inmersión 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.</p>	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Adicionalmente el accidente se consignó en alguna nota médica (intra o extrapemex) y/o se otorgó tratamiento que pueda comprobarse (receta, envío a cámara hiperbárica, etc.). Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción "<u>No</u>".</p>	

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
<p>Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.</p> <p>Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.</p> <p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en la TASP.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 3: HISTORIAL DE BUCEO DURANTE SU EMPLEO EN OTROS CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX

CENTRO DE TRABAJO NÚMERO: _____

¿Ha trabajado como buzo en otro centro de trabajo de PEMEX? (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>En caso de contestar “No”, pasar al siguiente apartado (Historial de buceo antes del empleo en PEMEX).</p> <p>Esta parte del cuestionario hace referencia al trabajo subacuático desempeñado en cualquier otro centro de trabajo (CT) de PEMEX, aunque sea otra TASP. Por cada centro de trabajo de PEMEX (incluyendo cualquier otra TASP) en el que haya laborado como buzo se realizará este apartado completo. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada centro de trabajo. Este correspondería al centro de trabajo 1, anexar los que sean necesarios.</p>	

Categoría(s)	
Especificar la(s) categoría(s) relacionada(s) al buceo que ostentó en este centro de trabajo:	
Régimen contractual (marcar una opción con una X)	
Planta sindicalizado	
Transitorio sindicalizado	

Antigüedad como buzo en el CT ([categoría relacionada al buceo 1 + categoría relacionada al buceo 2] y [transitorio + planta]) (años cumplidos)	
Tomar en cuenta la suma de antigüedad de todas las categorías relacionadas al buceo que ostentó en este CT. Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuánto tiempo fue buzo en este centro de trabajo? Cuando sume el tiempo laborado como transitorio, considerar únicamente el tiempo laborado como buzo en este CT, incluyendo el tiempo de capacitación. El tiempo laborado como buzo en otro CT mientras era personal transitorio, se tomará en cuenta en el apartado de ese CT.	

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (meses cumplidos)	
Durante el tiempo que trabajó como buzo en este centro de trabajo, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de transitorio), o bien porque temporalmente ostentó una categoría no relacionada al buceo (es decir, que no desempeñaba actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?	

Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	

Jornada (marcar una opción con una X)	
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
Según los acuerdos del centro de trabajo: Horario: <u> </u> Días de descanso: <u> </u>	

Número de inmersiones (por jornada)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzaba en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

SUJETO DE ESTUDIO NÚMERO: _____

CENTRO DE TRABAJO NÚMERO: _____

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Representa el tiempo efectivo por inmersión durante el cual el buzo está expuesto a altas presiones atmosféricas. No considera el tiempo que pasa en superficie desempeñando otras labores o sumergido a menos de 10 metros. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Adicionalmente el accidente se consignó en alguna nota médica (intra o extrapemex) y/o se otorgó tratamiento que pueda comprobarse (receta, envío a cámara hiperbárica, etc.). Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción "<u>No</u>".</p>	

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.	
Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.	
<p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en este CT.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 4: HISTORIAL DE BUCEO ANTES DEL EMPLEO EN PEMEX

EMPRESA O NEGOCIO NÚMERO: _____

Antes de ingresar a PEMEX, ¿trabajó como buzo en otra empresa o negocio? (marcar una opción con una X)	
Si	
No	

En caso de contestar “No”, pasar al siguiente apartado (Historial de buceo no ocupacional [recreativo o de capacitación]).

Esta parte del cuestionario hace referencia al trabajo subacuático desempeñado para cualquier otra empresa o negocio (extrapemex). **Por cada empresa o negocio (extrapemex)** en el que haya laborado como buzo se realizará este apartado completo. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada empresa o negocio. Este correspondería a la empresa o negocio 1, anexas los que sean necesarios.

Tiempo laborado (años cumplidos)	
Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuánto tiempo fue buzo en esta empresa? No importa si era trabajador eventual o de planta ni la actividad subacuática que desarrollaba (instructor de buceo, seguridad pública, biología marina, arqueología, pesca, etc.) mientras haya sido buzo, contemplar la antigüedad, incluyendo el tiempo de capacitación.	

