

**ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
DEPARTAMENTO DEL TRABAJO Y RECURSOS HUMANOS
ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DE PUERTO RICO**

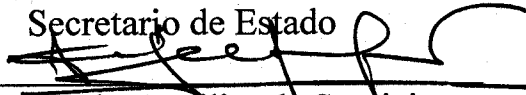
DEPARTAMENTO DE ESTADO

Núm. Reglamento **6897**

Fecha Rad: 24 de enero de 2007

Aprobado: Hon. Fernando J. Bonilla

Secretario de Estado

Por: 

Secretario Auxiliar de Servicios

OPERACIONES DE BUCEO COMERCIAL

4 OSH 1910 (69 FR Núm. 31)

Departamento del Trabajo

Administración de Seguridad y Salud Ocupacional

29 CFR Parte 1910

[Docket No. S-550]

RIN 1218-AB97

Operaciones de Buceo Comercial

Agencia: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), Departamento del Trabajo

Acción: Regla final.

Sumario: OSHA está emitiendo esta regla final para enmendar sus normas de Operaciones de buceo comercial (CDO). Esta regla final permite a los patronos de los instructores de buceo recreativo y guías de buceo cumplir con una serie alterna de requisitos en vez de los requerimientos de cámaras de descompresión en las normas actuales de OSHA. La regla final aplica sólo cuando estos empleados se dediquen a la instrucción de buceo recreativo y guías de buceo; usen un aparato respirador subacuático autocontenido de circuito abierto, circuito semicerrado o de circuito cerrado suplido con un gas respirable que tenga un alto porcentaje de oxígeno mezclado con nitrógeno; buceen a una profundidad máxima de 130 pies del nivel del mar; y permanezcan dentro de los límites de no descompresión especificados para la presión parcial de nitrógeno en la mezcla de gas respirable. Estos requisitos alternos esencialmente son los mismos que los términos de la variante concedida por OSHA a Dixie Divers, Inc. en 1999.

Fechas: Esta regla final entra en vigor el 18 de marzo de 2004.

Direcciones: En cumplimiento con 28 U.S.C. 2112(a), OSHA designa al Associate Solicitor of Labor for Occupational Safety and Health como el receptor de las peticiones de revisión de esta regla final. Someta las peticiones de revisión al Associate Solicitor en: Office of the Solicitor of Labor, Room S-4004, U.S. Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW, Washington, DC 20210.

Para información adicional, comunicarse con: Para información general e indagaciones de prensa, comuníquese con Mr. George Shaw, Office of Communications, Room N-3647, OSHA, U.S. Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW, Washington, DC 20210; teléfono (202) 693-1999. Para indagaciones técnicas, comuníquese con Mr. Robert Bell, Directorate of Standards and Guidance, Room N-3609, OSHA, U. S. Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW., Washington, DC 20210; teléfono (202) 693-2053 ó fax (202) 693-1663.

Hay copia disponible de este aviso del **Federal Register** en la OSHA Office of Publications, Room N-3101, U.S. Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW., Washington DC 20210; teléfono

(202)693-1888. Para copia electrónica de este aviso, vaya al sitio de OSHA en la red (<http://www.osha.gov>), y seleccione "Federal Register", "Date of Publication" y luego "2003".

Información suplementaria:

Tabla de contenido

La siguiente Tabla de contenido identifica las principales secciones bajo **Información suplementaria**, incluyendo un resumen y explicación detallados de la regla final.

- I. Trasfondo
- II. Resumen y explicación de la regla
 - A. Final §§ 1910.401(a)(3) y 1910.402 ("Definiciones")
 - B. Condiciones especificadas en el Apéndice final C
- III. Consideraciones legales
- IV. Análisis económico final y certificación de flexibilidad reglamentaria
- V. Ley de Reducción de trámites
- VI. Federalismo
- VII. Planes estatales
- VIII. Mandatos no financiados
- IX. Aplicabilidad de las normas de consenso existentes
- Lista de temas en 29 CFR 1910
- X. Autoridad y firma

I. Trasfondo

En 1999, bajo la sección 6(d) de la Ley de seguridad y Salud Ocupacional de 1970 ("Ley OSH" 29 U.S.C. 655), la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional ("OSHA" o "la Agencia"), publicó una orden concediendo una variante a Dixie Divers, Inc. ("Dixie Divers") (Ex. 2-11). La variante permanente eximía a Dixie Divers de los requisitos de cámara de descompresión de OSHA especificados en § 1910.423(b)(2) y (c)(3)(iii), y § 1910.426(b)(1), cuando sus instructores de buceo recreativo u guías de buceo (a partir de ahora "buzos"), se dediquen a operaciones de instrucción y guía bajo el agua.

El propósito de tener una cámara de descompresión disponible y lista en el sitio de buceo es tratar la enfermedad de descompresión (DCS), y embolia de gas arterial (AGE). DCS puede ocurrir de respirar aire

o gases mezclados, en profundidades o duración de buceo que requieran descompresión, mientras AGE puede resultar de la sobre-presurización de los pulmones, usualmente siguiente a la rápida ascensión a la superficie durante un buceo sin la exhalación apropiada.

La variante de Dixie Divers de los requisitos de cámara de descompresión aplica sólo a operaciones de buceo de gas mezclado a una profundidad máxima de 130 pies de agua salada ("fsw"), realizadas dentro de los límites de no-descompresión. Durante estas operaciones de buceo, los buzos usan una mezcla de gas respirable consistente en un alto porcentaje de O₂ mezclado con nitrógeno (i.e., una mezcla de gas nitroxo respirable), suplido por un aparato respirador de aire suplido autocontenido de circuito abierto, circuito semi-cerrado o circuito cerrado (SCUBA). Al emitir esta variante permanente, la Agencia señaló que el cumplimiento proveería a los buzos de un nivel de protección que cumple o excede al nivel de protección que recibirían si tuvieran acceso a la cámara de descompresión en el sitio de buceo, según requerido por §§ 1910.423(b)(2) y (c)(3)(iii) y 1910.426(b)(1).

El 10 de enero de 2003, OSHA propuso enmendar sus normas de Operaciones de buceo comercial ("CDO") para incorporar los términos y las condiciones de la variante de Dixie Divers como un apéndice a las normas de CDO (68 FR 1399). La Agencia está ahora emitiendo la regla final para enmendar las normas de CDO basado en esta propuesta. OSHA cree que esta enmienda capacita a los instructores de buceo recreativo y guías de buceo a extender sus operaciones de buceo, mientras minimizan su riesgo de DCS y AGE. La Agencia concluye que los instructores de buceo recreativo y los guías de buceo cubiertos por esta enmienda recibirán un nivel de protección de seguridad y salud que es equivalente a los instructores de buceo recreativo y guías de buceo que tienen una cámara de descompresión localizada en el sitio de buceo durante las operaciones de buceo de mezcla de gas reguladas bajo las normas CDO. Por consiguiente, una cámara de descompresión cercana al lugar de buceo es innecesaria para los buzos cubiertos por esta regla final.

II. Sumario y explicación de la regla final

OSHA no recibió petición de vista sobre la enmienda propuesta, haciendo posible así proceder directamente a la regla final después de considerar los comentarios sometidos a esta regla final por el público en respuesta a la propuesta. En relación a esto, la Agencia recibió 13 comentarios públicos sobre la propuesta. Sin embargo, dos comentaristas sometieron cada uno una serie duplicada de respuestas (Exs. 6-6 y 6-7 y 6-8 y 6-9); una serie de respuestas duplicadas (Ext. 6-6 y 6-7) fue recibida de un buzo comercial que envolvía un asunto no relacionado con esta reglamentación. Tratamos el resto de los comentarios en las secciones A y B a continuación, que discuten las condiciones adoptadas en la regla final.

Cuando la discusión concerniente a una condición no cita un comentario, entonces el público no comentó sobre la condición. En tales casos, hemos asumido que la comunidad reglamentada halló que la condición propuesta es apropiada y necesaria para la seguridad del buzo basado en la razón establecida por OSHA en la regla propuesta, y la hemos retenido en la regla final sin más explicación (véase 68 FR 1399, páginas 1400-1409).

A. Final §§ 1910.401(a)(3) y 1910.402 ("Definiciones")

La propuesta § 1910.401(a)(3) especificaba que esta enmienda aplicaría sólo a las operaciones de instructores de buceo recreativo y guías de buceo que estén dedicados únicamente a instrucción de buceo

recreativo y operaciones de guías de buceo. De conformidad, OSHA también propuso añadir las siguientes definiciones para “instrucción de buceo recreativo” y “operaciones de guía de buceo” a § 1910.402 de las normas de CDO:

“Instrucción de buceo recreativo” significa el adiestramiento de estudiantes de buceo en el uso de procedimientos de buceo recreativo u la operación segura de equipo de buceo, incluyendo SCUBA de circuito cerrado, circuito semicerrado o circuito abierto durante la inmersión.

“Operaciones de guía de buceo” significa el líder de los grupos de buzos adiestrados en el deporte, quienes usan SCUBA de circuito cerrado, circuito semicerrado o circuito abierto, en localizaciones de buceo subacuáticas locales para propósitos recreativos.

Para limitar adicionalmente la aplicación de la enmienda, la § 1910.401(a)(3) propuesta requirió a los patronos garantizar que los instructores y guías conduzcan a estas inmersiones dentro de los límites de la no descompresión y que usen una mezcla de gas respirable nitroxo consistente en un alto porcentaje de O₂ (más de 22% por volumen), mezclado con nitrógeno y suplido por un SCUBA de circuito cerrado, circuito semi-cerrado o circuito abierto. Bajo este requisito propuesto, los patronos tendrían que cumplir con los requisitos especificados en el nuevo Apéndice C de la subparte T.

Basado en su análisis del expediente, OSHA está adoptando §§ 1910.401(a)(3) y 1910.402 propuestas, en la regla final. Los instructores de buceo recreativo y guías de buceo que usan mezclas de gas respirable nitroxo suplido por un SCUBA de circuito cerrado, circuito semicerrado o circuito abierto bajo los límites de buceo de la no descompresión, recibirán un nivel de protección de seguridad y salud equivalente a los instructores de buceo recreativo y los guías de buceo que tienen una cámara de descompresión localizada en el sitio de buceo durante las operaciones de buceo de gas mezclado reglamentadas bajo las normas de CDO.

B. Condiciones especificadas en el Apéndice C final

OSHA propuso añadir un nuevo apéndice a las normas de CDO para especificar las condiciones bajo las cuales los patronos pueden usar esta alternativa a las cámaras de descompresión. De conformidad, la Agencia está adoptando el nuevo Apéndice C en la regla final después de revisar la propuesta basada en los comentarios sometidos al expediente. La siguiente discusión trata los comentarios recibidos sobre las condiciones propuestas, y que OSHA está incluyendo en la regla final.

1. Requisitos de equipo para sistemas recicladores (“rebreathers”)

(a) *Instrucciones del fabricante.* Según propuesto, esta condición requería que los patronos se aseguraran que sus instructores de buceo comercial y guías de buceo utilicen los sistemas recicladores (i.e., SCUBA de circuito semi-cerrado y circuito cerrado), de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema. OSHA está reteniendo esta condición en la regla final. Según señalado en la propuesta, la Agencia cree que los fabricantes de SCUBA son los mejor cualificados para identificar y especificar los componentes, configuración y operación de sus productos.

(b) *Contrapulmones.* Esta condición propuesta requería a los patronos que garantizaran que todo sistema reciclador tuviera un contrapulmón (también llamado “bolsa de inhalación”), con un sistema deflector que evitase que la humedad entre al depurador o a las mangas de respiración, y que a la vez supla un volumen

suficiente de aire respirable para que los buzos sostengan su índice de respiración durante las operaciones de buceo. La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), considera los contrapulmones una necesidad para el buceo con sistema reciclador (rebreathers) (véase Ex. 3-12, p.14-3). OSHA espera que los fabricantes de "rebreathers" provean al comprador o usuario de la información concerniente a este desplazamiento, como parte de su práctica usual y acostumbrada. Además, evitando que la humedad entre al depurador, los sistemas deflectores evitan el rápido deterioro del material sorbente de CO₂ albergado en el depurador, y disminuye el riesgo de toxicidad de CO₂ (véase Ex. 3-12, p. 14-8).

La Agencia recibió un comentario (Ex. 5-2-1) concerniente al requisito de sistema de deflector propuesto. Este comentarista recomendó revisar la condición para que lea que el contrapulmón debe contener "un sistema de deflector y/u otro sistema separador de humedad que evite que la humedad entre al depurador." Para justificar esta revisión, el comentarista aseveró: "Aunque todas las unidades manufacturadas tienen algún tipo de sistema para llevar a cabo esta función, no todas lo nombran como sistema "deflector" (baffle). Adicionalmente, el uso del término específico * * * puede crear problemas para futuros desarrollos tecnológicos que pudieran tratar el problema de manera diferente." OSHA está de acuerdo con este comentarista en que el palabreo propuesto es demasiado específico y pudiera estorbar a las nuevas tecnologías para evitar que la humedad entre al depurador. Por lo tanto, la regla final adopta el lenguaje de la condición propuesta, excepto la parte que discute los sistemas de deflectores; para esta parte, la Agencia está adoptando el lenguaje recomendado por este comentarista.

(c) *Trampas de humedad.* Bajo esta condición propuesta, los patronos necesitan poner una trampa de humedad en el circuito respiratorio de cada reciclador. Los patronos necesitan también asegurarse de que el fabricante del "rebreather" apruebe la trampa de humedad y su localización en el circuito de respiración, y que sus buzos usen la trampa de humedad de acuerdo con las instrucciones del fabricante del "rebreather". La Agencia está reteniendo esta condición en la regla final según propuesta porque cree que las trampas de presión, cuando están aprobadas por el fabricante del reciclador ("rebreather") y son localizadas y usadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, evitan que el agua entre a los canastos absorbentes de CO₂. Al evitar tal infiltración de agua, las trampas de humedad preservan las propiedades absorbentes de CO₂ del material sorbente dentro del canasto.

(d) *Sensores de humedad.* Bajo esta condición propuesta, los patronos deben asegurarse de que cada reciclador o "rebreather" tenga un sensor de humedad funcionando continuamente, que conecte a una alarma (Ej., visual, digital, gráfica o análoga), o auditiva (Ej., voz, tono puro). Esta alarma debe ser rápidamente detectable por los buzos bajo las condiciones de buceo en que ellos operen, y les advierta de la humedad en el circuito de respiración con tiempo suficiente para que terminen la inmersión y regresen seguramente a la superficie. Adicionalmente, la condición propuesta requería a los patronos asegurarse de que sus buzos usen los sensores de humedad de acuerdo con las instrucciones del fabricante del reciclador. Al advertir a los buzos de la infiltración peligrosa de agua al canasto, los sensores de humedad permiten a los buzos regresar a la superficie antes de que el CO₂ en el gas respirable reciclado alcance niveles peligrosos. Por lo tanto, la regla final incluye estos requisitos según propuesto.