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (meses cumplidos)	
Durante el tiempo que trabajó como buzo en esta empresa o negocio, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de eventual), o bien porque temporalmente realizó un trabajo no relacionado al buceo (es decir, que no desempeñaba actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?	

Número de inmersiones (por jornada)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzaba en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente: <u>Mezcla:</u> Profundidad: Tiempo:	
<u>Mezcla:</u> Profundidad: Tiempo:	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
Responder “ <u>Si</u> ” cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción “ <u>No</u> ”.	

SUJETO DE ESTUDIO NÚMERO: _____

EMPRESA O NEGOCIO NÚMERO: _____

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
<p>Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.</p> <p>Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.</p> <p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en esta empresa o negocio.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Jornada
<p>Especificar lo siguiente:</p> <p><u>Días a la semana laborados:</u></p> <p><u>Días de descanso a la semana:</u></p> <p><u>Horarios de la jornada de trabajo:</u></p>

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 5: HISTORIAL DE BUCEO NO OCUPACIONAL

CURSO NÚMERO: _____

¿El trabajador realizó y/o realiza buceo no ocupacional? (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<p>En caso de contestar "No", pasar al siguiente apartado (Características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar).</p> <p>Esta parte del cuestionario hace referencia a la actividad subacuática realizada con fines de recreación o de capacitación (PREVIO A SU INGRESO A CUALQUIERA DE LAS EMPRESAS [PEMEX O EXTRAPEMEX]). El tiempo que el buzo estuvo en capacitación para estas empresas (PEMEX o extrapemex), ya fue considerado en los apartados de «antigüedad como buzo» correspondientes.</p> <p>Para el buceo recreativo responder los rubros A – F y L – M. Para el buceo realizado con fines de capacitación responder los rubros G – M.</p>	

A. Tiempo que ha realizado buceo recreativo (años cumplidos)	
Edad a la que inicio el buceo recreativo:	<input type="text"/>
Edad a la que dejó de practicar el buceo recreativo (anotar la edad actual si continúa practicándolo):	<input type="text"/>

B. Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (años cumplidos)	
Durante el tiempo que ha realizado buceo recreativo ¿cuántos años ha suspendido dicha actividad por razones de trabajo, estudio, mudanza a una ciudad en la que no se puede realizar esta actividad, etc.?	<input type="text"/>

C. Número de inmersiones (por mes)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en un mes que rebasan más de 10 metros de profundidad (recreativo). Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: enero 5, febrero 9, marzo 6, abril 5, mayo 6, junio 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

D. Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanza en las inmersiones durante el buceo recreativo . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: enero 15, febrero 20, marzo 18, abril 15, mayo 20, junio 20. Se colocará 20 metros al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

E. Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad durante el buceo recreativo . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

F. Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	<input type="checkbox"/>
Nitrox	<input type="checkbox"/>
Trímix	<input type="checkbox"/>
HeliAir	<input type="checkbox"/>
Heliiox	<input type="checkbox"/>
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	<input type="text"/>
Profundidad:	<input type="text"/>
Tiempo:	<input type="text"/>
<u>Mezcla:</u>	<input type="text"/>
Profundidad:	<input type="text"/>
Tiempo:	<input type="text"/>

G. Tiempo de capacitación (sin considerar la recibida en cualquier empresa PEMEX o extrapemex)	
Describir la duración total del curso (especificar si se trata de semanas, meses o años):	<input type="text"/>
Año en que tomó el curso:	<input type="text"/>
¿Cuántos días de la semana acudía al curso?	
Por cada curso en el que haya participado el trabajador, se realizará este apartado (5) a partir del rubro G. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada curso. Este correspondería al curso 1, anexar los que sean necesarios.	

H. Número de inmersiones (por día)	
Número de inmersiones que realizó el buzo en un día de capacitación que rebasaban más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

I. Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzó el buzo en un día de capacitación . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

J. Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantuvo a 10 metros o más de profundidad durante su capacitación . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

K. Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	<input type="checkbox"/>
Nitrox	<input type="checkbox"/>
Trímix	<input type="checkbox"/>
HeliAir	<input type="checkbox"/>
Heliox	<input type="checkbox"/>
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	

L. Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Este rubro aplica para buceo recreativo y el realizado en capacitación .	
Responder " <u>Si</u> " cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción " <u>No</u> ".	
<u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u>	

M. Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Este rubro aplica para buceo recreativo y el realizado en capacitación . Responder "Si" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación. Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:	
<u>Ocasión 1:</u>	
Recreativo o capacitación:	
Año:	
Duración:	
<u>Ocasión 2:</u>	
Recreativo o capacitación:	
Año:	
Duración:	
Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 6: CARACTERÍSTICAS NO RELACIONADAS AL BUCEO QUE PUEDEN AFECTAR LA FUNCIÓN PULMONAR

Partículas respirables (marcar una o más opciones con una X)	
Humos (de origen animal, vegetal o mineral)	
Polvos (de origen animal, vegetal o mineral)	
Fibras	
Gases	
Vapores	
Disolventes	
Aerosoles	

Se refiere a la exposición ocupacional o extra ocupacional, previa o actual a las partículas que se enlistan previamente.

En caso de no conocer el tipo de partícula que refiere el trabajador, coloque el nombre de la sustancia:

En caso de tachar alguna opción, especificar de cada una lo siguiente:

Sustancia:
Periodo:
Puesto de trabajo:
EPPE respiratorio:

Sustancia:
Periodo:
Puesto de trabajo:
EPPE respiratorio:

Patologías de base a nivel pulmonar (marcar una o más opciones con una X)	
Malformaciones que afecten a la caja torácica (cifoesciosis, pectus excavatum),	
Traumatismos o intervenciones quirúrgicas de tórax	
Bronquitis crónica	
Enfisema	
EPOC	
Asma	
COVID – 19	
Internamientos por neumonías	
Neumonías intersticiales	
Tuberculosis pulmonar	
Bullas pulmonares	
Enfermedades neuromusculares del adulto con afectación a músculos de la respiración	
Neumoconiosis	
Alveolitis alérgica extrínseca	

Marcar lo que refiere el trabajador. En caso de tachar alguna opción, especificar de cada una lo siguiente:

Patología:
¿Diagnóstico establecido por un médico?
Tratamiento:
Seguimiento:

Patología:
¿Diagnóstico establecido por un médico?
Tratamiento:
Seguimiento:

Tabaquismo	
Edad a la que inició a fumar:	
Edad a la que dejó de fumar (anotar la edad actual si continúa fumando):	
Número máximo de cigarrillos que fuma en un día:	

Actividad física	
Actividad:	
Años que ha practicado esa actividad:	
Número de veces a la semana que la lleva a cabo:	
Tiempo que dedica a la actividad por ocasión (especificar si son minutos u horas):	
Describir las mismas características por cada actividad que realice.	

Lugar de nacimiento	
Colocar el nombre de la ciudad de nacimiento:	

Tiempo viviendo a nivel del mar	
Años cumplidos desde que vive en una ciudad a nivel del mar (restar los años vividos en una ciudad sobre el nivel del mar):	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en las preguntas planteadas previamente:

CUESTIONARIO DE «HISTORIAL DE BUCEO»**APARTADO 1: DATOS GENERALES**

Edad (en años cumplidos):	
Sexo al nacer (masculino o femenino):	
Peso (kg):	
Estatura (metros):	

APARTADO 2: HISTORIAL DE BUCEO DURANTE SU EMPLEO EN LA TASP

Esta parte del cuestionario hace referencia **únicamente** al empleo actual en la Terminal de Almacenamiento y Servicios Portuarios (TASP).