(e) *Sensores de CO₂.* Un componente importante en controlar el CO₂ es el sensor de CO₂. En la propuesta, esta condición requería a los patronos garantizar que todo reciclador o "rebreather" contuviera un sensor de CO₂ funcionando continuamente en el circuito de respiración. También especificaba que el fabricante del reciclador debe aprobar el sensor de CO₂ y su localización en el circuito de respiración. Además, el patrono debe asegurarse de que el sensor de CO₂ esté integrado con una alarma que opere

que un modo visual (*Ej.*, digital, gráfico o análogo), o auditivo (*e.g.*, voz, tono puro), fácilmente detectable bajo las condiciones de buceo en las cuales operan. Esta alarma puede permanecer continuamente activada cuando el nivel de CO₂ inhalado alcance o exceda a 0.005 atmósferas absoluto ("ATA").¹ En la regla final, OSHA está reteniendo esta condición según propuesta.

(f) *Calibración de los sensores de CO₂*. Esta condición propuesta establecía que los patronos debían, antes de las operaciones de buceo de cada día (y con mayor frecuencia, si es necesario), calibrar todo sensor de CO₂ de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sensor. Adicionalmente, los patronos deben mantener la exactitud del equipo y los procedimientos usados para realizar la calibración dentro del 10% de la concentración de CO₂ de 0.005 ATA o menos, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sensor. Usando este equipo, calibrarían el sensor de CO₂ dentro del 10% de la concentración de CO₂ de 0.005 ATA o menos. La Agencia está incluyendo esta condición en la regla final porque concluye que este requisito de calibración es necesario para identificar los sensores de CO₂ que funcionen inapropiadamente.

(g) *Sensores de CO₂ defectuosos*. En la propuesta, esta condición especificaba que los patronos deben substituir los sensores de CO₂ que fallen en los requisitos de precisión delineados anteriormente en la condición 1(f)(iii) con un sensor que cumpla con estos requisitos. La eliminación de los sensores que no sean confiables o que no puedan funcionar bajo condiciones de buceo rudas es necesaria para proveer a los buzos de gas respirable seguro. OSHA está reteniendo este requisito en la regla final.

(h) *Materiales sorbentes de CO₂*. Como alternativa a usar sensores de CO₂ que funcionen continuamente, la condición propuesta permitía al patrono implantar una agenda del fabricante del reciclador o "rebreather" para reemplazar el material adsorbente de CO₂ en la canasta de un reciclador. Sin embargo, el fabricante tendría que desarrollar una agenda de acuerdo con el protocolo de prueba de canasto especificado en la Condición 11 del Apéndice C ("Protocolo de prueba para determinar los límites de CO₂ de los canastos de sistemas recicladores). Adicionalmente, el patrono puede usar el reciclador a una temperatura de agua que es más baja del mínimo o más alta del máximo, usada en el protocolo de prueba especificado en la Condición 11, pero sólo cuando el fabricante del respirador añade la temperatura más baja o más alta al protocolo de prueba.

Un comentarista (Ex. 5-2-1), declaró que el lenguaje propuesto concerniente al requisito máximo o mínimo de temperatura de agua es confuso y recomendó que el requisito lea como sigue: "Un reciclador dentro del alcance de temperatura para el cual el fabricante condujera sus pruebas de canastos de depurador siguiendo el protocolo especificado en la Condición 11. Las variaciones sobre o bajo el alcance son aceptables sólo después de que el fabricante añada esa temperatura más baja o más alta al del protocolo." OSHA está de acuerdo en que la revisión del comentarista expresa más claramente que la propuesta el significado de esta disposición, y ha revisado este lenguaje en la regla final de conformidad. La Agencia cree que la agenda de cambio de canasto (canister) provee un estimado razonable de la duración del canasto que incorpora un avalúo de las propiedades físicas del material sorbente de CO₂ y una evaluación de la efectividad del canasto.

¹ ATA es la presión parcial de un gas componente gaseoso en la presión total del gas respirable. Cuando el porcentaje del componente gaseoso en el gas respirable permanece constante durante la zambullida, su presión parcial o ATA, aumenta en proporción directa a los aumentos en profundidad de buceo.

(i) *Cartuchos comercialmente pre-empacados.* Esta condición propuesta requería a los patronos que usaran una agenda de cambio de sorbente de CO₂, especificada en la Condición 1(h), que se aseguraran que todo reciclador o “rebreather” use un cartucho depurador manufacturado (*i.e.*, comercialmente pre-empacado), desechable. Este cartucho tendría que contener un material sorbente de CO₂ que esté aprobado por el manufacturero del reciclador o “rebreather” y que sea capaz de remover CO₂ del gas exhalado por el buzo. A este respecto, el canasto tendría que mantener un nivel de CO₂ en el gas respirable (*i.e.*, el gas que el buzo está inhalando directamente del regulador), bajo una presión parcial de 0.01 ATA.

OSHA está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta. Estos requisitos aseguran la compresión apropiada y la distribución uniforme del material sorbente en el cartucho, minimizando así la “canalización” en el material ² y bajando el riesgo del buzo de volver a respirar el gas exhalado, alto en CO₂.

(j) *Alternativa a cartuchos comercialmente pre-empacados.* Esta condición propuesta permitía a los patronos llenar los cartuchos depuradores de CO₂ manualmente en vez de usar cartuchos comercialmente pre-empacados. Esta práctica es aceptable cuando el manufacturero del reciclador o “rebreather” diseña el cartucho del depurador para llenarse manualmente, el patrono implanta el método alternativo de acuerdo a las instrucciones del manufacturero del reciclador y el patrono puede demostrar que el método alternativo cumple con los requisitos de ejecución para cartuchos comercialmente empacados especificados por las Condiciones 1(h) y 1(i). OSHA está adoptando esta condición en la regla final según propuesta porque los cartuchos llenos manualmente que cumplen con los requisitos de ejecución para los cartuchos comercialmente pre-empacados removerán el CO₂ efectivamente del circuito respirador.

(k) *Módulo de información.* En la propuesta, esta condición requería que los patronos garantizaran que sus buzos usaran un módulo de información que les provea la información crítica concerniente a la operación del reciclador. Para todos los recicladores, el módulo necesita contener dispositivos de advertencia visual o auditiva que pudiera alertar al buzo a las debilidades o fallas eléctricas (*e.g.*, falla del solenoide, bajos niveles de batería). Además, los módulos usados en los recicladores de circuito semicerrado necesitan contener despliegues visuales para la presión parcial de CO₂, o desviaciones sobre o bajo una presión parcial de CO₂ preestablecida de 0.005 ATA. Para recicladores de circuito cerrado el módulo también debería contar con despliegues visuales para las presiones parciales de O₂ y CO₂, o desviaciones sobre y bajo una presión parcial de CO₂ preestablecida de 0.005 ATA y una presión parcial de O₂ preestablecida de 1.40 ATA. El módulo también necesita tener un despliegue visual para temperatura de gas en el circuito respirador y temperatura de agua.

OSHA está incluyendo estos requisitos en la regla final según propuestos porque advertir a los buzos de debilidad y fallas eléctricas les informa a no confiar en su equipo eléctricamente operado y a tomar acciones de protección. Proveer información sobre las presiones parciales de O₂ y CO₂ alerta a los buzos sobre los niveles en alza y potencialmente tóxicos de estos gases para que eviten la exposición extendida. Adicionalmente, la información concerniente a la temperatura del agua advierte a los buzos del riesgo de

² “Canalización” describe espacios abiertos (o canales), que se forman en el material sorbente y que permiten que el gas exhalado de la respiración pase a través de esa parte del material al lado de inhalación del aparato respirador, con poca o ninguna absorción del CO₂ contenido en el gas exhalado. La canalización puede evitarse comprimiendo el material sorbente uniformemente en el canasto (*e.g.*, agitando el canasto vigorosamente).

hipotermia, mientras que la temperatura de gas permite a los buzos estimar la duración de su material sorbente de CO₂.

(l) *Cotejo de energía y circuitos eléctricos.* Bajo esta condición propuesta, los patronos garantizarán que los suministros de energía eléctrica y los circuitos eléctricos y electrónicos en todo reciclador o "rebreather" estén operando de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los patronos deben cotejar la operación apropiada antes de comenzar las operaciones de buceo de cada día, y con más frecuencia cuando sea necesario. La Agencia está adoptando esta condición según propuesta debido a que las fallas electrónicas parciales o totales pueden interferir con el sensor del reciclador y con el sistema de control.

2. Requisitos especiales para recicladores o "rebreathers" de circuito cerrado

(a) *Sensores de suministro de presión y temperatura.* Esta condición propuesta establecía que los patronos son responsables de asegurar que los recicladores de circuito cerrado usen sensores de suministro de presión para el O₂ y los gases diluyentes (*i.e.*, aire o nitrógeno), así como sensores que funcionen continuamente para detectar la temperatura en el lado de la inhalación del circuito de respiración y en el agua ambiental. OSHA está incluyéndola en la regla final según propuesta. En este aspecto, los sensores de suministro de presión informan a los buzos del suministro restante de los ingredientes del gas respirable (*i.e.*, O₂ y aire o nitrógeno), haciendo posible así el monitoreo de consumo de gas respirable durante una zambullida. Los suministros de gas bajos alertan a los buzos del consumo de gas respirable inusualmente alto, indicando un posible problema en el reciclador. Una pérdida inesperada de gas también puede aumentar la necesidad de que el buzo haga un ascenso rápido (*i.e.*, emergencia) a la superficie durante la zambullida, lo que pudiera resultar en la sobre-presurización de los pulmones asociada con AGE. Además, OSHA cree que los sensores de temperatura aumentan la seguridad del buzo porque los sensores alertan a los buzos de la posibilidad de hipotermia. Las reducciones en temperatura del gas respirable también informan a los buzos de que la eficiencia del material sorbente de CO₂ tiene probabilidad de deteriorarse (Ex. 3-11).

(b) *Sensores de O₂.* Según propuesto, esta condición requería a los patronos asegurar que al menos dos sensores de O₂ estuviesen localizados del lado de inhalación del circuito respirador. Estos sensores de O₂ deben funcionar continuamente, compensar por las variaciones de temperatura, y estar aprobados por el fabricante del reciclador o "rebreather". La Agencia está incluyendo esta condición en la regla final, según propuesta, porque los sensores proveen a los buzos de información crítica concerniente a los niveles de O₂ en el gas respirable. La información precisa sobre los niveles de O₂ capacita a los buzos a mantener las cantidades apropiadas de O₂ en el gas respirable, minimizando así la necesidad de escapes de emergencia.

(c) *Calibración de los sensores de O₂.* Esta condición propuesta especificaba que los patronos debían calibrar los sensores de O₂ según requerido por las instrucciones del fabricante antes de comenzar las operaciones de buceo de cada día y con más frecuencia, si fuera necesario. Al realizar este requisito, los patronos tendrían que: (i) Asegurarse de que el equipo y los procedimientos usados para realizar la calibración tengan una exactitud dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen; (ii) mantener la exactitud del equipo de calibración según requerido por el fabricante del equipo; (iii) asegurarse de que los sensores tengan una exactitud dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen; (iv) sustituir los sensores de O₂ cuando fallen en cumplir con los requisitos de exactitud especificados; y (v) asegurarse de que los sensores de O₂ substituidos cumplan con estos requisitos de exactitud.

OSHA cree que los niveles de exactitud especificados bajo esta condición proveen un margen de seguridad adecuado para que los buzos detecten las concentraciones anómalas de O₂, para identificar la causa de la anomalía y ajustar los sistemas de control de conformidad, y para ascender a la superficie cuando sea necesario. Adicionalmente, la calibración apropiada y oportuna de los sensores, así como la información precisa concerniente al nivel de O₂, provee a los buzos de la oportunidad de tomar acción de corrección de exceder el nivel de O₂ a los parámetros especificados. Mantener los niveles apropiados O₂ evitará los efectos al sistema nervioso central y pulmonar de la toxicidad de O₂, y protegerá a los buzos de muerte y lesión. De conformidad, la Agencia está incluyendo estos requisitos de sensores de O₂ en la regla final según propuestos.

(d) *Control del suministro de O₂*. Esta condición propuesta establecía que los patronos deben asegurarse de que los recicladores o "rebreathers" de circuito cerrado tengan: (i) Un paquete controlador de gas con válvulas de solenoide de suministro de O₂ que sean operadas electrónicamente; (ii) un regulador activado a presión con una válvula de adición de gas respirable de segunda etapa; (iii) una válvula de derivación manualmente operada para añadir O₂ y gas diluyente a la mezcla del circuito respirador y (iv) cilindros separados de O₂ y gas diluyente para suplir la mezcla de gas respirable. De conformidad, los recicladores de circuito cerrado automáticamente inyectarían O₂ al circuito respiratorio para mantener la presión parcial de O₂ pre-establecida en el gas respirable y añadir gas diluyente automáticamente (i.e., nitrógeno o aire), a través del regulador para compensar por la disminución en volumen de gas durante el descenso. El buzo también debe poder controlar estas funciones manualmente usando válvulas de desviación (bypass) de suministro de gas provistas en el equipo. Los cilindros separados proveerían el O₂ y el gas diluyente usado en la mezcla de gas respirable.

OSHA está adoptando estas condiciones según propuestas porque estos requisitos de equipo mantienen los niveles de O₂ en el gas respirable dentro de un alcance especificado de presiones parciales. Esta condición provee garantía de que haya disponible una presión de gas respirable suficiente y confiable para ofrecer gas respirable al buzo sin afectar adversamente el esfuerzo respirador. Mantener un esfuerzo de respiración cómodo reduce las acumulaciones de CO₂ causadas por un aumento en el índice de respiración y a su vez, baja el riesgo de toxicidad de CO₂. Adicionalmente, manteniendo el nivel de O₂ en el circuito respirador, en los niveles especificados, la condición asegura que los buzos permanezcan dentro de los límites de exposición a O₂ pre-establecidos. Finalmente, la condición permite a los buzos añadir manualmente O₂ o gas diluyente de cilindros separados, haciendo posible que ajusten los componentes de la mezcla de gas respirable, de fallar el paquete controlador de gas y regulador activado a presión.

3. Concentración de O₂ en el gas respirable

Bajo esta condición propuesta, los patronos serían responsables de asegurarse de que la fracción de O₂ en la mezcla respirable de gas respirable nitrógeno exceda a 22% por volumen.³ Para los recicladores o "rebreathers", la fracción de O₂ nunca excedería a una presión parcial de O₂ de 1.40 ATA, mientras que para un SCUBA de circuito abierto, la fracción de O₂ nunca excedería a 40% por volumen o una presión parcial de O₂ de 1.40 ATA, lo que exponga menos a los buzos a O₂.

³ Aunque los bajos niveles de O₂ son raros bajo condiciones de respiración de nitrógeno, los sensores también detectarían niveles de O₂ menores de 22% por volumen (véase la Condición 3 del Apéndice C, a continuación).