Régimen contractual

(marcar una opción con una X)

Planta sindicalizado	
Transitorio sindicalizado	

Categoría

(marcar una opción con una X)

Buzo "A" (diversos oficios)	
Buzo "B" (diversos oficios)	
Otra (especificar):	

Antigüedad como buzo en la TASP

([buzo B diversos oficios + buzo A diversos oficios] y [transitorio + planta])
(años cumplidos)

Tomar en cuenta la suma de antigüedad de ambas categorías (si ascendió de buzo "B" a buzo "A"). Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuántos años ha sido buzo en esta TASP?

Cuando sume el tiempo laborado como transitorio, considerar en este rubro únicamente el tiempo laborado como buzo en esta TASP, incluyendo el tiempo de capacitación. El tiempo laborado como buzo en otro centro de trabajo mientras era personal transitorio, se tomará en cuenta en el apartado 2.

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas

(meses cumplidos)

Durante el tiempo que ha trabajado como buzo en esta TASP, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de transitorio), o bien porque temporalmente ostentó una categoría no relacionada al buceo (es decir, que no desempeña actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?

Mezcla de gases utilizada para bucear

(marcar una o más opciones con una X)

Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	

Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:

Mezcla:

Profundidad:

Tiempo:

Mezcla:

Profundidad:

Tiempo:

Jornada

(marcar una opción con una X)

0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Según los acuerdos de la TASP:

Horario:Días de descanso:**Número de inmersiones**

(por jornada)

Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.

Profundidad operativa máxima

(metros)

Profundidad máxima que se alcanza en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
<p>Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Representa el tiempo efectivo por inmersión durante el cual el buzo está expuesto a altas presiones atmosféricas. No considera el tiempo que pasa en superficie desempeñando otras labores o sumergido a menos de 10 metros. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana (en condiciones normales de operación del centro de trabajo). Por ejemplo: inmersión 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.</p>	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Adicionalmente el accidente se consignó en alguna nota médica (intra o extrapemex) y/o se otorgó tratamiento que pueda comprobarse (receta, envío a cámara hiperbárica, etc.). Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción "<u>No</u>".</p>	

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
<p>Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.</p> <p>Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.</p> <p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en la TASP.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 3: HISTORIAL DE BUCEO DURANTE SU EMPLEO EN OTROS CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX

CENTRO DE TRABAJO NÚMERO: _____

¿Ha trabajado como buzo en otro centro de trabajo de PEMEX? (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>En caso de contestar “No”, pasar al siguiente apartado (Historial de buceo antes del empleo en PEMEX).</p> <p>Esta parte del cuestionario hace referencia al trabajo subacuático desempeñado en cualquier otro centro de trabajo (CT) de PEMEX, aunque sea otra TASP. Por cada centro de trabajo de PEMEX (incluyendo cualquier otra TASP) en el que haya laborado como buzo se realizará este apartado completo. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada centro de trabajo. Este correspondería al centro de trabajo 1, anexar los que sean necesarios.</p>	

Categoría(s)	
Especificar la(s) categoría(s) relacionada(s) al buceo que ostentó en este centro de trabajo:	
Régimen contractual (marcar una opción con una X)	
Planta sindicalizado	
Transitorio sindicalizado	

Antigüedad como buzo en el CT ([categoría relacionada al buceo 1 + categoría relacionada al buceo 2] y [transitorio + planta]) (años cumplidos)	
Tomar en cuenta la suma de antigüedad de todas las categorías relacionadas al buceo que ostentó en este CT. Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuánto tiempo fue buzo en este centro de trabajo? Cuando sume el tiempo laborado como transitorio, considerar únicamente el tiempo laborado como buzo en este CT, incluyendo el tiempo de capacitación. El tiempo laborado como buzo en otro CT mientras era personal transitorio, se tomará en cuenta en el apartado de ese CT.	

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (meses cumplidos)	
Durante el tiempo que trabajó como buzo en este centro de trabajo, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de transitorio), o bien porque temporalmente ostentó una categoría no relacionada al buceo (es decir, que no desempeñaba actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?	

Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	

Jornada (marcar una opción con una X)	
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
Según los acuerdos del centro de trabajo: Horario: <u> </u> Días de descanso: <u> </u>	

Número de inmersiones (por jornada)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzaba en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

SUJETO DE ESTUDIO NÚMERO: _____

CENTRO DE TRABAJO NÚMERO: _____

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Representa el tiempo efectivo por inmersión durante el cual el buzo está expuesto a altas presiones atmosféricas. No considera el tiempo que pasa en superficie desempeñando otras labores o sumergido a menos de 10 metros. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en ese CT (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Adicionalmente el accidente se consignó en alguna nota médica (intra o extrapemex) y/o se otorgó tratamiento que pueda comprobarse (receta, envío a cámara hiperbárica, etc.). Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción "<u>No</u>".</p>	

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.	
Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.	
<p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en este CT.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 4: HISTORIAL DE BUCEO ANTES DEL EMPLEO EN PEMEX

EMPRESA O NEGOCIO NÚMERO: _____

Antes de ingresar a PEMEX, ¿trabajó como buzo en otra empresa o negocio? (marcar una opción con una X)	
Si	
No	

En caso de contestar “No”, pasar al siguiente apartado (Historial de buceo no ocupacional [recreativo o de capacitación]).

Esta parte del cuestionario hace referencia al trabajo subacuático desempeñado para cualquier otra empresa o negocio (extrapemex). **Por cada empresa o negocio (extrapemex)** en el que haya laborado como buzo se realizará este apartado completo. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada empresa o negocio. Este correspondería a la empresa o negocio 1, anexas los que sean necesarios.

Tiempo laborado (años cumplidos)	
Para fines prácticos responde a la pregunta, ¿cuánto tiempo fue buzo en esta empresa? No importa si era trabajador eventual o de planta ni la actividad subacuática que desarrollaba (instructor de buceo, seguridad pública, biología marina, arqueología, pesca, etc.) mientras haya sido buzo, contemplar la antigüedad, incluyendo el tiempo de capacitación.	

Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (meses cumplidos)	
Durante el tiempo que trabajó como buzo en esta empresa o negocio, ¿cuántos meses suspendió el buceo ya sea porque se quedó sin contrato (por su carácter de eventual), o bien porque temporalmente realizó un trabajo no relacionado al buceo (es decir, que no desempeñaba actividades subacuáticas) o bien que gozó de su periodo vacacional?	

Número de inmersiones (por jornada)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en una jornada de trabajo que rebasan más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzaba en las inmersiones de una jornada laboral. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana que laboró en esa empresa o negocio (en condiciones normales de operación). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	
Nitrox	
Trímix	
HeliAir	
Heliox	
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente: <u>Mezcla:</u> Profundidad: Tiempo:	
<u>Mezcla:</u> Profundidad: Tiempo:	

Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
Responder “ <u>Si</u> ” cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción “ <u>No</u> ”.	

SUJETO DE ESTUDIO NÚMERO: _____

EMPRESA O NEGOCIO NÚMERO: _____

Antigüedad del barotrauma pulmonar (años cumplidos)	
<p>Tiempo transcurrido desde el barotrauma pulmonar a la fecha. Se expresará en años completos sin considerar meses adicionales. Si fue hace menos de un año, especificar fecha.</p> <p>Si no tiene antecedente de barotrauma pulmonar, colocar N/A.</p> <p><u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u></p>	

Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	
No	
<p>Responder "<u>Si</u>" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación durante su empleo en esta empresa o negocio.</p> <p>Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:</p> <p><u>Ocasión 1:</u> Año: Duración:</p> <p><u>Ocasión 2:</u> Año: Duración:</p> <p>Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.</p>	

Jornada
<p>Especificar lo siguiente:</p> <p><u>Días a la semana laborados:</u></p> <p><u>Días de descanso a la semana:</u></p> <p><u>Horarios de la jornada de trabajo:</u></p>

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 5: HISTORIAL DE BUCEO NO OCUPACIONAL

CURSO NÚMERO: _____

¿El trabajador realizó y/o realiza buceo no ocupacional? (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<p>En caso de contestar "No", pasar al siguiente apartado (Características no relacionadas al buceo que pueden afectar la función pulmonar).</p> <p>Esta parte del cuestionario hace referencia a la actividad subacuática realizada con fines de recreación o de capacitación (PREVIO A SU INGRESO A CUALQUIERA DE LAS EMPRESAS [PEMEX O EXTRAPEMEX]). El tiempo que el buzo estuvo en capacitación para estas empresas (PEMEX o extrapemex), ya fue considerado en los apartados de «antigüedad como buzo» correspondientes.</p> <p>Para el buceo recreativo responder los rubros A – F y L – M. Para el buceo realizado con fines de capacitación responder los rubros G – M.</p>	

A. Tiempo que ha realizado buceo recreativo (años cumplidos)	
Edad a la que inicio el buceo recreativo:	<input type="text"/>
Edad a la que dejó de practicar el buceo recreativo (anotar la edad actual si continúa practicándolo):	<input type="text"/>

B. Periodo sin exposición a altas presiones atmosféricas (años cumplidos)	
Durante el tiempo que ha realizado buceo recreativo ¿cuántos años ha suspendido dicha actividad por razones de trabajo, estudio, mudanza a una ciudad en la que no se puede realizar esta actividad, etc.?	<input type="text"/>

C. Número de inmersiones (por mes)	
Número de inmersiones que realiza el buzo en un mes que rebasan más de 10 metros de profundidad (recreativo). Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: enero 5, febrero 9, marzo 6, abril 5, mayo 6, junio 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

D. Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanza en las inmersiones durante el buceo recreativo . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: enero 15, febrero 20, marzo 18, abril 15, mayo 20, junio 20. Se colocará 20 metros al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

E. Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantiene a 10 metros o más de profundidad durante el buceo recreativo . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en los últimos 6 meses (en las condiciones en las que regularmente realiza esta actividad). Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	<input type="text"/>

F. Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	<input type="checkbox"/>
Nitrox	<input type="checkbox"/>
Trímix	<input type="checkbox"/>
HeliAir	<input type="checkbox"/>
Heliox	<input type="checkbox"/>
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	

G. Tiempo de capacitación (sin considerar la recibida en cualquier empresa PEMEX o extrapemex)	
Describir la duración total del curso (especificar si se trata de semanas, meses o años):	<input type="text"/>
Año en que tomó el curso:	<input type="text"/>
¿Cuántos días de la semana acudía al curso?	<input type="text"/>
Por cada curso en el que haya participado el trabajador, se realizará este apartado (5) a partir del rubro G. Para mantener la confidencialidad, se asignará un número a cada curso. Este correspondería al curso 1, anexar los que sean necesarios.	

H. Número de inmersiones (por día)	
Número de inmersiones que realizó el buzo en un día de capacitación que rebasaban más de 10 metros de profundidad. Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: lunes 5, martes 9, miércoles 6, jueves 5, viernes 6, sábado 6. Se colocará 6 inmersiones al ser el número más frecuente.	

I. Profundidad operativa máxima (metros)	
Profundidad <u>máxima</u> que alcanzó el buzo en un día de capacitación . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: lunes 30, martes 40, miércoles 40, jueves 30, viernes 30, sábado 30. Se colocará 30 metros al ser el número más frecuente.	

J. Tiempo efectivo de exposición a altas presiones atmosféricas por inmersión (minutos)	
Minutos por inmersión que el buzo se mantuvo a 10 metros o más de profundidad durante su capacitación . Colocar lo más frecuente que haya sucedido en la última semana de curso. Por ejemplo: 1 → 180 min, 2 → 240 min, 3 → 180 min, 4 → 120 min, 5 → 240 min, 6 → 180 min. Se colocará 180 minutos al ser el número más frecuente.	