Un comentarista (Ex. 6-2), respondió a esta condición propuesta, declarando: "El concepto de que bucear con una concentración más alta de $[O_2]$ que aire comprimido remueve el riesgo de DCS es absurdo. Cualquier nivel de nitrógeno predispone a los individuos a la probabilidad de DCS. * * *

El siguiente comentario sometido por el Dr. Larry Raymond (Ex. 5-1), un médico de salud ocupacional con experiencia en tratar lesiones relacionadas con buceo, discutió este asunto:

Las mezclas ricas en oxígeno de nitrógeno y oxígeno ("Nitroso") se ha mostrado ciertamente que son ventajosas [] con relación a la enfermedad de descompresión (DCS). El Nitroso permite zambullidas más largas a cualquier profundidad (vs. zambullidas de aire). El Nitroso es seguro, siempre que se tenga cuidado meticuloso a la mezcla de gas, lubricación de las partes expuestas a oxígeno (evitar fuego), y cumplimiento con los límites de profundidad y agendas de descompresión.

Aunque la Agencia cree que los niveles aumentados de O_2 pueden reducir el riesgo de la enfermedad de descompresión (DCS, por sus siglas en inglés) desplazando el nitrógeno en la mezcla de gas respirable nitroso, señala que el principal propósito de esta condición es evitar la toxicidad de O_2 o hipoxia, no remover el riesgo de DCS. Otro comentarista (Ex. 6-1) quien tenía tres años de experiencia con mezclas respirables de nitroso como buzo de recuperación e instructor de buceo, recomendó que: "cualquier buzo que se dedique a buceo recreativo con [SCUBA] de circuito abierto esté suplido de gas respirable consistente en un alto porcentaje de oxígeno mezclado con nitrógeno." Esta recomendación testifica sobre los beneficios de salud y seguridad de las mezclas de gas respirable de nitroso, según incorporado en la regla final.

OSHA está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta porque halla que el nivel mínimo de 22% es consistente con el nivel mínimo requerido para mezclas de gas respirable de nitroso.⁴ Adicionalmente, la Agencia está incluyendo en la regla final los límites superiores designados para el componente O_2 en la mezcla de gas respirable nitroso según propuesto (i.e., 40% por volumen y 1.40 ATA). El límite de 40% especifica el nivel sobre el cual el equipo expuesto a O_2 (e.g., cilindros de SCUBA, válvulas, reguladores de primera etapa, mangas de alta presión), deben estar clasificadas para servicio de O_2 debido al riesgo aumentado de una explosión acelerada por O_2 (Ex. 3-12, p. 15-18), mientras que el límite de 1.40 ATA representa el máximo nivel de exposición a O_2 que evitará efectivamente la toxicidad de O_2 entre los buzos (véase Ex. 3-4, pp.3-5 a 3-15 y P-37 a P-45 y Ex. 3-10).

4. Regulación de exposiciones a O_2 y profundidad de buceo

(a) *Limitación de la presión parcial de O_2* . Esta condición propuesta identificaba los procedimientos para evitar la toxicidad de O_2 . Los patronos tendrían que: (i) Determinar la duración de la exposición a O_2 usando la exposición al máximo de presión parcial de O_2 durante la zambullida y el tiempo de zambullida total (i.e., desde el momento en que el buzo abandona la superficie hasta que el buzo regresa a la superficie); y (ii) usando la duración de la exposición del buzo, asegurar que un buzo expuesto a una presión parcial de O_2 entre 0.60 y 1.40 ATA no exceda los límites de exposición sencilla a O_2 , de 24 horas, especificado por el 2001 NOAA Diving Manual (Ex. 3-12, p. 3-23), o por el informe de 1995 Diving Science and Technology Corporation (DSAT), contenido en la publicación titulada "Enriched Air Operations and Resource Guide" (Ex. 3-13, p. 34).

⁴ Por definición, una mezcla de gas respirable de nitroso contiene un porcentaje más alto de oxígeno que el hallado en el aire normal (i.e., 21%), usualmente, 32% y 36% de oxígeno (Ex. 3-12).

Bajo esta condición, el párrafo (i) reduce el riesgo de desarrollar toxicidad de O₂ regulando las exposiciones a O₂ de acuerdo a los aumentos en presión parcial de O₂ (i.e., profundidad de zambullida), y duración de zambullida. El párrafo (ii) controla las exposiciones a O₂ requiriendo que las operaciones de buceo sean conforme a los límites de exposición sencilla de 24 horas a O₂ especificado en el 2001 NOAA Diving Manual y el informe de 1995 DSAT contenidos en la publicación titulada: "Enriched Air Operations and Resource Guide". En el único comentario recibido sobre esta condición propuesta (Ex. 5-1), el Dr. Raymond expresó preocupación sobre los efectos deletéreos de respirar O₂ a 1.40 ATA, declarando: "El riesgo de toxicidad por oxígeno del buceo con Nitroso es una preocupación muy real. Las convulsiones inducidas por oxígeno usualmente se mitigan cuando un gas con altos niveles de oxígeno * * * es substituido por aire, pero cualquier convulsión que pueda ocurrir en el agua es un desastre potencial, colocando al buzo en riesgo de embolia de gas arterial (AGE, por sus siglas en inglés), de ahogarse y muerte." (Énfasis en el original)

Según señalado en la propuesta, OSHA está de acuerdo en que la toxicidad de O₂ es un riesgo substancial para los buzos que respiran mezclas de gas respirable de nitroso. La Agencia está reteniendo esta condición en la regla final según propuesta porque los procedimientos de NOAA y DSAT están diseñados para proteger a los buzos regulando efectivamente su exposición a O₂. NOAA y DSAT desarrollaron sus límites de exposición a O₂ usando modelos y teorías extensamente probadas en el campo para seguridad y eficacia. La industria del buceo recreativo reconoce y usa ambos de estos procedimientos y según concluye OSHA al conceder la variante de Dixie Divers, ambos de estos procedimientos ofrecen a los buzos protección adecuada contra toxicidad de O₂. Más aún, restringir las operaciones de buceo a 130 pies de agua de mar (fsw, por sus siglas en inglés) (véase la Condición 4(b), a continuación), proveerá a los buzos de protección adicional de la toxicidad de O₂.

(b) *Limitar la profundidad de buceo.* Bajo esta condición propuesta, los patronos tendrían que limitar a los buzos cubiertos por la enmienda a una profundidad máxima de 130 pies de agua de mar (fsw) o a una presión parcial máxima de O₂ de 1.40 ATA, lo que los exponga menos a O₂. OSHA está adoptando los requisitos especificados por esta condición propuesta en la regla final porque halla que la condición limita la exposición general de los buzos a O₂. Además, según señalado en la discusión de la Condición 3 anterior, que limita la profundidad de las operaciones de buceo, también restringirá la presión parcial del oxígeno en la mezcla de gas respirable de nitroso, bajando así la incidencia de la toxicidad del O₂.

5. Uso de límites de no descompresión

(a) *Procedimientos de no descompresión* En la propuesta, esta condición especificaba que los patronos deben asegurarse de que los buzos que usen mezclas de gas respirable de nitroxo permanezcan en los límites de la no descompresión especificados para buceo de aire sencillo o repetitivo. Estos límites están disponibles en el 2001 NOAA Diving Manual (Ex. 3-12) o el informe de 1994 DSAT titulado "Development and Validation of No-Stop Decompression Procedures for Recreational Diving: The DSAT Recreational Dive Planner" (Ex. 3-14). Al determinar los límites de la no descompresión para mezclas de gas respirable de nitroxo en su 2001 Diving Manual, NOAA aplica la profundidad de aire equivalente (equivalent-air-depth "EAD").

Los buzos que usan mezclas de gas respirable de nitroxo pueden usar la fórmula EAD para determinar la precisión de los límites de no descompresión para diferentes presiones parciales de nitrógeno. De acuerdo con NOAA, EAD "es la profundidad basada en la presión parcial del nitrógeno en la mezcla de gas a ser respirada, en vez de la profundidad actual de la zambullida" (Ex. 3-12, p. 15-7).

NOAA aplica su fórmula EAD al determinar qué límites de descompresión de aire equivalente usar con mezclas de gas respirable de nitroso. La fórmula asume que las presiones parciales de nitrógeno equivalentes y las duraciones del buceo resultarán en un riesgo de enfermedad de descompresión (DCS) similar a las zambullidas realizadas con aire. OSHA cree que la fórmula NOAA EAD puede estimar con exactitud los riesgos de DCS asociados con las mezclas de gas respirable de nitroxo basado en las presiones parciales de nitrógeno equivalentes y la duración usada en el buceo de aire. En la propuesta, OSHA citó comentarios concernientes a la eficiencia de la fórmula EAD sometidos al expediente por el Dr. Edward D. Thalmann (Ex. 2-7), un experto de renombre mundial en el tratamiento de emergencias médicas relacionadas con el buceo, entre los buzos recreativos. En estos comentarios, el Dr. Thalmann aseveró que los datos de investigación muestran que el acercamiento de EAD es válido para computar los límites de no descompresión para presiones parciales de O₂ tan alta como 1.5 ATA. También declaró que la DCS asociada con respirar mezclas de gas respirable de nitroso "no debe ser substancialmente diferente en la incidencia y severidad comparada al buceo de aire[,] siempre que los tiempos de no descompresión de Nitroso sean computados de límites de no descompresión aceptados usando la [fórmula] de [NOAA] EAD." El Dr. Thalmann concluyó que, dentro de estos constreñimientos, "no hay razón para tener diferentes requisitos para * * * buceo de no descompresión de aire y Nitrox."

OSHA recibió dos comentarios sobre la condición propuesta. El primer comentarista (Ex. 6-4), declaró:

El Nitroso puede reducir [DCS] sólo si no se permite un consumo mayor; permaneciendo más tiempo ha negado este aspecto. [DCS] no es meramente un asunto de "subir demasiado rápido.["]], sino más bien [es causada] por "descompresión inadecuada." No hay una tabla/agenda milagrosa y; [DCS] puede manifestarse y se manifiesta no empee la tabla, mezcla o agenda utilizada []. Las tablas/agendas probadas actualmente tienen riesgo pero no son en manera alguna 100% [.]

Similarmente, el segundo comentarista (Ex. 6-8), adujo que "el riesgo de [DCS] puede disminuirse, pero sólo si usan los procedimientos de descompresión de buceo con aire mientras bucea con nitroso" y "el uso de nitroso o cualquier otro gas mezclado no reducirá la necesidad de las cámaras de descompresión si los buzos no utilizan los procedimientos de buceo con aire mientras bucean con gas enriquecido con oxígeno."

La Agencia está de acuerdo con el primer comentarista en que el nitroxo puede reducir DCS. Esta reducción ocurre en parte porque el O₂ desplaza al nitrógeno en el volumen de gas respirable disponible para el uso. Además, la Condición 5(a) impone límites de no descompresión a las operaciones de buceo, reduciendo así el consumo de nitrógeno y el riesgo de la enfermedad de descompresión (decompression sickness, DCS).

OSHA concurre con ambos comentaristas en que ninguna tabla o agenda de buceo o altos niveles respirables de O₂, en vez de aire comprimido, evitará la DCS completamente. De conformidad, el propósito de esta disposición es reducir DCS como riesgo significativo para los buzos cubiertos por esta regla final.

Las declaraciones hechas por el segundo comentarista implican que sólo los procedimientos de buceo de aire resultarán en un bajo nivel de riesgo de DCS. Sin embargo, los informes publicados por DSAT (véase la regla propuesta en 68 1406), claramente demuestra que DSAT adoptó sus tablas de límites de no descompresión sólo después de pruebas extensivas de laboratorio y de campo, demostrando que estas tablas son seguras y confiables. Adicional, a esta parte, NOAA basó sus tablas de no descompresión

sobre límites de descompresión de aire equivalentes, consistente con las recomendaciones de este comentarista. Por lo tanto, la Agencia está reteniendo esta condición en la regla final según propuesta.⁵

(b) *Computadoras de buceo-descompresión.* Bajo esta condición propuesta, los patronos pueden usar computadoras de buceo-descompresión diseñadas para regular la descompresión cuando las computadoras utilizan los límites de no descompresión de NOAA o DSAT especificados anteriormente en la Condición 5(a) y proveen resultados que representan confiablemente estos límites. OSHA está incluyendo la condición en la regla final según propuesta porque la condición provee a los patronos de la flexibilidad para usar cálculos manuales o computadoras de buceo-descompresión para determinar los límites de no descompresión. La Agencia también encuentra que restringir los límites de no descompresión en la programación de las computadoras a los límites publicados por 2001 NOAA Diving Manual y el informe 1994 SDAT, garantiza que los buzos usen sólo aquellos límites de no descompresión aprobados bajo esta reglamentación.

6. Mezclado y analizado de gas respirable

(a) *Mezclado de gas respirable por el patrono.* Cuando el patrono prepara la mezcla de gas respirable, esta condición propuesta establecía que debían: (i) Asegurarse de que el personal apropiadamente adiestrado mezcle los gases respirables de nitroso y de que el nitrógeno sea el único gas inerte usado en la mezcla de gas respirable; y (ii) mezclar la mezcla de gas respirable apropiada antes de ponerla en los cilindros de gas respirable, usando las técnicas de mezclado de presión parcial o de flujo continuo especificadas en 2001 NOAA Diving Manual (Ex. 3-12), o usando un sistema de membrana de filtro. La Agencia está adoptando esta condición según propuesta porque estos requisitos proveen control de calidad sobre los procesos y técnicas comúnmente usados y aceptados por la industria del buceo para mezclas de gas respirable de nitroxo.

(b) *Analizando O₂.* Esta condición propuesta requeriría a los patronos, antes de comenzar las operaciones de buceo de cada día, determinar la fracción de O₂ de la mezcla de gas respirable usando un analizador de O₂. Al hacerlo, ellos deben: (i) garantizar que el analizador de O₂ es exacto dentro del 1% de la fracción de O₂ por volumen; y (ii) mantener esta exactitud según requerido por el fabricante del analizador. OSHA está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta. Esta condición capacitará a los patronos a evaluar con exactitud las proporciones de O₂ y gas diluyente en las mezclas de gas respirable de nitroso, asegurando así que los buzos mantengan los niveles de O₂ necesarios para cumplir con los límites de exposición sencilla de 24 horas descritos bajo la condición 4, anterior. Los requisitos de exactitud especificados por estas disposiciones son consistentes con los requisitos de exactitud para O₂ hallados en otras disposiciones en la regla final, y sirven al mismo propósito descrito para estos requisitos (véase la discusión para la Condición 2(c), anterior).

(c) *Gas respirable comercialmente suplido.* Esta condición propuesta establecía que cuando un gas respirable es una mezcla de gas respirable de nitroxo comercialmente suplida, los patronos deben asegurarse de que el O₂ sea Grado A (también conocido como "oxígeno de aviador"), o Grado B (llamado "oxígeno médico-industrial"). También el O₂ tendría que cumplir con las especificaciones, incluyendo los requisitos de pureza, hallados en ANSI-Compressed Gas Association Commodity Specification for Air, G-

⁵ Nótese que la regla final invierte las designaciones de las Condiciones propuestas 5 y 6 a las Condiciones 6 y 5, respectivamente. La redesignación de la Condición propuesta 6, como la Condición 5 la agrupa con otras condiciones (*i.e.*, 3 y 4), que discuten los procedimientos para proteger a los buzos de toxicidad de O₂ y DCS.

7.1-1997 (ANSI-CGA G7.1-1997). Además, el patrono debe garantizar que el suplidor comercial: (i) Determina la fracción de O₂ en la mezcla de gas respirable usando un método analítico que sea preciso dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen; (ii) hace esta determinación cuando la mezcla está en el tanque cargado y después de desconectar el tanque cargado del aparato cargador; (iii) documenta la fracción de O₂ en la mezcla y (iv) provee al patrono de una certificación escrita del análisis de O₂.

OSHA determinó después de la publicación de la regla propuesta en el **Federal Register** que inadvertidamente había mal identificado la norma para oxígeno de aviador y oxígeno médico-industrial. En este respecto, ANSI-CGA G7.1-1997 no provee especificaciones para el oxígeno de aviador y lista los requisitos para aire de grado médico pero no para oxígeno de grado médico. La norma correcta para oxígeno de aviador y oxígeno de grado médico es CGA G-4.3-2000 ("Commodity Specification for Oxygen").⁶ La Agencia considera esta mala identificación como un error técnico y está corrigiendo la referencia a CGA 6-4.3-2000 en la regla final. Seleccionar O₂ que cumpla con estas especificaciones asegura que los buzos usen O₂ de la más alta calidad en sus mezclas de gas respirable de nitroso, evitando así que inhalen contaminantes. Además, requieren que O₂ tenga un contenido de humedad que ayude a mantener la función pulmonar normal.

La Agencia revisó la condición propuesta para indicar que los requisitos especificados en los párrafos (i) a (iv) son responsabilidad del suplidor, no del patrono. La Agencia también combinó los párrafos propuestos (iii) y (iv) en la regla final para simplificar los requisitos. Estos párrafos aún especifican que la precisión del método usado para analizar O₂ debe ser conforme a los límites de tolerancia especificados bajo la condición (b), anterior. Además, los patronos deben asegurarse de que el suplidor comercial analice la mezcla de gas respirable actualmente contenido en los cilindros de SCUBA para determinar la fracción de la que los buzos van a respirar, no afectado por O₂ en los bancos de almacenado usados para llenar los cilindros de SCUBA. También, los suplidores deben proveer documentación al patrono que especifique los procedimientos analíticos usados en hacer la determinación de O₂ y la fracción de O₂ en los tanques cargados entregados al patrono. OSHA está incluyendo estos requisitos en la norma final para proveer garantía de que las mezclas de gas respirable de nitroso suplidas a los buzos contengan los niveles correctos de O₂, según requerido por la Condición 4, anterior.

(d) *Usando un compresor.* Esta condición propuesta especificaba que cuando los patronos producen mezclas de gas respirable de nitroso y antes de usar un compresor en el cual la presión del gas en cualquier componente de sistema exceda a 125 psi, deben asegurarse de que: (i) El fabricante del compresor certifique por escrito que el compresor es apropiado para mezclar aire de alta presión con la fracción más alta de O₂ usada en la mezclas de gas respirable de nitroso; (ii) los compresores no tienen aceite o están libres de aceite y están clasificados para servicio de O₂, a menos que el patrono cumpla con los requisitos de la condición (e), a continuación; y (iii) los compresores cumplen con los requisitos especificados en los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430 cuandoquiera que la fracción de O₂ más alta usada en el proceso de mezclado exceda a 40% por volumen. En la propuesta, OSHA estableció que el propósito de estos requisitos propuestos era evitar la explosión acelerada de O₂ durante el proceso de mezclado, cuyo riesgo aumenta cuando la presión de gas en un componente de sistema excede a 125 psi.

⁶ La especificación de oxígeno de aviador es Tipo I, Quality Verification Level E (Aviator 's Breathing Oxygen), mientras que la especificación para oxígeno de grado médico es Tipo I Quality Verification Level A (Medical USP); véase Ex. 3-15, p. 2.

OSHA revisó el párrafo (i) de esta condición para indicar que el requisito especificado en este párrafo es responsabilidad del fabricante del compresor, no del patrono pero está adoptando el párrafo (ii) en la regla final según propuesto. Estas disposiciones proveerán garantía de que los componentes del compresor no pueden servir como fuente de ignición para una explosión acelerada por O₂.

El párrafo (iii) de esta condición discute el proceso de cascada en el cual un patrono toma O₂ de los bancos de almacenado que contienen concentraciones de O₂ más altas de 40% por volumen y lo mezcla con gas diluyente de bancos de cilindros separados. El producto mezclado en una mezcla de gas respirable final que no exceda a 40% por volumen, según requerido por la Condición 3. El equipo usado para este propósito debe cumplir con los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430 ("Seguridad de oxígeno"). Estos párrafos requerían a los patronos usar equipo diseñado para servicio de O₂ y limpiar el equipo de materiales inflamables antes de cada uso. La Agencia halla que estos requisitos de equipo, junto con otras disposiciones de esta condición, reducirán el riesgo de explosión acelerada por O₂. Por lo tanto, OSHA está adoptando estos requisitos en la regla final.

(e) *Compresores lubricados por aceite.* Antes de que el patrono produzca mezclas de gas respirable de nitrooxo usando un compresor lubricado por aceite para mezclar aire a alta presión con O₂, y no obstante de la presión del gas en cualquier componente de sistema, esta condición propuesta requeriría a los patronos a: (i) Usar sólo aire no contaminado (*i.e.*, aire que no contenga particulados de hidrocarburo), para la mezcla de aire respirable de nitrooxo; (ii) el fabricante del compresor ha certificado por escrito que el compresor es apropiado para mezclar el aire a alta presión con la fracción más alta de O₂ usada en la mezcla de aire respirable de nitrooxo; (iii) filtrar el aire a alta presión para producir aire compatible con O₂; (iv) hacer que el fabricante del compresor certifique por escrito que el sistema de filtro usado para este propósito es apropiado para producir aire compatible con O₂; y (v) monitorear continuamente el aire corriente abajo del filtro para contaminación de hidrocarburo.

Dos comentaristas respondieron a esta condición propuesta. El primer comentarista (Ex. 6-5), hizo la siguiente declaración:

Restringir el uso de compresor basado en el caso improbable de que hubiera un fuego es ridículo, particularmente en el área de restringir los compresores de aceite. No conocemos de incidentes * * * donde hubiera un problema usando compresores de aceite y sistemas de membrana. La mayoría de los sistemas de membrana [nunca] permiten un contenido de oxígeno sobre 40%. En nuestro caso mantenemos nuestra mezcla alrededor de 32-33%, y no es posible que esta mezcla [cause] un fuego. Nuestro aire es doblemente filtrado y nuestro contenido de hidrocarburo es muy bajo.

Desafortunadamente, este comentarista no identificó las disposiciones de la condición propuesta como "restrictiva". El comentarista declaró que ya filtra el aire a alta presión según requerido bajo esta condición por el párrafo propuesto (iii). Los requisitos de certificación de producto bajo los párrafos propuestos (ii) y (iv) colocan la mayor responsabilidad sobre los fabricantes del compresor y filtro. Los requisitos restantes bajo esta condición son los requisitos de aire descontaminado y monitoreo continuo de los párrafos propuestos (i) y (v). Manteniendo las concentraciones de O₂ en el proceso de mezclado a 40% o menos, lo que el comentarista ya está haciendo, evita el requisito adicional de los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430 especificado anteriormente bajo la Condición 6(d)(iii).

Según OSHA señaló en la propuesta, los lubricantes a base de aceite usados en compresores contienen hidrocarburos que pueden encenderse en presencia de un ambiente rico en O₂ durante el proceso de

mezcla; tal ignición puede causar una explosión que lesione o mate empleados. Para evitar las lesiones y muertes que pudieran resultar de tales explosiones, los requisitos propuestos fueron diseñados para asegurar que el O₂ a alta presión bombeado a través del compresor esté libre de hidrocarburos combustibles. Por lo tanto, el párrafo (i) de la condición propuesta especificaba un requisito de que los patronos usen aire libre de hidrocarburo al mezclar gases respirables nitrosos. Al obtener la certificación escrita del fabricante de que el compresor es apropiado para este propósito, según requerido por el párrafo (ii), el patrono sabe que los componentes del sistema expuestos a alto nivel de O₂ serán seguros para mezclar aire de alta presión con la fracción de O₂ más alta usada en la mezcla de gas respirable de nitroso. OSHA revisó esta disposición ligeramente para indicar que proveer la documentación de la adecuación del compresor es responsabilidad del fabricante, no del patrono.

El requisito del párrafo (iii) de filtrar el aire a alta presión al producir gases respirables compatibles con O₂, y el requisito de certificación de filtro especificado por el párrafo (iv), también asegura que el gas respirable esté libre de hidrocarburos. En la regla final, OSHA revisó el párrafo (iv) para indicar que proveer documentación de que el sistema de filtro es apropiado para producir aire compatible con O₂ es responsabilidad del fabricante, no del patrono. Adicionalmente, el requisito de monitoreo bajo el párrafo (v) indicaría cuándo el O₂ a alta presión contiene hidrocarburos, alertando así al empleado de la necesidad de tomar acción de emergencia (*i.e.*, cierre el flujo de O₂ al compresor y purgue el compresor con gas inerte). El párrafo (v) de esta condición impondría un requisito básico de asegurar que la mezcla final de nitroso esté libre de partículas de hidrocarburos. OSHA cree que los elementos de la condición propuesta son necesarios para proteger a los buzos y está reteniendo estas condiciones en la regla final.

El presidente de Machine Design & Fabrication, Inc., el Sr. Tom Grubb, sometió comentarios concernientes al uso de compresores que usan lubricantes sintéticos (Ex. 5-3). Después de señalar que la mayoría de los compresores usados para mezclar gases respirables usan lubricantes sintéticos (usualmente basados en di éster o triéster), el Sr. Grubb argumentó que la regla final debe tratar estos compresores de la misma manera que a los compresores sin aceite. Al hacerlo así, aseveró que los compresores que usan lubricantes sintéticos tienen puntos de inflamación y temperaturas de autoignición que son más altas que las temperaturas de operación de los compresores, eliminando así el riesgo de contaminación de hidrocarburos del gas respirable. Concluye que estos compresores son tan seguros como los compresores sin aceite al ser operados de acuerdo con las especificaciones del fabricante concernientes al máximo de temperatura, enfriamiento, ventilación y mantenimiento.

El Sr. Grubb trajo un asunto relacionado con la seguridad de los lubricantes sintéticos que OSHA no trató en la propuesta. Ya que la comunidad reglamentada no ha tenido la oportunidad de comentar sobre este asunto, la Agencia no está en posición en este momento de actuar sobre las recomendaciones del Sr. Grubb. Por lo tanto, para propósitos de los procedimientos alternativos permitidos por esta regla final, los patronos que operen compresores que usen lubricantes sintéticos han de tratar estos compresores de la misma manera que los compresores lubricados por aceite.

Además, el Sr. Grubb señaló la importancia de usar sistemas de compresor de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Bajo los requisitos de certificación en las condiciones propuestas (d)(ii), (e)(ii) y (e)(iv), los fabricantes son responsables de proveer al usuario de información sobre cómo usar su equipo con seguridad y apropiadamente. Por lo tanto, la Agencia está añadiendo la frase "al ser operado de acuerdo con las especificaciones de mantenimiento y operación del fabricante" a estas disposiciones.

(f) *Cumplimiento con otras normas de OSHA.* Bajo esta condición propuesta, los patronos deben asegurarse de que el equipo de SCUBA en donde la mezcla respirable de gas nitroso o de O₂ puro estén sometidos a alta presión (i.e., que exceda 125 psi), cumpla con los requisitos de los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430. OSHA está incluyendo esta condición en la norma final según propuesta porque asegura que este equipo esté libre de fuentes de ignición que pudieran causar una explosión de O₂ acelerada. Según señalado anteriormente en la discusión de la condición 3(d)(iii), la Agencia cree que los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430 reducen los riesgos al requerir a los patronos usar equipo de buceo diseñado para servicio de O₂ y la limpieza del equipo de materiales inflamables antes de cada uso.⁷

7. Egreso de emergencia.

(a) *Banco auxiliar de suministro de aire (Bail-out system).* La condición propuesta requeriría que los patronos equiparan a sus buzos con un sistema de egreso de emergencia (i.e., "banco auxiliar de suministros de aire"), para emergencias que envuelvan la disfunción del SCUBA que ponga en peligro la salud y la seguridad del buzo (Ej., altos niveles de CO₂). El sistema de emergencia debe contener un suministro separado de gas respirable, que puede incluir aire, y proveer gas respirable a la segunda etapa del regulador del SCUBA. OSHA está incluyendo esta condición en la norma final según propuesta porque el sistema de banco auxiliar de suministro de aire hace posible que los buzos cambien a un gas respirable conocido, inmediatamente disponible y seguro, y terminar la inmersión con seguridad cuandoquiera que ocurra un problema relacionado con el CO₂ o cualquier otra emergencia.

(b) *Sistemas alternativos.* En la propuesta, esta condición permitía alternativas al sistema de banco auxiliar de suministro de aire para usarse con SCUBAs de circuito abierto y recicladores o "rebreathers" de circuito semi-cerrado o circuito cerrado. Tal sistema alternativo proveería al buzo de un suministro de reserva de aire respirable o mezcla de gas respirable. Cuando un buzo usa un SCUBA de circuito abierto con una mezcla de gas respirable de nitroso, el sistema alternativo permite a los patronos usar el procedimiento de egreso-emergencia (es decir, suministros de reserva de gas respirable) especificado para SCUBA de circuito abierto por el párrafo (c)(4) de § 1910.424 en vez de un sistema de banco auxiliar de suministro de aire separado.⁸ Para recicladores de circuito semi-cerrado y circuito cerrado, tal sistema alternativo estaría configurado de modo que la segunda etapa del regulador conecte al suministro de reserva del gas respirable de emergencia.

La Agencia está adoptando la condición en la regla final según propuesta. Tocante a esto, el párrafo (c)(4) de § 1910.424 ya reconoce la seguridad ofrecida a los buzos por el sistema alternativo usado para las operaciones de buceo de SCUBA de circuito abierto. Por lo tanto, OSHA concluye que este sistema alternativo proveerá un nivel similar de protección a los buzos que usen SCUBA de circuito abierto suplidos con mezclas de gas respirables de nitrooxo. Al extender este sistema alternativo a los recicladores ("rebreathers") de circuito semi-cerrado o circuito cerrado, OSHA cree que cualquier sistema de banco auxiliar de suministro de aire que permita a los buzos el acceso a una fuente secundaria de cantidad

⁷ Además, a los patronos ya se les requiere cumplir con otras normas de OSHA que disponen para la mezcla precisa y descontaminación (especialmente remoción de hidrocarburos) de gases respirables, y deben asegurarse de que los empleados estén apropiadamente protegidos durante estas actividades. Esas normas incluyen las disposiciones apropiadas de §§ 1910.101 ("Gases comprimidos (requisitos generales)"), 1910.169 ("Receptores de aire"), y 1910.134 ("Protección respiratoria").

⁸ El párrafo (c)(4) de § 1910.424 es una disposición de escape de emergencia en las normas de CDO actuales de OSHA que aplican a los buzos que usen aire suplido SCUBA de circuito abierto.

suficiente de gas respirable de emergencia les proveerá del nivel requerido de protección durante escape de emergencia. Ejemplos de una fuente secundaria de gas respirable de emergencia incluyen un sistema regulador de inflación o una reserva manual activada por una válvula mantenida en la posición cerrada hasta que sea necesaria (según permitido para SCUBAs de aire suplido de circuito abierto bajo § 1910.424(c)(4)(i) y (c)(5)).

(c) *Requisitos de seguridad.* Esta condición propuesta disponía que los patronos dependieran de los fabricantes de los recicladores ("rebreathers") para especificar la capacidad del sistema de banco auxiliar de suministro de aire, porque los fabricantes están en la mejor posición para hacer esta determinación. Un fabricante de recicladores puede determinar esta capacidad basado en los parámetros críticos de buceo (*Ej.*, profundidad de buceo e índice de respiración), provistos por el patrono.

La Agencia está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta porque garantiza que el sistema de banco auxiliar de suministro de aire usado por los buzos, ya sea un sistema de emergencia separado o un sistema de emergencia alternativo integrado al equipo respirador, funcione apropiadamente cuando el buzo lo necesite para egreso de emergencia. Un sistema de banco auxiliar de suministro de aire ("bail-out system") que funcione apropiadamente hará posible que el buzo termine la inmersión y haga un ascenso seguro y controlado a la superficie bajo condiciones de emergencia, evitando así la sobrepresurización de los pulmones asociada con embolia de gas arterial (AGE, por sus siglas en inglés).

8. Tratamiento de emergencias médicas relacionadas con el buceo

(a) *Disponibilidad de recursos médicos.* Según propuesto, esta condición requeriría que los patronos, ante de comenzar las operaciones de buceo de cada día, se aseguren de que: (i) Un hospital, profesionales del cuidado de la salud cualificados y el Coast Guard Coordination Center más cercano (o un servicio de rescate equivalente operado por una agencia del estado, condado o municipio), está disponible para emergencias médicas relacionadas con el buceo; (ii) todo sitio de buceo tiene un medio de alertar estos recursos de tratamiento en manera oportuna (timely manner) cuando ocurre una emergencia médica relacionada; y (iii) la transportación a una cámara de descompresión está fácilmente disponible cuando no haya una cámara de descompresión apropiada fácilmente disponible en el sitio de buceo, y que esta transportación puede llevar al buzo lesionado a la cámara de descompresión en un tiempo de viaje dentro de dos horas del sitio de buceo. Estos requisitos evitarían la demora innecesaria en tratar las lesiones relacionadas con el buceo confirmando que los recursos están alerta y disponibles para ofrecer el tratamiento apropiado, alertando a la facilidad que provee el tratamiento sobre la ocurrencia de una lesión médica relacionada con el buceo, de modo que puedan iniciar las acciones de tratamiento, y proveer transportación oportuna para el buzo lesionado a la facilidad de tratamiento.

La Agencia no recibió comentarios sobre los párrafos (i) y (ii) de esta condición. OSHA está adoptando estos párrafos según propuestos porque cree que estas disposiciones asegurarán que el tratamiento para la enfermedad de descompresión (DCS, por sus siglas en inglés) y otras lesiones relacionadas con el buceo estén fácilmente disponibles, mejorando así la probabilidad de que los buzos afectados se recuperen completamente de estas lesiones.

Concerniente al requisito de viaje de dos horas propuesto por el párrafo (iii) de esta condición, la Professional Association of Diving Instructors (PADI), recomendó que la Agencia remueva este párrafo completo de la regla final (Exs. 5-2 y 5-2-1). PADI justificó esta recomendación en la siguiente declaración:

La experiencia de la industria de buceo desde que la variante de 1999 de Dixie Divers entró en vigor ha sido que mientras la práctica de buceo de no descompresión con aire enriquecido se ha expandido significativamente, no han ocurrido lesiones [DCS] en el trabajo de profesionales como resultado de la variante. De hecho, el sistema de informe de incidentes de PADI, que requiere que los profesionales de PADI informen cualquier incidente de lesión que puedan sufrir o presenciar, no ha registrado lesiones de [DCS] (ni otras), entre los profesionales del buceo como resultado de la variante. Los expedientes de PADI muestran que durante este periodo de tiempo, los instructores de PADI han certificado a más de 30,000 buzos durante los cursos de certificación de aire enriquecido, más tenían miles de exposiciones usando aire enriquecido mientras actuaban como guías de buceo.

PADI también señaló que en preámbulo a la variante de Dixie Divers, OSHA "citó al Dr. Edward D. Thalmann * * *, quien claramente declaró: "No hay razón para tener requisitos distintos para la disponibilidad de cámara de recompresión para buceo de aire y nitroxo." En conclusión, PADI comentó:

Basado en la posición previamente establecida del Dr. Thalmann, y en la experiencia de los instructores de PADI en el campo y los expedientes de informe de incidente de PADI, PADI recomienda que la condición propuesta de acceso a una cámara de recompresión según se relaciona a la definición de un tiempo de transporte máximo específico es innecesario y el asunto debe ser tratado como lo es para el buceo recreativo usando aire [i.e.], no debe requerirse condición alguna especial concerniente al máximo de tiempo de transporte.

Según OSHA señaló en la propuesta, el Dr. Thalmann primero discutió el requisito de tiempo de viaje de cuatro horas en el contexto de dolor por DCS solamente y por DCS con severos síntomas neurológicos que ocurre entre los buzos recreativos durante inmersiones de no descompresión (Ex. 2-7). En esta discusión, el Dr. Thalmann señaló que puede ocurrir una demora de tratamiento de cuatro horas sin disminuir el éxito del tratamiento (*es decir*, completo alivio de los síntomas). El Dr. Thalmann declaró además que "no hay un cuerpo de evidencia significativo que sugiera que, siempre que se esté buceando dentro de los límites de no descompresión aceptados respirando aire o Nitroso, tener acceso a una facilidad de recompresión dentro de cuatro horas es inadecuado" (Ex. 2-7).

Segundamente, el Dr. Thalmann concluyó que el tiempo de viaje y la disponibilidad de la cámara de descompresión son irrelevantes con relación a la embolia de gas arterial (AGE) porque la incidencia de AGE es extremadamente baja entre los buzos recreativos que respiran aire suplido por un SCUBA de circuito abierto. Después de revisar los estudios de investigación y datos disponibles de la Diver Alert Network ("DAN"), el Dr. Thalmann concluyó que: "[AGE] es de rara ocurrencia y puede ser evitada con adiestramiento y experiencia adecuados," que es "esencialmente independiente del tiempo pasado a profundidad," y que "no hay evidencia * * * [que] sugiera que la ocurrencia y resultado de [AGE] sería diferente respirando una mezcla de nitroxo distinta de aire." Sin embargo, el Dr. Larry Raymond declaró que: "el tratamiento para [AGE] * * * es la presurización inmediata en una cámara de recompresión. La demora compromete las oportunidades del buzo de un buen resultado" (Ex. 5-1).⁹

Al revisar los comentarios relacionados con la embolia de gas arterial (AGE) sometidos por los Drs. Thalmann y Raymond, OSHA halla que los comentarios del Dr. Thalmann concernientes a AGE aplican directamente a las operaciones de buceo recreativo, mientras que el Dr. Raymond no describió el tipo de operaciones de buceo que discute su opinión. Adicionalmente, el Dr. Thalmann basó sus comentarios en un análisis extenso de los buzos recreativos, mientras que el Dr. Raymond no indicó las bases específicas de sus opiniones.

⁹ El Dr. Raymond hizo estos comentarios en referencia a unos comunicados de prensa de OSHA (con fecha del 10 de enero de 2003), que establecía erróneamente que las mezclas respirables de gas de nitroxo evitan AGE. El Dr. Raymond indicó correctamente que las mezclas respirables de gas de nitroso de hecho no evitan AGE. OSHA subsiguientemente corrigió este comunicado de prensa (con la misma fecha de emisión del 10 de enero de 2003).

Después de revisar cuidadosamente la información disponible, OSHA está revisando el requisito propuesto de las dos horas de viaje bajo el párrafo (iii) de esta condición a cuatro horas en la regla final. La Agencia está basando esta decisión en: los comentarios del Dr. Thalmann que muestran que una demora de viaje de cuatro horas es improbable que afecte los resultados del tratamiento para DCS, y que AGE es raro entre los buzos recreativos y puede evitarse con adiestramiento y experiencia adecuados; las observaciones de PADI concernientes a la protección ofrecida a los buzos por la variante de Dixie Divers; y el equipo y condiciones procedurales especificadas en esta regla final que están diseñados específicamente para reducir significativamente la incidencia de DCS y AGE.

(b) *Tratamiento de O₂*. El tratamiento de oxígeno es el medio preferido de tratar inicialmente AGE y DCS (Ex. 3-12, pp. 3-19 y 3-28). De conformidad, esta condición propuesta requeriría a los patronos asegurarse de que el equipo de O₂ portátil esté disponible en sitio de buceo para tratar a un buzo lesionado. Este equipo tendría que ofrecer O₂ de grado médico (*i.e.*, Type I, Quality Verification Level A (medical USP) de CGA G-4.3-2000 ("Commodity Specification for Oxygen")) (Ex. 3-15, p.2), a una máscara transparente que cubra la nariz y boca del buzo lesionado. Además, el equipo debe estar disponible para este propósito desde el momento en que el patrono reconoce los síntomas de una emergencia médica relacionada con buceo hasta que el buzo lesionado alcance una cámara de descompresión para tratamiento.

OSHA está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta, porque proveerá a los buzos lesionados de la máxima dosis posible de O₂ para mejorar la efectividad del tratamiento. El O₂ de grado médico contiene contaminantes mínimos (especialmente hidrocarburo), y la humedad adecuada para evitar resecar el paso respiratorio y los pulmones del empleado. También, la máscara transparente que cubre la nariz y boca del buzo permite a los encargados monitorear la respiración del buzo y provee los medios para cotejar el sello efectivo contra pérdida de O₂.

(c) *Personal de tratamiento*. Esta condición propuesta especifica que el patrono, antes de comenzar las operaciones de buceo de cada día, debe asegurarse de que al menos dos ayudantes (empleados o no empleados) cualificados en primeros auxilios y en administrar tratamiento de O₂ estén disponibles en el sitio de buceo para tratar emergencias médicas relacionadas con buceo, y debe verificar sus calificaciones antes de designarlas para este propósito. La Agencia está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta, porque el personal cualificado en primeros auxilios y tratamiento de O₂ estabilizará al buzo lesionado rápidamente, mejorando así la efectividad de los regímenes de tratamiento subsiguiente. Concerniente al uso de no-empleado, la Agencia señala que el principal propósito de esta disposición es asegurar que haya personal apropiadamente cualificado disponible para el tratamiento inicial, sin importar su estado de empleo. Sin embargo, reconociendo que los patronos pueden no estar familiarizados con las calificaciones de los no-empleados envueltos en el proceso, esta disposición requiere a los patronos verificar sus calificaciones antes de designarlos para este propósito.

9. Bitácoras de buceo y tablas de descompresión

(a) *Bitácoras de buceo*. Esta condición propuesta requería que el patrono, antes de comenzar las operaciones de buceo, (i) designara a un empleado o no-empleado para que hiciera entradas en una bitácora de buceo y (ii) verificara que este designado entienda el buceo y la terminología médica y los procedimientos apropiados para hacer tales entradas. El reconocimiento de que muchos patronos de buzos recreativos y guías de buceo son pequeños negocios que pueden no tener disponible a un empleado para hacer entradas en la bitácora de buceo, OSHA también propuso bajo esta condición

permitir a los no empleados hacer entradas en la bitácora. La Agencia está incluyendo esta disposición en la regla final según propuesta, porque cree que cualquier individuo apropiadamente cualificado puede hacer tales entradas, siempre que, según señalado anteriormente, el patrono verifique sus cualificaciones antes de designarlos para este propósito.

(b) *Requisitos de bitácora de buceo.* Bajo esta condición propuesta, los patronos tendrían que: (i) asegurarse de que las bitácoras de buceo cumplan con los requisitos especificados por § 1910.423(d), incluyendo los requisitos de información para la enfermedad de descompresión (DCS, en inglés) cuando sea apropiado; y (ii) el mantenimiento de expedientes de buceo de acuerdo con las provisiones de § 1940.440, incluyendo los requisitos de disponibilidad de expedientes, acceso a los expedientes por los empleados y OSHA, y retención de expedientes. La Agencia está reteniendo esta condición en la norma final según propuesta. Las bitácoras de buceo capacitan al patrono para avaluar la seguridad de cada inmersión y determinar qué parámetros de buceo son especialmente peligrosos. De ocurrir alguna lesión durante una inmersión, la bitácora permite al patrono informar al personal médico sobre los parámetros de la inmersión que pudieran asistirlos al hacer un diagnóstico preciso de la lesión y prescribir un tratamiento efectivo. Además, los patronos cubiertos por esta condición deben continuar recopilando expedientes de buceo, según requerido por § 1910.423(d) y cumplir con las otras disposiciones de archivo de expedientes de § 1910.440 porque sus empleados respiran un gas mezclado (*Ej.*, nitroso), durante la operación de buceo.

(c) *Disponibilidad de las tablas de descompresión.* Según propuesto, los patronos deben tener una copia escrita de las tablas de no descompresión usadas para los buzos (véase la Condición 5(a), anterior), prontamente accesible en el sitio de buceo, usen o no los buzos computadoras de descompresión de buceo. OSHA mantiene el requisito en la regla final según propuesto, porque garantiza que los parámetros de los límites de la no descompresión estén fácilmente disponibles y accesibles como fuente de referencia. Además, una copia escrita de las tablas de descompresión sirve como fuente de referencia de ser necesaria la descompresión y como fuente de respaldo a los buzos con computadoras de descompresión de buceo (véase la Condición 5(b), anterior).

10. Adiestramiento al buzo

Bajo esta condición según propuesta, los patronos tendrían que asegurarse de que los buzos reciban adiestramiento que los capacite a realizar su trabajo con seguridad y efectivamente mientras usan SCUBAs de circuito abierto o recicladores ("rebreathers") suplididos con mezclas de gas respirable de nitroso. Como mínimo, los buzos deben estar adiestrados a: reconocer los efectos de respirar exceso de CO₂ y O₂; tomar las acciones apropiadas después de detectar los efectos de respirar exceso de CO₂ y O₂; y evaluar, operar y mantener apropiadamente su equipo de buceo bajo las condiciones de buceo que encuentren.

Esta condición basada en ejecución provee garantía de que los buzos estén adiestrados para ejecutar segura y efectivamente mientras usan SCUBAs de circuito abierto o recicladores suplididos con mezclas de gas respirable de nitroso. Aunque la Agencia cree que los patronos están en la mejor posición para determinar cuándo el adiestramiento que reciben sus buzos es adecuado para este propósito, la disposición, no obstante, especifica varias tareas críticas, según señalado anteriormente, que los buzos deben realizar con seguridad y efectivamente.

La Agencia está incluyendo la condición en la norma final según propuesta, porque los buzos deben ser capaces de reconocer los efectos amenazadores a la vida de la toxicidad de CO₂ y O₂, incluyendo convulsiones y pérdida de conciencia, y ser capaces de tomar acción remediadora para evitar y responder apropiadamente a ellas. Además, OSHA cree que si los buzos saben cómo evaluar, operar y mantener sus SCUBAs y recicladores de circuito abierto bajo las condiciones de buceo que encuentren, tienen menor probabilidad de experimentar fallas de equipo, reduciendo así la incidencia de embolia de gas arterial (AGE, en inglés) que pueda resultar durante el egreso de emergencia rápido.

11. Protocolo de prueba para determinar los límites de CO₂ de los canastos de los recicladores o "rebreathers"

La condición propuesta especificaba los requisitos que los patronos deben seguir al usar una agenda para substituir el material sorbente de CO₂ en vez de usar sensores de CO₂ para detectar cuándo el material ya no está absorbiendo CO₂ efectivamente (véase la Condición 1(h), anterior). Los patronos pueden usar una agenda de cambio de canastos desarrollada por el fabricante del reciclador ("rebreather") sólo cuando el fabricante haya probado la agenda de acuerdo al protocolo especificado bajo esta condición.

La Agencia adaptó el protocolo de prueba de canastos de U.S. Navy Experimental Diving Unit (NEDU) (Ex. 3-11) y los procedimientos estadísticos (Ex. 3-9) para esta reglamentación; el NEDU es la agencia federal principal para probar agendas de cambio de canastos de sorbente de CO₂. OSHA cree que el protocolo NEDU provee datos válidos y confiables para determinar las agendas de cambio de sorbente de CO₂ porque NEDU ejecutó cuidadosamente y controló variables significativas que agotan los materiales sorbentes de CO₂, tal como el índice de respiración (usando máquinas respiradoras) y temperatura ambiental. Además, NEDU condujo investigación extensa y desarrolló programas que envuelven pruebas de duración de canastos (Ex. 3-4, pp. 3-5, 5-12, 9-7 a 9-10, P-34 a P-36 y P-69 a P-75).

(a) *Prueba de las propiedades físicas del material sorbente de CO₂*. Bajo esta condición propuesta, los patronos tendrían que asegurarse de que el fabricante del reciclador haya usado los procedimientos requeridos para determinar que el material sorbente de CO₂ tiene varias propiedades físicas necesarias. Estos procedimientos incluyen: (i) La prueba de actividad de absorción de CO₂ de la Organización del Tratado del Atlántico Norte para evaluar la capacidad del material para absorber CO₂; (ii) la prueba de vibración RoTap y la prueba de tamices encajados (nested-sieves) para determinar la distribución de tamaño de gránulos; (iii) la prueba Schlegel derivada de NEDU para evaluar la friabilidad del material sorbente de CO₂; y (iv) la programación Mesh Fit de NEDU para evaluar el tamaño de malla de acuerdo a las especificaciones.

La Agencia está incluyendo la condición en la norma final según propuesta porque cree que estos procedimientos aseguran la calidad del material sorbente de CO₂. También indican si el material sorbente de CO₂ cumple con las especificaciones provistas por el fabricante del material. Al desarrollar la agenda de reemplazo de canastos, usando el protocolo especificado bajo esta condición, los fabricantes de recicladores ("rebreathers") deben aprobar para uso únicamente materiales absorbentes de CO₂ que cumplan con estas especificaciones. El control cuidadoso de las condiciones usadas para desarrollar una agenda o calendario de reemplazo de canastos, incluyendo la calidad del material absorbente de CO₂, asegurará que la agenda sea confiable. Por lo tanto, un patrono que tenga esta información podrá cambiar el canasto del buzo antes de que el material absorbente de CO₂ falle (i.e., antes de que el CO₂ aumente a niveles peligrosos).

(b) *Prueba del funcionamiento de los canastos.* Esta condición propuesta requeriría a los patronos asegurarse de que el manufacturero del reciclador ("rebreather") haya usado el protocolo de prueba de canastos especificado. El protocolo de prueba de canasto mide los efectos de tres factores en la ejecución del canasto: profundidad, nivel de ejercicio (*i.e.*, índice de ventilación), y temperatura del agua. La profundidad es la profundidad máxima a la cual el buzo usaría el material absorbente de CO₂, que para esta regla final es 130 pies de agua de mar (fsw). Para las otras variables, OSHA ha seleccionado tres combinaciones de índices de ventilación e índices de inyección de CO₂ del protocolo de NEDU para simular tres niveles diversos de ejercicio (ligero, moderado y pesado). Las cuatro temperaturas de agua usadas en el protocolo propuesto son 40, 50, 70 y 90 grados F (4.4, 10.0, 21.1 y 32.2 grados C, respectivamente), estas temperaturas representan el amplio alcance de temperaturas de agua que los instructores de buceo recreativo y guías de buceo tienen probabilidad de encontrar.

Para esta aplicación, la Agencia revisó el protocolo NEDU ligeramente: limitando el máximo de profundidad a 130 pies de agua de mar (fsw); requiriendo una fracción de O₂ de 0.28 en la mezcla de gas respirable de nitroso (siendo esta fracción la concentración máxima de O₂ permitida a esta profundidad bajo la enmienda); proveyendo límites de tolerancia para temperaturas de agua; y definiendo la duración del canasto según el tiempo tomado para alcanzar 0.005 ATA de CO₂ (una presión parcial de CO₂ de 0.005 ATA es el nivel especificado bajo la Condición 1(e) como la máxima cantidad permisible de CO₂ en gas respirable). Además, el protocolo prohíbe expresamente al patrono que use la extrapolación de los resultados de protocolo para establecer una agenda de cambio de sorbente de CO₂. Los procedimientos estadísticos de NEDU (Ex. 3-9), no proveen un método de extrapolar la duración de los materiales sorbentes de CO₂ más allá de los resultados obtenidos durante las pruebas de canastos.

La Agencia está incluyendo esta condición en la regla final según propuesta para mejorar la validez y confiabilidad de las agendas o calendarios de reemplazo de canastos. De conformidad, capacitará a los patronos a cambiar los materiales sorbentes de CO₂ antes de que la capacidad sorbente de estos materiales se agote.

III. Consideraciones legales

Los patronos cubiertos por esta regla final están actualmente cubiertos por la norma de buceo comercial. Los requisitos de esa norma están protegiendo a sus empleados de riesgos significativos. Al emitir una variante de esta norma a Dixie Divers, la Agencia determinó que las prácticas y protecciones en la variante proveerían a los instructores de buceo recreativo y guías de buceo de protección comparable a la provista por los requisitos de cámara de descompresión de la norma. Esta regla final extiende esas protecciones alternativas a todos los instructores y guías tales. En este aspecto, la enmienda no substituye totalmente los requisitos existentes sino que provee una alternativa limitada a ellos. OSHA halla que esta regla final no aumenta ni disminuye directamente la protección ofrecida a los empleados, ni aumenta las cargas de cumplimiento del patrono. Según demostrado en las siguientes secciones, esta enmienda probablemente reducirá las cargas de cumplimiento del patrono eliminando el requisito de tener una cámara de descompresión en el sitio de buceo cuando cumplan con las condiciones especificadas en la regla final.

IV. Análisis económico final y certificación de flexibilidad reglamentaria

Esta regla final no es una reglamentación significativa bajo la Orden Ejecutiva 12866, o una reglamentación mayor bajo la Unfunded Mandates Reform Act o la sección 801 de la Small Business Regulatory Enforcement Fairness Act (SBREFA). La regla final no impone costos adicionales sobre

entidad alguna del sector público o privado, y no cumple con cualquiera de los criterios para una regla mayor o significativa bajo la Orden Ejecutiva ni los estatutos relevantes.

Los patronos de los instructores de buceo recreativo y guías de buceo que cumplen con las condiciones en la regla final podrán expandir sus operaciones para incluir buceo con nitroso, porque no necesitarán comprar y mantener una cámara de descompresión en el sitio de buceo. Al proveer flexibilidad reglamentaria a estos patronos, la regla final puede reducir sus costos y aumentar el tiempo productivo. La Agencia concluye que esta regla final no impone costos adicionales sobre los patronos afectados; consecuentemente, la norma no requiere análisis económico final. Más aún, debido a que la regla final provee una opción de cumplimiento voluntario adicional, y, así, no impone gastos sobre patrono alguno, OSHA certifica que la regla no tiene un impacto significativo sobre un número substancial de pequeñas entidades. De conformidad, la Agencia no preparó un análisis de flexibilidad reglamentaria final.

V. Ley de reducción de trámites

La regla final contiene dos requisitos de recopilación de información (*es decir*, trámites): La condición 9(b)(i) y 9(b)(ii) del Apéndice C. La condición 9(b)(i) requiere a los patronos asegurarse de que las bitácoras de buceo sean conforme a los requisitos especificados por el párrafo (d) ("Expediente de buceo") de § 1910.423, mientras que la condición 9(b)(ii) especifica que los patronos deben mantener un expediente de buceo de acuerdo con las disposiciones de § 1910.440 ("Requisitos de archivo de expedientes"). Sin embargo, estos requisitos de trámite ya aplican a estos patronos bajo la subparte T, no obstante esta regla final, porque sus buzos están usando un suministro de mezcla de gas respirable (*i.e.*, nitroso). La alternativa reglamentaria provista por esta regla final sólo exime a los patronos cubiertos de tener que mantener cámaras de descompresión en el sitio de buceo y no los exime de las otras disposiciones de la subparte T que aplican a operaciones de buceo de gas mezclado. De conformidad, la Agencia ya incorpora las cargas de tiempo y costos asociados con estos dos requisitos de trámites bajo OMB Control No. 1218-0069.

VI. Federalismo

La Agencia ha revisado esta regla final y sus Normas de operaciones de buceo comercial de acuerdo con la más reciente Orden Ejecutiva sobre Federalismo (Executive Order 13132, 64 FR 43225, August 10, 1999). Esta Orden Ejecutiva requiere que las agencias federales, a la extensión posible, se abstengan de limitar las opciones de política estatal, consulten con los estados antes de emprender acciones que restrinjan sus opciones de política y tomen tales acciones sólo cuando exista la clara intención constitucional de hacerlo y el problema sea de alcance nacional. La Orden Ejecutiva permite a las agencias federales tener preeminencia sobre las leyes estatales sólo con el consentimiento expreso del Congreso; en tales casos, las agencias federales deben limitar su preeminencia sobre la ley estatal a la extensión posible.

Bajo la Sección 18 de la Ley OSH, el Congreso provee a OSHA expresamente de la autoridad para ejercer su preeminencia sobre las normas de seguridad y salud ocupacional estatales a la extensión en que la Agencia promulgue una norma federal bajo la sección 6 de la Ley OSH. De conformidad, la sección 18 de la Ley OSH autoriza a la Agencia a tener preeminencia sobre la promulgación y ejecución de los requisitos que traten asuntos de seguridad y salud ocupacional cubiertos por normas de OSHA, a menos que el estado tenga un plan de seguridad y salud ocupacional aprobado por OSHA (*i.e.*, sea un estado de plan estatal) (Véase *Gade v. National Solid Wastes Management Association* 112 S. Ct. 2374 (1992).) Por lo

tanto, con respecto a los estados que no tienen planes aprobados por OSHA, la Agencia concluye que esta regla final es conforme a las disposiciones de preeminencia de la Ley OSH. Adicionalmente, la sección 18 de la Ley OSH prohíbe a los estados sin planes aprobados que emitan citaciones por violaciones de las normas de OSHA; la Agencia halla que esta reglamentación no expande esta limitación.

Esta regla final trata problemas de alcance nacional. En este respecto, para los patronos a través de la nación cuyos buzos provean servicios de instrucción de buceo y guía de buceo, la regla provee la oportunidad de realizar operaciones seguras de buceo con nitroxo a una profundidad máxima de 130 pies de agua de mar sin el gasto envuelto de tener que comprar una cámara de descompresión. Esta enmienda también hace posible que los patronos en todos los estados protejan a sus instructores de buceo recreativo y guías de buceo de los riesgos de la enfermedad de descompresión y embolias de gas arterial mientras usan mezclas de gas respirable consistentes en un alto porcentaje de O₂ mezclado con nitrógeno suplido por un aparato respirador autocontenido de circuito abierto, circuito semi-cerrado o circuito cerrado.

La sección 18(c)(2) de la Ley OSH (29 U.S.C. 667(c)(2)), requiere que los estados de plan estatal adopten normas que sean idénticas a las normas de OSHA o adopten normas diferentes, que sean al menos tan efectivas como la regla de OSHA. La regla final sólo provee a los patronos de una alternativa a los requisitos de las Normas de operaciones de buceo comercial. No impone requisitos adicionales sobre los patronos. De conformidad, los estados de plan estatal no están obligados a adoptar esta regla final. No obstante, OSHA fuertemente los exhorta a adoptar la enmienda para proveer estas opciones de cumplimiento a los patronos en sus estados.

VII. Planes estatales

La Agencia fuertemente exhorta a los 24 estados y dos territorios con sus planes de seguridad y salud ocupacional aprobados por OSHA a revisar sus Normas de operaciones de buceo comercial para reflejar esta regla final. OSHA cree que tal revisión proveería a los patronos en los estados de plan estatal de beneficios económicos que tienen la probabilidad de acumularse de su ejecución, mientras continúa protegiendo la seguridad y salud de los instructores de buceo recreativo y guías de buceo. Estos estados y territorios son: Alaska, Arizona, California, Connecticut (empleados del sector público solamente), Hawai, Indiana, Iowa, Kentucky, Maryland, Michigan, Minnesota, Nevada, Nueva Jersey (empleados del sector público solamente), Nuevo México, Nueva York (empleados del sector público solamente), Carolina del Norte, Oregon, Puerto Rico, Carolina del Sur, Tennessee, Utah, Vermont, Virginia, Islas Vírgenes (empleados del sector público solamente), Washington y Wyoming.

VIII. Mandatos no financiados

OSHA ha revisado esta regla final de acuerdo con la Unfunded Mandates Reform Act of 1995 (UMRA) (2 U.S.C. 1501 *et seq.*), y la Executive Order 12875. Según discutido anteriormente en la Sección V ("Análisis económico final y hallazgo de flexibilidad reglamentaria") de este preámbulo, la Agencia ha determinado que esta regla no impone cargas reglamentarias sobre patrono alguno, ya sea del sector público o privado. El contenido sustantivo de la enmienda aplica sólo a los patronos de los instructores de buceo recreativo y guías de buceo, y el cumplimiento con esta enmienda es estrictamente optativo para los patronos. De conformidad, la regla final no requiere expendios adicionales para los patronos ya sean del sector público o privado.

Las normas de OSHA no aplican a los gobiernos estatales ni locales, excepto en estados que voluntariamente hayan elegido adoptar un plan estatal aprobado por la Agencia. Consecuentemente, esta regla final no cumple con la definición de un "mandato intergubernamental federal" (véase la Sección 421(5) de la UMRA (2 U.S.C. 658(5)). En conclusión, esta regla final no manda que los gobiernos estatales, locales y tribales adopten nuevas obligaciones reglamentarias no financiadas.

IX. Aplicabilidad de las normas de consenso existentes

OSHA no está al tanto de normas de consenso nacional alguna que sea similar a esta regla final.

Lista de temas en 29 CFR Parte 1910

Salud, Seguridad y salud ocupacional, Seguridad.

X. Autoridad y firma

Este documento fue preparado bajo la autoridad de John L. Henshaw, Assistant Secretary of Labor for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Labor, 200 Constitution Avenue, NW., Washington, DC 20210. De conformidad, a tenor con las secciones 4, 6, 8 de la OSH Act of 1970 (29 U.S.C. 653, 655, 657), Sección 107, Contract Work Hours and Safety Standards Act (the Construction Safety Act) (40 U.S.C. 333), Sección 41, Longshore and Harbor Workers Compensation Act (33 U.S.C. 941), Secretary of Labor's Order No. 5-2002 (67 FR 65008), y 29 CFR parte 1911, OSHA está enmendando la subparte T de 29 CFR parte 1910, como se establece a continuación.

Firmado en Washington, DC el 10 de febrero de 2004.

John L. Henshaw
Secretario Auxiliar del Trabajo

XI. Enmienda a la norma

Por las razones establecidas en el preámbulo, la Agencia está enmendando su 29 CFR parte 1910, subparte T, como sigue:

Parte 1910-[Enmendada]

Subparte T-[Enmendada]

1. Revisa la autoridad de citación para la subparte T de la parte 1910 para que lea como sigue:

Autoridad: Secciones 4, 6 y 8 de la Occupational Safety and Health Act of 1970 (29 U.S.C. 653, 655 y 657); Sección 107, Contract Work Hours and Safety Standards Act (the Construction Safety Act) (40 U.S.C. 333); Sección 41, Longshore and Harbor Workers' Contract Worker's Compensation Act (33 U.S.C. 941); Secretary of Labor's Order No. 8-76 (41 FR 25059), 9-83 (48 FR 35736), 1-90 (55 FR 9033), 6-96 (62 FR 111), 3-2000 (65 FR 50017), ó 5-2002 (67 FR 65008), según aplicable; 29 CFR parte 1911.

2. Añade un nuevo párrafo (a)(3) a § 1910.401 para que lea como sigue:

§ 1910.401 Alcance y aplicación.

(a) * * *

(3) *Requisitos alternativos para instructores de buceo recreativo y guías de buceo.* A los patronos de los instructores de buceo recreativo y guías de buceo no se requiere cumplir con los requisitos de cámara de descompresión especificados por los párrafos (b)(2) y (c)(3)(iii) de § 1910.423 y el párrafo (b)(1) de § 1910.426 cuando cumplen con las siguientes condiciones:

(i) El instructor o guía está dedicado solamente a operaciones de instrucción de buceo recreativo o guía de buceo;

(ii) El instructor o guía de buceo está buceando dentro de los límites de no descompresión en estas operaciones;

(iii) El instructor o guía usa una mezcla de gas respirable de nitroxo consistente en un alto porcentaje de oxígeno (más de 22% por volumen), mezclado con nitrógeno;

(iv) El instructor o guía está usando un aparato autocontenido para respirar bajo el agua (SCBA) de circuito abierto, circuito semi-cerrado, o circuito cerrado; y

(v) El patrono del instructor o guía cumple con todos los requisitos del Apéndice C de esta subparte.

* * * * *

3. Añade una nueva definición para "operaciones de guía de buceo" e "instructor de buceo recreativo" a la lista alfabética de las definiciones en § 1910.402, para que lea como sigue:

§ 1910.402 Definiciones.

Operaciones de guía de buceo significa liderar grupos de buzos deportivos, que usen un aparato respirador subacuático autocontenido, de circuito abierto, circuito semi-cerrado, o circuito cerrado, a lugares de buceo subacuáticos locales con propósitos recreativos.

* * * * *

Instrucciones de buceo recreativo significa adiestrar a estudiantes de buceo en el uso de procedimientos de buceo recreativo y la operación segura de equipo de buceo, incluyendo aparatos respiradores subacuáticos de circuito abierto, circuito semi-cerrado, o circuito cerrado, durante las zambullidas.

4. Añade un nuevo Apéndice C a 29 CFR parte 1910, subparte T, para que lea como sigue:

* * * * *

Apéndice C a la Subparte T de la Parte 1910-Condiciones alternativas bajo § 1910.401(a)(3) para instructores de buceo recreativo y guías de buceo (Mandatorio)

El párrafo (a)(3) de § 1910.401 especifica que un patrono de instructores de buceo recreativo y guías de buceo (a partir de ahora “buzos” o “empleados”), que cumpla con todas las condiciones de este apéndice no necesita proveer una cámara de descompresión para estos buzos, según requerido bajo §§ 1910.423(b)(2) ó (c)(3) ó 1910.426(b)(1).

1. Requisitos de equipo para recicladores (“rebreathers”)

(a) El patrono debe asegurarse de que todo empleado opere los recicladores (*es decir*, aparatos respiradores autocontenidos subacuáticos de circuito abierto, circuito semi-cerrado y circuito cerrado (a partir de ahora “SCUBAs”)), conforme a las instrucciones del fabricante del reciclador (“rebreather”).

(b) El patrono debe asegurarse de que todo reciclador (“rebreather”) tenga un contrapulmón o bolsa de inhalación que suministre un volumen de gas respirable a sus buzos para sostener el índice de respiración de los buzos, contenga un sistema de deflector y/u otro sistema separador de humedad que evite que la humedad (deflectores) entre al depurador.

(c) El patrono debe colocar una trampa de humedad en el circuito respirador del reciclador (“rebreather”) y asegurarse de que:

(i) El fabricante del reciclador apruebe la trampa de humedad y su localización en el circuito respirador; y

(ii) Todo empleado usa las trampas de humedad de acuerdo con las instrucciones de fabricante del reciclador.

(d) El patrono debe asegurarse de que todo reciclador (“rebreather”) tiene un sensor de humedad funcionando continuamente y que:

(i) El sensor de humedad está conectado a una alarma visual (*e.g.*, digital, gráfica o analógica), o auditiva (*Ej.*, voz, tono), que sea fácilmente detectable por el buzo bajo las condiciones de buceo en las cuales opere el buzo, y advierta al buzo de la humedad en el circuito respirador con tiempo suficiente para terminar y regresar seguramente a la superficie; y

(ii) Todo buzo usa el sensor conforme a las instrucciones del fabricante del reciclador.

(e) El patrono debe asegurarse de que todo reciclador contiene un sensor de CO₂ que funcione continuamente en el circuito respirador, y que:

(i) El fabricante del reciclador apruebe el sensor de CO₂ y su localización en el circuito respirador; y

(ii) El sensor de CO₂ está integrado con una alarma que opera (*e.g.*, digital, gráfica o analógica), o auditiva (*e.g.*, voz, tono), que sea fácilmente detectable por el buzo bajo las condiciones de buceo en las cuales opere el buzo y;

(iii) La alarma de CO₂ permanece continuamente activada cuando el nivel de CO₂ inhalado alcanza y excede a 0.005 atmósferas absoluto (ATA).

(f) Antes de las operaciones de buceo de cada día y con mayor frecuencia si es necesario, el patrono debe calibrar el sensor de CO₂ de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sensor y asegurarse de que:

(i) El equipo y los procedimientos usados para realizar esta calibración tiene una exactitud dentro de 10% de la concentración de CO₂ de 0.005 ATA o menos;

(ii) El equipo y los procedimientos mantienen esta exactitud según requerido por las instrucciones del fabricante del sensor; y

(iii) La calibración del sensor de CO₂ tiene una exactitud dentro de 10% de la concentración de CO₂ de 0.005 atmósferas ATA o menos.

(g) El patrono debe sustituir el sensor de CO₂ cuando falle en cumplir con los requisitos de exactitud especificados en el párrafo 1(f)(iii) de este apéndice, y asegurarse de que el sensor de CO₂ sustituto cumple con los requisitos de precisión especificados en el párrafo 1(f)(iii) de este apéndice antes de colocar el reciclador ("rebreather") en operación.

(h) Como alternativa al uso de un sensor de CO₂ que funcione continuamente, el patrono puede usar una agenda para cambiar el material sorbente de CO₂ provisto por el fabricante del reciclador. El patrono puede usar una agenda tal sólo cuando el fabricante del reciclador lo haya desarrollado de acuerdo al protocolo de prueba de canasto especificado a continuación en la condición 11, y debe usar el canasto con un alcance de temperatura para el cual el fabricante condujera sus pruebas de depurador de canasto siguiendo ese protocolo. Las variaciones sobre o bajo el alcance son aceptables sólo después de que el fabricante añada la temperatura más alta o más baja al protocolo.

(i) Al usar agendas de cambio de sorbente de CO₂, el patrono debe asegurarse de que todo reciclador use un cartucho depurador desechable manufacturado (i.e., comercialmente pre-empacado), que contenga material sorbente de CO₂ que:

(i) Esté aprobado por el fabricante del reciclador;

(ii) Remueve el CO₂ del gas exhalado por el buzo; y

(iii) Mantiene el nivel de CO₂ en el gas respirable (i.e., el gas que el buzo inhala directamente del regulador), bajo una presión parcial de 0.01 atmósferas ATA.

(j) Como alternativa a los cartuchos depuradores desechables manufacturados, el patrono puede llenar los cartuchos depuradores de CO₂ manualmente con material sorben de CO₂, cuando:

(i) El fabricante del reciclador permita el llenado manual de los cartuchos depuradores;

(ii) El patrono llena el cartucho depurador de acuerdo con las instrucciones del fabricante;

(iii) El patrono substituye el material sorbente de CO₂ usando una agenda de cambio desarrollada bajo el párrafo 1(h) de este apéndice; y

(iv) El patrono demuestra que el llenado manual cumple con los requisitos especificados en el párrafo 1(i) de este apéndice.

(k) El patrono debe asegurarse de que todo reciclador tenga un módulo de información que provea:

(i) Un despliegue visual (*Ej.*, digital, gráfica o análoga), o auditiva (*Ej.*, voz, tono), que advierta efectivamente al buzo de la falla de solenoide (cuando el reciclador use solenoides), y otras debilidades y fallas eléctricas (*Ej.*, bajo voltaje de batería);

(ii) Para recicladores de circuito semi-cerrado, un despliegue visual para la presión parcial de CO₂, o desviaciones sobre o bajo la presión parcial de CO₂ establecida previamente de 0.005 atmósferas ATA; y

(iii) Para recicladores de circuito cerrado, un despliegue visual para: las presiones parciales de O₂ y CO₂, o las desviaciones sobre o bajo la presión parcial preestablecida de CO₂ a 0.005 ATA y presión parcial preestablecida de O₂ a 1.40 ATA o menos; temperatura de gas en el circuito respirador; y temperatura de agua.

(l) Antes de las operaciones de buceo de cada día, y con mayor frecuencia si es necesario, el patrono debe asegurarse de que el suministro de energía eléctrica y los circuitos eléctricos y electrónicos en todo reciclador estén operando según requerido por las instrucciones del fabricante del reciclador o "rebreather".

2. Requisitos especiales para recicladores ("rebreathers") de circuito cerrado

(a) El patrono debe asegurar que cada reciclador de circuito cerrado usa sensores de suministro de presión para el O₂ y gases diluyentes (es decir, aire o nitrógeno) y sensores de función continua para detectar temperatura en el lado de la inhalación del circuito de gas y el agua ambiental.

(b) El patrono debe asegurarse de que:

(i) Al menos dos sensores de O₂ estén localizados en el lado de inhalación del circuito respirador; y

(ii) Los sensores estén: Funcionando continuamente; sean compensadores de temperatura; y estén aprobados por el fabricante del reciclador (rebreather)

(c) Antes de las operaciones de buceo de cada día y con más frecuencia si es necesario, el patrono debe calibrar los sensores de O₂ según requerido por las instrucciones del fabricante. Al hacerlo, el patrono debe:

(i) Asegurarse de que el equipo y los procedimientos usados para realizar la calibración tengan exactitud dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen;

(ii) Mantener esta exactitud según requerido por el fabricante del equipo de calibración;

- (iii) Garantizar que los sensores son exactos dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen;
- (iv) Cambiar los sensores de O₂ cuando fallen en cumplir con los requisitos de precisión especificados en el párrafo 2(c)(iii) de este apéndice; y
- (v) Asegurarse de que los sensores de O₂ substitutos cumplan con el requisito de exactitud especificado en el párrafo 2(c)(iii) de este apéndice antes de volver a poner el reciclador en operación.
- (d) El patrono debe asegurarse de que todo reciclador de circuito cerrado tenga:
 - (i) Un paquete controlado por gas con válvulas de suministro de O₂ de solenoide operado eléctricamente;
 - (ii) Un regulador activado a presión con una válvula para añadir gas diluyente de segunda etapa;
 - (iii) Una válvula de desviación de suministro de gas manualmente operada para añadir O₂ o gas diluyente al circuito respirador; y
 - (iv) Cilindros separados de O₂ y gas diluyente para suplir la mezcla de gas respirable.

3. Concentración de O₂ en el gas respirable

El patrono debe asegurarse de que la fracción de O₂ en la mezcla de gas respirable de nitroxo:

- (a) Sea mayor que la fracción de O₂ en el aire comprimido (*i.e.*, excede a 22% por volumen);
- (b) Para SCUBA de circuito abierto, nunca exceder una fracción máxima de O₂ respirable de 40% por volumen o un máximo de presión parcial de O₂ de 1.40 ATA, lo que exponga menos a los buzos a O₂; y
- (c) Para un reciclador o "rebreather" nunca exceder un máximo de presión parcial de 1.40 ATA.

4. Regulación de exposiciones a O₂ y profundidad de buceo

(a) Concerniente a la exposición a O₂, el patrono debe:

- (i) Asegurarse de que la exposición de todo buzo a presiones parciales de O₂ entre 0.60 y 1.40 ATA no exceda los límites de exposición sencilla de 24 horas especificados por el 2001 National Oceanic and Atmospheric Administration Diving Manual (el "2001 NOAA Diving Manual"), o por el informe titulado "Enriched Air Operations and Resource Guide" publicado en 1995 por la Profesional Association of Diving Instructors (conocida comúnmente como la "1995 DSAT Oxygen Exposure Table"); y
- (ii) Determine la duración de la exposición del buzo a O₂ usando el máximo de exposición a O₂ (presión parcial de O₂), durante la inmersión y el tiempo total de inmersión (*i.e.*, desde el momento en que buzo abandona la superficie hasta que regrese a la superficie).
- (b) No obstante el equipo de buceo usado, el patrono debe asegurarse de que ningún buzo exceda la profundidad de 130 pies de agua de mar ("fsw") o un máximo de presión parcial de O₂ de 1.40 ATA, lo que exponga al buzo a menos O₂.

5. Uso de límites de no descompresión

(a) Para buceo conducido mientras se usa mezclas respirables de nitroxo, el patrono debe asegurarse de que todo buzo permanezca dentro de los límites de no descompresión especificados para buceo de aire sencillo y repetitivo y publicados en 2001 NOAA Diving Manual o en el informe titulado "Development and Validation of No-Stop Decompression Procedures for Recreational Diving: The DSAT Recreational Dive Planner," publicado en 1994 por Hamilton Research Ltd. (conocido comúnmente como el "1994 DSAT No-Decompression Tables").

(b) El patrono puede permitir al buzo usar una computadora de descompresión de buceo diseñada para regular la descompresión cuando la computadora de descompresión de buceo use los límites de no descompresión especificados en el párrafo 5(a) de este apéndice, y provea información que represente confiablemente esos límites.

6. Mezcla y análisis de gas respirable

(a) El patrono debe asegurarse de que:

(i) Personal apropiadamente adiestrado mezcle los gases respirables de nitroso y el nitrógeno sea el único gas inerte usado en la mezcla de gas respirable; y

(ii) Al mezclar gases respirables de nitroso, mezclen el gas respirable apropiado antes de poner la mezcla de gas respirable en los cilindros, usando las técnicas de flujo continuo o las técnicas de mezcla de presión parcial especificadas en el 2001 NOAA Diving Manual, o usando un sistema de membrana de filtro.

(b) Antes de comenzar las operaciones de buceo de cada día, el patrono debe determinar la fracción de O₂ de la mezcla de gas respirable usando un analizador de O₂. Al hacerlo, el patrono debe:

(i) Asegurarse de que el analizador de O₂ tenga una exactitud dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen.

(ii) Mantener esta exactitud según requerido por el fabricante del analizador.

(c) Cuando el gas respirable sea una mezcla de gas respirable de nitroso comercialmente suplida, el patrono debe asegurarse de que el O₂ cumpla con las especificaciones USP médicas (Type I, Quality Verification Level A), o las especificaciones de gas respirable para aviadores (Type I, Quality Verification Level E) de CGA G-4.3-2000 ("Commodity Specification for Oxygen"). Además, el suplidor comercial debe:

(i) Determinar la fracción de O₂ en la mezcla de gas respirable usando un método analítico que tenga una exactitud dentro de 1% de la fracción de O₂ por volumen;

(ii) Hacer esta determinación cuando la mezcla esté en el tanque cargado y después de desconectar el tanque cargado del aparato cargador;

(iii) Incluir la documentación del proceso de análisis y la fracción de O₂ al entregar los tanques cargados al patrono.

(d) Antes de producir mezclas de gas respirable con nitroso usando un compresor en el cual la presión del gas en cualquier componente del sistema exceda 125 libras por pulgada cuadrada (psi), el:

(i) El fabricante del compresor debe proveer al patrono de la documentación de que el compresor es apropiado para mezclar aire a alta presión con la fracción de O₂ más alta usada en la mezcla de gas respirable de nitroso al ser operado de acuerdo con las especificaciones de operación y mantenimiento del fabricante;

(ii) El patrono debe cumplir con el párrafo 6(e) de este apéndice, a menos que el compresor esté clasificado para servicio de O₂ y no tenga aceite o esté libre de aceite; y

(iii) El patrono debe asegurarse de que el compresor cumpla con los requisitos especificados en los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430 cuando la fracción más alta de O₂ usada en el proceso de mezclado exceda a 40%.

(e) Antes de producir mezclas de gas respirable de nitroso usando un compresor lubricado con aceite para mezclar aire a alta presión con O₂, y no obstante la presión de gas en cualquier componente de sistema, el:

(i) El patrono debe usar sólo aire no contaminado (*es decir*, aire que no contiene particulados de hidrocarburo), para la mezcla de gas respirable de nitroso;

(ii) El fabricante del compresor debe proveer al patrono de la documentación de que el compresor es apropiado para mezclar aire a alta presión con la fracción de O₂ más alta usada en la mezcla de gas respirable de nitroso al ser operado de acuerdo con las especificaciones de operación y mantenimiento del fabricante;

(iii) El patrono debe filtrar el aire a alta presión para producir aire compatible con O₂;

(iv) El fabricante del sistema de filtro debe proveer al patrono de la documentación de que el sistema de filtro usado para este propósito es apropiado para producir aire compatible con O₂ al ser operado de acuerdo con las especificaciones de operación y mantenimiento del fabricante; y

(v) El patrono debe monitorear continuamente el aire corriente abajo del filtro para contaminación de hidrocarburo.

(f) El patrono debe asegurarse de que el equipo de buceo que use mezclas de gas respirable de nitroso o O₂ puro bajo alta presión (*es decir*, que exceda a 125 psi), sea conforme a los requisitos de servicio de O₂ especificados en los párrafos (i)(1) y (i)(2) de § 1910.430.

7. Egreso de emergencia

(a) No obstante el tipo de equipo de buceo usado por un buzo (*es decir*, SCUBA de circuito abierto o recicladores), el patrono debe asegurarse de que el equipo contenga (o incorpore), un sistema de egreso de circuito abierto de emergencia (un banco auxiliar de suministro de aire o "bail-out system"), en el cual la segunda etapa del regulador se conecta a un suministro separado de gas respirable de emergencia, y el

gas respirable de emergencia consiste en aire o la misma mezcla de gas respirable de nitroso usada durante la inmersión.

(b) Como alternativa al banco auxiliar de suministro de aire ("bail-out system") especificado en el párrafo 7(a) de este apéndice, el patrono puede usar:

(i) Para SCUBA de circuito abierto, un sistema de egreso de emergencia según especificado en § 1910.424(c)(4); o

(ii) Para recicladores ("rebreathers") de circuito semi-cerrado y circuito cerrado, un sistema configurado de modo que la segunda etapa del regulador conecte a un suministro de reserva de gas respirable de emergencia.

(c) El patrono debe obtener del fabricante del reciclador o "rebreather" suficiente información para asegurarse de que el sistema de emergencia ejecute confiablemente y tenga suficiente capacidad para hacer posible que el buzo termine la inmersión y regrese seguramente a la superficie.

8. Tratamiento de emergencias médicas relacionadas con buceo

(a) Antes de las operaciones de buceo de cada día, el patrono debe:

(i) Verificar que un hospital, profesionales de la salud cualificados, y el Coast Guard Coordination Center más cercano (o un servicio de rescate equivalente, operado por una agencia estatal, condal o municipal), esté disponible para tratar las emergencias médicas relacionadas con buceo;

(ii) Asegurarse de que todo sitio de buceo tenga un medio de alertar a estos recursos de tratamiento de manera oportuna cuando ocurra una emergencia médica relacionada con buceo; y

(iii) Asegurarse de que la transportación a una cámara de descompresión apropiada esté prontamente disponible cuando no haya cámara de descompresión en el sitio de buceo, y que esta transportación puede llevar al buzo lesionado a la cámara de descompresión dentro de cuatro horas de viaje del sitio de buceo.

(b) El patrono debe asegurarse de que el equipo de O₂ portátil esté disponible en el sitio de buceo para tratar a los buzos lesionados. Al hacerlo, el patrono debe asegurarse de que:

(i) El equipo use O₂ de grado médico que cumpla con los requisitos para oxígeno USP (Type I, Quality Verification Level A) de CGA G-4.3-2000 ("Commodity Specification for Oxygen");

(ii) El equipo envía este O₂ a una máscara transparente que cubra la nariz y la boca del buzo lesionado; y

(iii) Hay suficiente O₂ disponible para la administración al buzo desde el momento en que el patrono reconoce los síntomas de una emergencia médica relacionada con buceo hasta que el buzo lesionado alcanza una cámara de descompresión para tratamiento.

(c) Antes de las operaciones de buceo de cada día, el patrono debe:

(i) Asegurarse de que dos asistentes, ya sean empleados o no, cualificados en primeros auxilios y en la administración de tratamiento de O₂, estén disponibles en el sitio de buceo para tratar las emergencias médicas relacionadas con el buceo: y

(ii) Verificar sus cualificaciones para esta tarea.

9. Bitácora de buceo y tablas de no-descompresión

(a) Antes de las operaciones de buceo de cada día, el patrono debe:

(i) Designar a un empleado o no empleado para que haga las entradas en la bitácora de buceo; y

(ii) Verificar que este designado comprenda la terminología médica y de buceo, y los procedimientos apropiados, para hacer las entradas correctas en la bitácora de buceo.

(b) El patrono debe:

(i) Asegurarse de que la bitácora de buceo sea conforme a los requisitos especificados por el párrafo (d) ("Expediente de buceo") de § 1910.423; y

(ii) Mantener un expediente de buceo de acuerdo con § 1910.440 ("Requisitos de archivo de expedientes").

(c) El patrono debe garantizar que una copia escrita de las tablas de no-descompresión usadas para las inmersiones (según especificado en el párrafo 6(a) de este apéndice), esté prontamente disponible en el sitio de buceo, usen los buzos o no computadoras de descompresión.

10. Adiestramiento de buceo

El patrono debe asegurarse de que todo buzo reciba el adiestramiento que lo capacite a realizar el trabajo con seguridad y efectivamente mientras usa SCUBAs de circuito abierto o recicladores suplidos con mezcla de gas respirable de nitroxo. De conformidad, todo buzo debe poder demostrar su capacidad para realizar tareas críticas segura y efectivamente, incluyendo pero no limitado a: reconocer los efectos de respirar exceso de CO₂ y O₂; tomar acción apropiada después de detectar niveles excesivos de CO₂ y O₂; y evaluación, operación y mantenimiento apropiado de su equipo de buceo bajo las condiciones de buceo que encuentren.

11. Protocolo de prueba para determinar los límites de CO₂ de los canastos de los recicladores

(a) El patrono debe asegurarse de que el fabricante del reciclador ("rebreather") haya usado los siguientes procedimientos para determinar que el material sorbente de CO₂ cumple con las especificaciones del fabricante del material sorbente:

(i) Prueba de actividad absorbente de CO₂ de la OTAN;

(ii) La prueba de agitación y cedazos encajados RoTap;

(iii) La prueba Schegel derivada de la Navy Experimental Diving Unit ("NEDU"); y

(iv) La programación de NEDU Mesh Fit.

(b) El patrono debe asegurarse de que el fabricante del reciclador ("rebreather") haya aplicado los siguientes materiales de prueba de canastos, métodos, procedimientos y análisis estadísticos:

(i) Uso de mezcla de gas respirable de nitrooxo que tenga una fracción de O₂ mantenida a 0.28 (equivalente a 1.4 ATA de O₂ a 130 pies de agua de mar (fsw), la máxima concentración de O₂ permitida a esta profundidad);

(ii) Mientras opera el reciclador a una profundidad máxima de 130 fsw, use una máquina respiradora para ventilar continuamente el reciclador con gas respirable que esté a 100% de humedad y calentado a una temperatura de 98.6 grados F (37 grados C), en la cámara calentadora-humidificadora;

(iii) La medición de la concentración de O₂ en el gas respirable de inhalación suministrado a la boquilla;

(iv) Probar los canastos usando los índices tres de ventilación listados en la Tabla I a continuación (con los volúmenes de marea, frecuencias e índices de inyección de CO₂ de la máquina respiradora, provistos para cada índice de ventilación:

TABLA I.-PARAMETROS DE PRUEBA DE CANASTOS

Indices de ventilación (Lpm, ATPS ¹)	Volumen de mareas de máquina respiradora (L)	Frecuencias de máquina respiradora (respiraciones por minuto)	Indices de inyección de CO ₂ (Lpm, STPD ²)
22.5	1.5	15	0.90
40.0	2.0	20	1.35
62.5	2.5	25	2.25

¹ATPS significa la temperatura y presión ambiental, saturada de agua.
² STPD significa temperatura y presión estándar, seca; la temperatura estándar e 32 grados F (0 grados C).

(v) Al usar un índice de trabajo (es decir, volumen y frecuencia mareal de máquina respiradora), distinto de los índices de trabajo listados en la tabla anterior, añadir las combinaciones apropiadas de índices de ventilación e índices de inyección de CO₂;

(vi) Ejecución de inyección de CO₂ a un índice constante (regular) y continuo durante cada prueba;

(vii) Determinación de la duración del canasto usando un mínimo de cuatro (4) temperaturas de agua, incluyendo 40, 50, 70 y 90 grados F (4.4, 10.0, 21.1 y 32.2 grados C, respectivamente);

(viii) Monitoreo de la temperatura del gas respirable en la boquilla del reciclador ("rebreather") (en el conector de "cromo T"), y asegurar que esta temperatura sea conforme a la temperatura del aliento exhalado del buzo a la temperatura del agua e índice de respiración usados durante la prueba; ¹

(ix) Implantación de al menos ocho pruebas para cada combinación de temperatura e índices de ventilación-inyección de CO₂ (por ejemplo, ocho pruebas a 40° F usando un índice de ventilación de 22.5 Lpm a un índice de inyección de CO₂ de 0.90 Lpm);

(x) Permitir que la temperatura del agua varíe no más de ± 2.0 grados F (± 1.0 grados C) *entre* cada una de las ocho pruebas, y no más de ± 1.0 grados F (± 0.5 grados C), *dentro* de cada prueba.

(xi) Uso de temperatura promedio para cada serie de ocho pruebas en el análisis estadístico de los resultados de prueba, con los resultados de prueba siendo el tiempo tomado para que el gas respirable inhalado alcance 0.005 ATA de CO₂ (i.e., los resultados de canasto-duración);

(xii) Análisis de los resultados de canasto-duración usando las estadísticas de mediciones repetidas descritas en NEDU Report 2-99;

(xiii) Especificación de la agenda de cambio para los materiales sorbentes de CO₂ en términos de la línea de predicción (o límite) más baja del intervalo de confiabilidad de 95%; y

(xiv) Derivación de las agendas de cambio sólo interpolando entre, pero no extrapolando más allá de, la profundidad, temperaturas de agua, y niveles de ejercicio usados durante la prueba de canasto.

[FR Doc. 04-3289 Filed 2-13-04; 8:45 am]

Billing Code 4510-26-P