K. Mezcla de gases utilizada para bucear (marcar una o más opciones con una X)	
Aire comprimido	<input type="checkbox"/>
Nitrox	<input type="checkbox"/>
Trímix	<input type="checkbox"/>
HeliAir	<input type="checkbox"/>
Heliox	<input type="checkbox"/>
Especificar de cada opción seleccionada lo siguiente:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	
<u>Mezcla:</u>	
Profundidad:	
Tiempo:	

L. Antecedente de barotrauma pulmonar (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Este rubro aplica para buceo recreativo y el realizado en capacitación .	
Responder " <u>Si</u> " cuando exista antecedente de haber presentado: dolor subesternal, rigidez torácica, tos intensa, disnea, edema pulmonar y/o respiración superficial, durante el ascenso del buzo a la superficie o durante las primeras horas en la superficie. Cualquier otro tipo de enfermedad por descompresión con manifestaciones exclusivamente extrapulmonares, se anotará como la opción " <u>No</u> ".	
<u>Anotar el año en que ocurrió el accidente y el tratamiento que ameritó:</u>	

M. Buceo de saturación (marcar una opción con una X)	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
Este rubro aplica para buceo recreativo y el realizado en capacitación . Responder "Si" cuando exista antecedente de haber realizado buceo de saturación. Especificar de cada ocasión que haya realizado buceo de saturación lo siguiente:	
<u>Ocasión 1:</u>	
Recreativo o capacitación:	
Año:	
Duración:	
<u>Ocasión 2:</u>	
Recreativo o capacitación:	
Año:	
Duración:	
Si hubo incidentes a nivel pulmonar, anotar en el rubro de "antecedente de barotrauma pulmonar". Por su parte, si los incidentes fueron exclusivamente extrapulmonares, no registrar en ningún rubro.	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en los rubros planteados previamente:

APARTADO 6: CARACTERÍSTICAS NO RELACIONADAS AL BUCEO QUE PUEDEN AFECTAR LA FUNCIÓN PULMONAR

Partículas respirables (marcar una o más opciones con una X)	
Humos (de origen animal, vegetal o mineral)	
Polvos (de origen animal, vegetal o mineral)	
Fibras	
Gases	
Vapores	
Disolventes	
Aerosoles	

Se refiere a la exposición ocupacional o extra ocupacional, previa o actual a las partículas que se enlistan previamente.

En caso de no conocer el tipo de partícula que refiere el trabajador, coloque el nombre de la sustancia:

En caso de tachar alguna opción, especificar de cada una lo siguiente:

Sustancia:
Periodo:
Puesto de trabajo:
EPPE respiratorio:

Sustancia:
Periodo:
Puesto de trabajo:
EPPE respiratorio:

Patologías de base a nivel pulmonar (marcar una o más opciones con una X)	
Malformaciones que afecten a la caja torácica (cifoesciosis, pectus excavatum),	
Traumatismos o intervenciones quirúrgicas de tórax	
Bronquitis crónica	
Enfisema	
EPOC	
Asma	
COVID – 19	
Internamientos por neumonías	
Neumonías intersticiales	
Tuberculosis pulmonar	
Bullas pulmonares	
Enfermedades neuromusculares del adulto con afectación a músculos de la respiración	
Neumoconiosis	
Alveolitis alérgica extrínseca	

Marcar lo que refiere el trabajador. En caso de tachar alguna opción, especificar de cada una lo siguiente:

Patología:
¿Diagnóstico establecido por un médico?
Tratamiento:
Seguimiento:

Patología:
¿Diagnóstico establecido por un médico?
Tratamiento:
Seguimiento:

Tabaquismo	
Edad a la que inició a fumar:	
Edad a la que dejó de fumar (anotar la edad actual si continúa fumando):	
Número máximo de cigarrillos que fuma en un día:	

Actividad física	
Actividad:	
Años que ha practicado esa actividad:	
Número de veces a la semana que la lleva a cabo:	
Tiempo que dedica a la actividad por ocasión (especificar si son minutos u horas):	
Describir las mismas características por cada actividad que realice.	

Lugar de nacimiento	
Colocar el nombre de la ciudad de nacimiento:	

Tiempo viviendo a nivel del mar	
Años cumplidos desde que vive en una ciudad a nivel del mar (restar los años vividos en una ciudad sobre el nivel del mar):	

Agregar comentarios y observaciones posterior a la entrevista con el buzo, que considere que pueden ser de relevancia para el estudio y que no se tomaron en cuenta en las preguntas planteadas previamente: