

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA



**“PROYECTO CÁMARA HIPERBÁRICA MULTIPLAZA
PARA TRATAMIENTO DE ENFERMEDAD
DESCOMPRESIVA EN BUZOS PROFESIONALES”**

Trabajo para optar al Título de:

Ingeniero Mecánico

Profesor Patrocinante:

Sr. Misael Fuentes P.

Ingeniero Mecánico

NICOLÁS ANTONIO ROSAS RÍOS

VALDIVIA - CHILE

2005

El Profesor Patrocinante y Profesores Informantes del Trabajo de Titulación comunican al Director de la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería que el Trabajo de Titulación del señor:

NICOLÁS ANTONIO ROSAS RÍOS

**Ha sido aprobado en el examen de defensa rendido el día
, como requisito para optar al Título de Ingeniero Mecánico. Y, para que
así conste para todos los efectos firman:**

Profesor patrocinante :

Sr. Misael Fuentes Paredes _____

Profesores informantes :

Sr. Luis Cárdenas Gómez _____

Sr. Guillermo Cárdenas Gómez _____

V ° B ° Director de Escuela:

Sr. Enrique Salinas Aguilar _____

Agradecimientos.

Quisiera agradecer a quienes hicieron posible este logro, principalmente a mi familia por su apoyo incondicional y a todos los docentes que colaboraron en la realización de este trabajo.

También agradezco a la gente de la empresa Mariscope Chilena, por toda la información y colaboración prestada para el desarrollo de éste proyecto.

*Dedico este logro a la personita que ha
llegado a mi vida y que me ha hecho ser
el hombre más feliz del mundo, mi hijo
Martín Ignacio.*

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	11
SUMMARY	12
INTRODUCCIÓN	13
Identificación del problema	15
Planteamiento general del problema	19
Problemática asociada	21
Formulación de la hipótesis	22
Hipótesis	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	23

DESARROLLO DEL TRABAJO

CAPÍTULO 1: EL BUCEO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DESCOMPRESIVA	25
1.1 Historia del buceo	25
1.2 El buceo en Chile	26
1.3 Los problemas del buceo en Chile	27
1.4 Fisiología de la enfermedad descompresiva	28
1.5 Clasificación de los accidentes por enfermedad descompresiva	30
1.6 Recompresión en cámara hiperbárica	30
1.7 La cámara hiperbárica	33
1.8 Tipos de cámaras hiperbáricas	34
1.8.1 Cámara monoplaza	35
1.8.2 Cámara multiplaza	35
1.9 Flujo de operación de una cámara hiperbárica	37
1.10 Principales partes de una cámara	38
1.10.1 La cámara o zona principal	38

	Pág.
1.10.2 Antecámara	39
1.10.3 Panel de control	40
1.11 Equipamiento básico de una cámara hiperbárica	41
1.11.1 Interiormente en cámara	41
1.11.2 Interiormente en antecámara	41
1.11.3 Panel de control	42
1.11.4 Equipos opcionales	42
 CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CÁLCULO CÁMARA MULTIPLAZA	 43
2.1 Generalidades del diseño	43
2.2 Espesor del manto cilíndrico	43
2.2.1 Eficiencia de las juntas soldadas	45
2.3 Cálculo del espesor del manto cilíndrico	45
2.4 Espesor del cabezal	47
2.4.1 Cálculo del espesor del cabezal	48
2.5 Cálculo volumen cámara hiperbárica	49
2.5.1 Volumen parte cilíndrica	50
2.5.2 Volumen parte elíptica	50
2.6 Características de la cámara	52
2.6.1 Mirillas	54
2.6.2 Escotillas de ingreso	55
2.6.3 Esclusa paso medicamentos	56
2.6.4 Perforaciones para tuberías y válvulas	57
2.6.5 Base de apoyo	58
2.7 Cálculo de las uniones soldadas	58
2.7.1 Tipo de empalme	59
2.7.2 Propiedades mecánicas	60
2.8 Análisis MEF cámara hiperbárica	61
2.8.1 Interpretación de los resultados	62

	Pág.
2.9 Presurización cámara hiperbárica	63
2.9.1 Generalidades	63
2.9.2 Sistema de compresión	63
2.9.3 Selección de los compresores	63
2.9.3.1 Sistema de aire principal	64
2.9.3.2 Sistema de aire secundario (stand-by)	65
2.9.4 Banco de aire	65
2.9.5 Banco de oxígeno	66
2.9.6 Capacidad sistema principal de aire	67
2.9.6.1 Requerimientos de ventilación	68
2.9.6.2 Regla general	68
2.9.7 Presurización cámara de tratamiento	70
2.9.8 Volumen banco de aire	72
2.9.9 Tiempo de llenado del banco de aire	73
2.9.10 Cálculo funcionamiento compresores	74
2.10 Distribución del los gases	75
2.10.1 Generalidades	75
2.10.2 Dimensionado de las tuberías	77
2.10.3 Cálculo de la tubería	77
2.10.4 Datos para calcular los diámetros	78
2.10.5 Suministro de oxígeno	80
2.10.6 Material de las tuberías	80
2.10.7 Reguladores de presión	81
2.10.8 Tipos de válvulas	81
2.10.9 Silenciadores de ruido	82
2.10.10 Válvulas de seguridad	83
2.10.11 Válvulas de purga	84
2.10.12 Válvula de compensación	84
2.10.13 Esquema instalación cámara hiperbárica	85
2.11 Equipamiento cámara hiperbárica	86

	Pág.
2.11.1 Equipamiento panel de control	86
2.11.1.1 Manómetros (profundímetros)	86
2.11.1.2 Manómetros presión de oxígeno	87
2.11.1.3 Flujómetro	88
2.11.1.4 Analizador de oxígeno	88
2.11.1.5 Sistema de comunicación	89
2.11.1.6 Temporizador (TIMER)	89
2.11.2 Equipamiento interior cámara	90
2.11.2.1 Extintor hiperbárico	90
2.11.2.2 Luces	90
2.11.2.3 Colchonetas ignífugas y antiestáticas	91
2.11.2.4 Higrómetro/Termómetro	91
2.11.2.5 Mascarillas de respiración de oxígeno	92
2.11.3 Equipamiento de seguridad	93
2.11.3.1 Alarmas y testigos de funcionamiento	93
2.11.3.2 Alarmas	93
2.11.3.3 Testigos	94
2.11.3.4 Monitoreo	95
2.12 Estudio de costos cámara hiperbárica	96
2.12.1 Estudio de costos	96
2.12.2 Costo de materiales	96
2.12.3 Costo mano de obra	97
 CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	89
3.1 Generalidades	99
3.2 Cotizaciones cámaras extranjeras	99
3.2.1 Discusión	100
3.3 Especificaciones técnicas cámara	100
3.3.1 Descripción	100

	Pág.
3.3.2 Características	101
3.3.3 Especificaciones	101
3.3.4 Ensayos No destructivos	101
3.3.5 Instrumentos	102
3.3.6 Valvulería y accesorios	102
3.3.7 Acabado	102
3.4 Especificaciones técnicas generales para instalación	
cámara hiperbárica	103
3.4.1 Introducción	103
3.4.2 Oxígeno y aire comprimido	104
3.4.3 Clasificación	104
3.4.4 Sistema de distribución, redes, especificaciones del material	105
3.4.4.1 Tuberías	105
3.4.4.2 Fitting	105
3.4.4.3 Soldadura	106
3.4.4.4 Fundentes	106
3.4.4.5 Desengrasante	106
3.4.4.6 Manifold de alta presión y reguladores de presión	106
3.4.4.7 Botellas de alta presión	107
3.4.4.8 Válvulas	108
3.4.4.9 Presostatos	108
3.4.4.10 Compresores de aire	109
3.4.4.11 Acumuladores de aire	109
3.5 Normas de instalación	110
3.5.1 Preparación del material	110
3.5.2 Instalación de cañerías	110
3.5.3 Identificación de redes	111
3.5.4 Instalación eléctrica e iluminación	112
3.5.5 Tableros principales de distribución	112

	Pág.
CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	117

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como objetivo diseñar y proyectar una Cámara Hiperbárica Multiplaza para tratamiento de enfermedad descompresiva en buzos profesionales, y a un menor costo que las importadas.

Como primer paso se realizó un estudio estadístico, acerca de la necesidad de que existan un mayor número de cámaras hiperbáricas cercanas a las faenas de buceo, para que de esta forma, sea tratado rápidamente el buzo accidentado, logrando así disminuir las secuelas y efectos adversos producto de un tratamiento tardío e ineficaz en la víctima.

También se dieron a conocer los tipos de cámaras, características y equipamiento que poseen, con el fin de diseñar la alternativa más apropiada y conveniente para tratamientos de enfermedad descompresiva. Después de lo anterior se procedió a diseñar y proyectar la cámara, conforme a las normas internacionales de seguridad pertinentes al caso (código ASME sección VIII, División 1 y ASME PVHO-1).

Finalmente se realizó un estudio de costos sobre la fabricación e implementación del elemento en análisis en nuestro país, y a raíz de dicho estudio se procedió a formular las discusiones y conclusiones pertinentes, con respecto a la hipótesis planteada.

SUMMARY

The following work has as objective to design and project a Multiplace Hyperbaric Chamber for treatment of decompression disease in professional divers, and with a lower cost as the imported ones.

As first step was made a statistical study, about the necessity that exist a bigger number of hyperbaric chambers near the diving tasks, so in this form, the hurt diver is treat quickly, achieving to diminish the adverse sequels and effects product of a delayed and ineffective treatment in the victim.

Also it was displayed the different types of cameras, characteristics and equipment that they have, with the purpose of designing the most appropriate and advisable alternative for treatments of decompression disease. After the previous we proceed designing and projecting the camera, according the pertinent international norms of security (code ASME section VIII, Division 1 and ASME PVHO-1).

Finally it was made a study of costs on the manufacture and implementation of the element in our country, and as a result of this study we formulate the pertinent discussions and conclusions, regarding to the explained hypothesis.

INTRODUCCIÓN

El buceo como actividad laboral, es muy importante en el país, dada la extensión de su territorio marítimo y la riqueza de los recursos marinos, que hacen tanto de la extracción como de la industria pesquera y salmonera uno de los pilares de las exportaciones y de la economía nacional. Sin embargo, esta actividad no esta libre de riesgos, siendo el accidente más común en Chile la “enfermedad descompresiva” que en los casos graves puede producir la muerte del buzo. Por otro lado el único tratamiento eficaz para combatir este fenómeno es la recompresión inmediata en una cámara hiperbárica, qué en muy pocas ocasiones se logra debido al bajo número de cámaras existentes y a la lejanía de ellas.

Por tal motivo se realizó un catastro de cámaras hiperbáricas para tener muy claro cuales son las ciudades que cuentan con este tipo de instalaciones. También se realizó un estudio estadístico sobre los lugares donde se concentra la mayor población de buceo y con la tasa más alta de accidentabilidad en dichos buzos debido a la enfermedad descompresiva. Todo lo anterior se realizó con el propósito de identificar el problema que vive hace muchos años la actividad de buceo en Chile y tratar de darle alguna solución para disminuir dicho problema.

La cantidad de cámaras hiperbáricas existentes en Chile se puede apreciar en la siguiente figura:

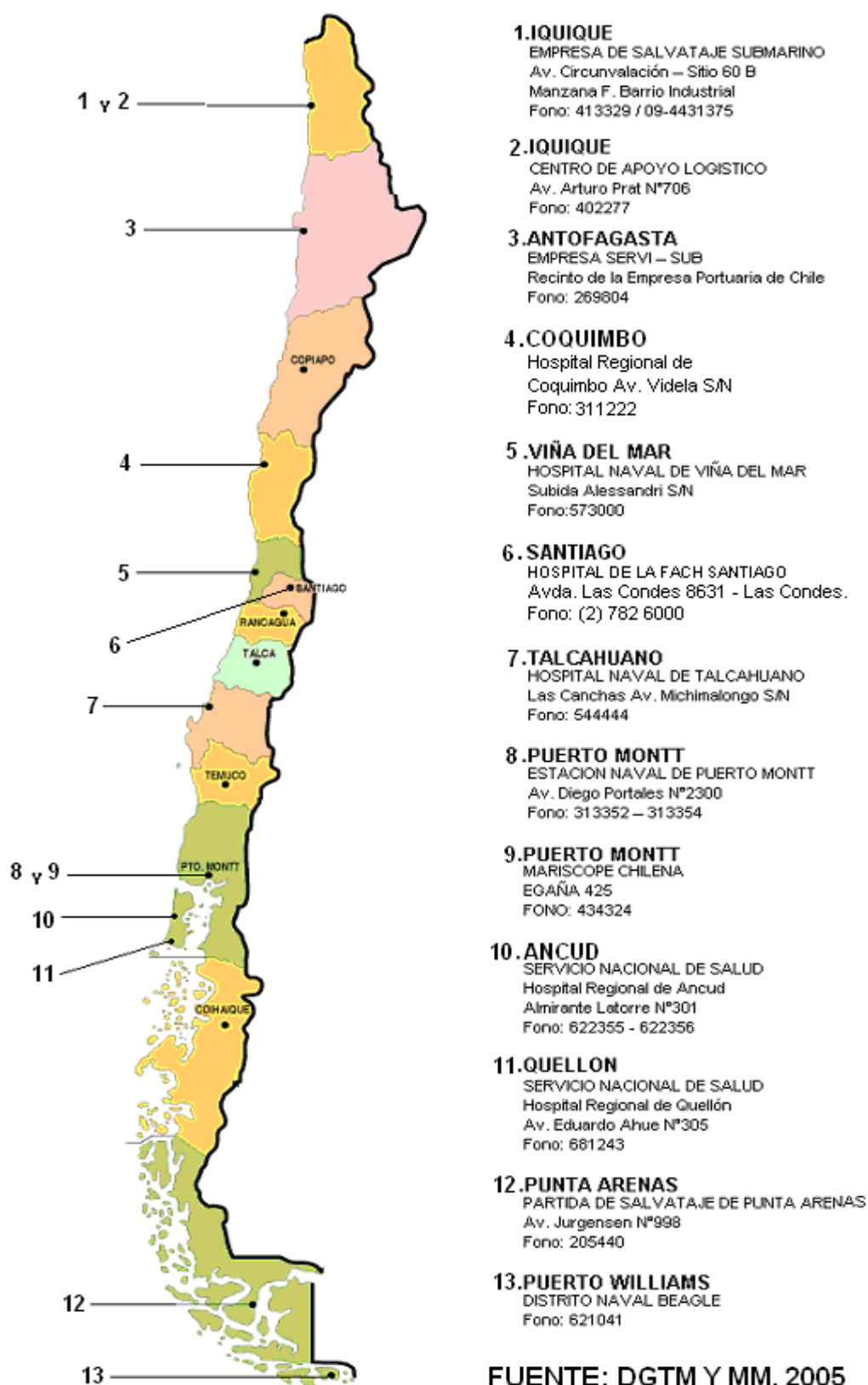


FIGURA N° 1 Catastro cámaras hiperbáricas en Chile.

Identificación del problema.

La Armada de Chile registra y acredita alrededor de 20 mil personas para trabajar en torno a la actividad de buceo. Es esta institución la encargada de otorgar los permisos o matrículas correspondientes. Dichas matrículas se renuevan anualmente, vencido este plazo permanecen clasificadas como “**no vigentes**” hasta un período de 3 años y, si al cabo de éstos, el postulante no se ha presentado, queda excluido de los registros. Este es un procedimiento importante no sólo desde el punto de vista de la aptitud de los buzos, sino que además permite a los organismos competentes disponer de un catastro y poder hacer el control del personal de buceo. (Guía para un buceo seguro, 2003)

En enero del 2003 existían 3.970 matrículas vigentes y otras 11.980 no vigentes. A continuación se presentan las estadísticas sobre la cantidad de buzos de las distintas especialidades existentes en Chile, la cantidad de accidentes por descompresión ocurridos en ellos; ya sea por falta de conocimientos o debido a que presentan un bajo nivel de experiencia; lo que trae como consecuencia que sean atacados por la enfermedad descompresiva.

TABLA N° 1 Personas Acreditadas, Según Permiso Otorgado en enero del 2003

	VIGENTE	NO VIGENTE	TOTAL
Instructor Buzo Especialista	15	26	41
Contratista de Buceo Especialista	1	4	5
Buzo Especialista	49	162	211
Instructor Buzo Comercial	22	23	45
Contratista de Buceo Comercial	73	79	152
Buzo Comercial	279	316	595
Contratistas de Buzo Mariscador	10	59	69
Buzo Mariscador	3.521	11.311	14.832
TOTAL	3.970	11.980	15.950

Fuente: Elaborado a partir de información del Departamento de Estadísticas, Armada de Chile.

El total de buzos mariscadores inscritos en el Registro Nacional Pesquero Artesanal en el 2001 fueron 14.153 trabajadores. Considerando la alta proporción de ellos que no tienen sus matrículas vigentes, el seguimiento sobre este grupo de riesgo es bajo.

TABLA N° 2 Buzos mariscadores acreditados para 2001

REGION	N° TRABAJADORES	%
I	508	3,6
II	706	5
III	704	5
IV	1.409	10
V	785	5,5
VI	120	0,8
VII	188	1,3
VIII	1.800	12,7
IX	85	0,6
X	6.247	44,1
XI	922	6,5
XII	679	4,8
TOTAL	14.153	100

Fuente: Elaborado a partir de Anuarios Estadísticos de la Pesca, SERNAPESCA, 2001.

La actividad laboral de los buzos mariscadores se ejerce a lo largo de todo el territorio nacional. La mayor concentración de personal acreditado se localiza en las Gobernaciones de Castro, Puerto Montt, Talcahuano y Coquimbo, precisamente en lugares donde hay un importante desarrollo de los cultivos acuícola.

En los últimos 18 años la cantidad registrada de buzos que han sufrido accidentes por descompresión es de 845 casos, representando esta cifra el 75% de los accidentes de buceo en Chile. Pero es importante mencionar que estos registros sólo incluyen a una parte de los accidentados, generalmente los

casos mas graves y de los cuales las respectivas Gobernaciones Marítimas tienen conocimiento de aquello, debido a que no todas las víctimas con síntomas leves son derivados a una cámara hiperbárica, razón por la cual la cifra real podría ser mucho mayor.

Los accidentes por descompresión, registrados en la actividad del buceo son severos, y muchos fatales. De hecho en el período se perdieron 180 vidas, debido a la falta de una cámara hiperbárica cercana para realizar un tratamiento eficaz. Lo cual significa que del total de accidentados en los últimos 18 años, el 21% tuvo como consecuencia la muerte y 272 accidentados correspondiente al 32% fueron calificados como graves.

TABLA N° 3 Buzos accidentados según consecuencia 1986 - 2001

AÑOS	LEVES	GRAVES	MUERTOS	DESAPARECIDOS	TOTAL
1986	2	9	4	0	15
1987	0	3	6	0	9
1988	5	0	1	0	6
1989	17	0	13	9	39
1990	23	0	12	4	39
1991	22	0	9	1	32
1992	17	0	10	3	30
1993	33	0	11	2	46
1994	25	26	7	0	58
1995	34	24	9	0	67
1996	24	33	11	1	69
1997	50	25	13	14	102
1998	19	59	9	0	87
1999	64	17	8	0	89
2000	21	38	11	0	70
2001	37	38	12	0	87
TOTAL	393	272	146	34	845

Fuente: Elaborado a partir de información Departamento de Estadísticas, Armada de Chile.

Las regiones en las cuales se producen el mayor número de accidentes son, en primer lugar, la VIII región con 42% (Talcahuano: 37 casos) y en segundo lugar la X región con un 15.7% (Puerto Montt y Castro: 14 casos), como se puede observar en la tabla 4. Las regiones en las cuales las tasas de accidentabilidad son más altas corresponden a la XII y la VIII, con 20.6% del total de buzos accidentados en el año y la I región, con 19.7% en el 2001.

TABLA N° 4 Buzos accidentados, según Región

REGION	POBLACION 2001	Nº ACCIDENTES 2001	TASA POR REGIONES
I	508	10	19,7
II	706	2	2,8
III	704	6	8,5
IV	1.409	2	1,4
V	785	1	1,3
VI	120	S/I	0
VII	188	S/I	0
VIII	1.800	37	20,6
IX	85	0	0
X	6.247	14	2,2
XI	922	3	3,3
XII	679	14	20,6
TOTAL	14.453	89	6,3

Fuente: Elaborado a partir de Boletín Estadístico Marítimo, 2001.

Entre los años 1991 a 1997 aumentó preocupantemente el número de buzos que sufrieron “enfermedad descompresiva”, en particular, durante el año 1995 en el que ocurrieron 102 accidentes por descompresión de los cuales 27 tuvieron como resultado la muerte, debido a la falta de una cámara hiperbárica cercana. Se sabe que la actividad de buceo se desarrolla en condiciones de riesgo a esto si se suman; prácticas inseguras y procedimientos inadecuados, aumentan considerablemente las posibilidades de ser víctima de la enfermedad

descompresiva. Por lo mismo la información analizada obliga a reforzar todas las medidas de prevención de accidentes por descompresión en el ejercicio del buceo.

TABLA N° 5 Gobernaciones Marítimas con mayor número de buzos accidentados 1992 – 2001

Gobernaciones Marítimas	Nº de buzos Accidentados
Talcahuano	221
Castro	90
Antofagasta	71
Iquique	67
Coquimbo	53
Punta Arenas	47
Aysén	38
Puerto Montt	33

Fuente: Elaborado a partir de información del Departamento de Estadísticas, Armada de Chile.

En 4 años, entre 1997 y 2001, 332 buzos sufrieron “enfermedad descompresiva”. De ellos, 33 murieron como consecuencia de este mal y 91 tuvieron consecuencias graves para su salud, debido a la falta oportuna del tratamiento en una cámara hiperbárica. Entre los accidentes laborales del conjunto de los trabajadores marítimos, se puede afirmar que la enfermedad descompresiva corresponde al 75% de la totalidad de estos accidentes.

Planteamiento general del problema.

Luego de obtener todos los antecedentes relacionados con las faenas de buceo, se puede afirmar que el “problema actual” en que se ve envuelto la actividad de buceo en Chile, es la alta tasa de “**accidentes por enfermedad descompresiva**” (aumentando estas cifras cada año) y la **falta de cámaras**

hiperbáricas cercanas a las faenas de buceo, para qué de esta forma se pueda realizar un tratamiento oportuno, disminuyendo los efectos negativos que causa este fenómeno en las víctimas.

Sin embargo este “problema” seguirá aumentando debido al fuerte crecimiento de la industria salmonera en el sur de Chile, viéndose esta actividad en la necesidad de que cada vez se instalen mas “centros de cultivo” en lugares de difícil acceso (XI y XII región, principalmente en Puerto Aysén y Puerto Natales), y como consecuencia de esto, existirá un aumento de la demanda en los servicios que prestan los buzos. Estos nuevos centros denominados “megacentros” requerirán faenas de buceo mas profundas (35 y 40 metros, debido a que tendrán una mayor capacidad de salmones), lo que aumentará el riesgo de sufrir accidentes por descompresión.

Otro problema adicional al señalado anteriormente, es la falencia que presentan las mutualidades (ASCH, IST, Mutual) al no poseer cámaras hiperbáricas en sus establecimientos. Sin embargo, la situación que ocurre, es que los buzos que poseen “contrato de trabajo” por salmoneras, están asociados a estas mutualidades, y como la enfermedad descompresiva es un “**accidente del trabajo**”; los accidentados son derivados a estas instituciones que no presentan cámaras para un tratamiento efectivo de la víctima.

NOTA: También es importante señalar que la nueva edición del Reglamento de Buceo Para Buzos Profesionales que entró en vigencia el 14 de enero del 2005 señala que deben existir cámaras hiperbáricas multiplazas a pie de obra y a una distancia no superior a los 500 metros en faenas de buceo sobre 40 metros de profundidad (ver anexo 1); situación que deberá cumplirse.

Problemática asociada.

Una vez que el buzo ha sufrido el accidente por descompresión y no es tratado en una cámara o simplemente llegó demasiado tarde a una de ellas, (porque se encontraba muy lejos) las secuelas que se producen debido a la falta oportuna del tratamiento son daños irreversibles, estos van desde incapacidad física, daños cerebrales y en los casos más graves hasta la muerte. Sin embargo, algunas de las secuelas más comunes que puede sufrir un buzo afectado por la enfermedad descompresiva y que no es tratado a tiempo en una cámara hiperbárica, son: (Ramírez, 2004)

- Hemiplejia (parálisis de un solo lado, derecho o izquierdo).
- Paraplejia (parálisis inferior o superior, o sea de la mitad del cuerpo para arriba o para abajo).
- Cuadraplejia (parálisis completa del cuerpo).
- Vejiga Neurogénica (dificultad de continencia de esfínter).
- Pérdida de equilibrio por alteraciones al oído medio.
- Cefalitis permanentes (dolores de cabeza constante).
- Problemas de irrigación sanguínea de las extremidades de por vida (calambres).
- Muerte.

Además de estas secuelas o daños que sufren los buzos, a raíz de la ausencia de un tratamiento oportuno; se le debe sumar el posterior drama familiar y social del que serán partícipes, producto de la incapacidad física que les impedirá que éstos se sigan desempeñando en su actividad.

Por todo lo anterior se puede afirmar que es de vital importancia que el buzo accidentado sea tratado rápidamente en una cámara hiperbárica, con el personal especialista.

Formulación de la hipótesis.

Después de haber realizado el estudio e investigaciones correspondientes que involucra este proyecto, se puede afirmar con claridad la importancia de que existan cámaras hiperbáricas cercanas a las faenas de buceo, para realizar a tiempo tratamientos de recompresión. Este tratamiento que tiene como objetivo disminuir y eliminar las burbujas de nitrógeno, se puede llevar a cabo en un medio totalmente presurizado, distinto a lo normal que simule al buzo sumergido, y este medio es únicamente al interior de una cámara hiperbárica.

Por otro lado en Chile existen los medios y la tecnología suficiente para llegar a construir cámaras hiperbáricas de una calidad igual o superior que las extranjeras; pero se debe considerar que parte del equipamiento y algunos materiales se deberán importar debido a la no disponibilidad de éstos o simplemente porque no se producen en Chile.

Hipótesis.

1. El diseño y fabricación de una cámara hiperbárica multiplaza en Chile, es posible, y a un menor costo que las importadas.

Objetivo general.

1. Diseñar y proyectar una cámara hiperbárica multiplaza para tratamiento de “enfemedad descompresiva” en buzos profesionales y a un menor costo que las importadas.

Objetivos específicos.

1. Diseñar la cámara conforme a los códigos internacionales competentes para velar por el cuidado y seguridad del paciente.
2. Seleccionar la unidad compresora óptima para satisfacer los requerimientos de presión al interior de la cámara.
3. Seleccionar todos los componentes y accesorios necesarios (válvulas, manómetros, caudalímetros, oxímetro, etc.) que requiera la cámara para realizar un tratamiento eficaz al buzo accidentado.
4. Seleccionar para la cámara aparatos de control al interior y exterior, de fácil comprensión para garantizar una buena operación de ella.

DESARROLLO DEL TRABAJO.

CAPÍTULO I: EL BUCEO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD DESCOMPRESIVA.

1.1 Historia del buceo.

El buceo es el acto por medio del cual el hombre penetra en el mar, un lago, río o cualquier lugar con aguas, con el fin de obtener comida, desarrollar una actividad deportiva, comercial o de investigación científica o militar. (Gallardo, 1992)

A lo largo de la historia han sido muchos los esfuerzos por desarrollar sistemas que permitieran al hombre estancias duraderas bajo la superficie marina, pero no es hasta el siglo XX, en la década de los 30, cuando se puede decir realmente que la búsqueda de un sistema que permitiera al hombre desenvolverse en el medio marino ha tenido éxito. (Cea, 1986)

En el año 1943, el Teniente de Navío francés Jacques-Yves Cousteau y el ingeniero Emile Gagnan, inventan la escafandra autónoma, cuyo elemento fundamental lo constituye un regulador que suministra al buceador, a la presión ambiente, el aire comprimido proveniente de una botella a alta presión. Después aparece el buceo con mezclas de gases diferentes a la composición del aire, como el nitrox, el heliox, el trimix, etc., con el fin de poder realizar inmersiones más largas y/o profundas, con menos riesgos de ser víctimas de la enfermedad descompresiva y mayor comodidad. (Cea, 1986)



FIGURA N° 1-1 Buceador escafandra autónoma.

1.2 El buceo en Chile.

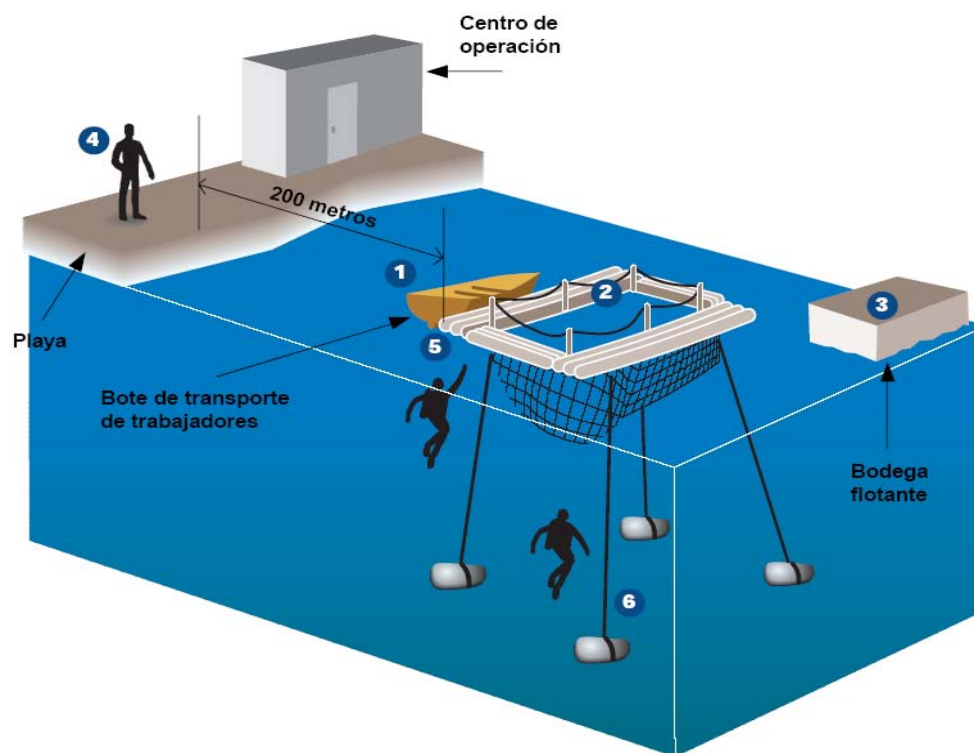
Cuando se piensa en bucear como actividad recreativa, todas las expectativas se orientan hacia Brasil o hacia algún lugar del Caribe, pero no debemos olvidar que una alternativa muy buena es la costa Chilena con su interminable sucesión de playas, desde el Sur comenzando por Puerto Montt hasta el Norte llegando a Arica. (Gallardo, 1992)

Sin embargo la necesidad de bucear como actividad laboral se ha hecho imprescindible debido al fuerte crecimiento que ha experimentado la industria salmonera existente en nuestro país, principalmente en el sur de Chile (Puerto Montt, Chiloé, etc.) destacándose claramente en estas actividades dos tipos de buzos profesionales: (“Reglamento de Buceo para Buzos Profesionales”)

1. **Buzo mariscador:** persona que está dedicada a la extracción y comercialización de especies marinas y cuyos conocimientos le permiten desempeñarse en ella con seguridad.
2. **Buzo comercial:** persona que posee un nivel de preparación que le permite la utilización de cualquier equipo necesario para efectuar trabajos submarinos que estén directa o indirectamente relacionados con su actividad.

En la actualidad en Chile el buceo profesional abarca un gran número de sectores de la producción: extracción de hidrocarburos, ingeniería civil, mantenimiento de puertos, infraestructuras hidráulicas, centrales de energías hidroeléctricas, térmicas y nucleares, construcción naval, acuicultura, salvamentos y reflotamientos, investigación científica (geológica, biológica, arqueológica). Sin embargo, las actividades relacionadas con la explotación de recursos marinos y faenas de buceo ocupan un importante número de trabajadores, entre los que se encuentran los buzos mencionados anteriormente, siendo una amplia mayoría los buzos mariscadores. Actualmente

sólo en la décima, undécima y duodécima regiones existen más de 6000 buzos con matrícula vigente. Es así como en los centros asistenciales que atienden a esta población, se ve un importante número de patologías o enfermedades derivadas del buceo. (Vicuña, 2003)



El ciclo de trabajo de un buceo en balsas jaulas se compone de:

1. Puesta de los equipos de buceo y chequeo de la faena
2. Revisión de los peces en la jaula y fondo marino, estado de la malla y daño de depredadores
3. Almacenaje y revisión de los equipos de buceo
4. Entrega de los desechos de trabajo
5. Revisión del sistema de balsa jaula
6. Revisión de los pesos y amarras que afirman la balsa – jaula

FIGURA N° 1-2 Esquema del trabajo de los buzos en las balsas jaulas. Fuente: Guía para un buceo seguro, 2003.

1.3 Los problemas del buceo en Chile.

Quien se desempeña como buzo en Chile, debe tener conciencia de que su trabajo presenta ciertos peligros. Pueden ocurrirle accidentes graves, enfermedades, discapacidad física o mental y hasta la muerte si emplea malos procedimientos de trabajo como no respetar los tiempos de descompresión, no

considerar las profundidades de trabajo, la calidad y la conservación de los equipos, trabajar en condiciones climáticas demasiado adversas y sin una capacitación adecuada para ejercer como buzo comercial, mariscador o deportivo, dependiendo del caso. (Vicuña, 2003)

Estos resultados adversos o “accidentes” pueden ser evitados si el trabajador y su supervisor de buceo, están informados de todos los riesgos y de las medidas que deben tomarse para la ejecución de esta actividad laboral. Sin embargo el accidente más común en los buzos, que desempeñan su actividad en Chile es el **accidente por descompresión o enfermedad descompresiva**, que desencadena en el organismo de la víctima, una serie de patologías asociadas a este hecho. (Vicuña, 2003)

1.4 Fisiología de la enfermedad descompresiva.

La mayoría de los buceadores respiran aire bajo el agua, lo que trae como consecuencia que se produzca un aumento de la concentración de nitrógeno (gas inerte) disuelto en la sangre y en los tejidos del buceador. Si un buceador permanece suficiente tiempo a una determinada profundidad, el buceador tendrá en la sangre y tejidos una concentración elevada de nitrógeno disuelto. Estas moléculas de nitrógeno son "mantenidas" en solución en la sangre por la presión ambiente que actúa sobre el cuerpo del buceador a esta profundidad. (Llamas, 1999)

Si el buceador ascendiera bruscamente a la superficie, la presión que "mantenía" el nitrógeno en solución será drásticamente reducida. En esta situación, las moléculas de nitrógeno o bien formarán burbujas, o más probablemente provocarán que las pequeñas "microburbujas" pre-existentes e inofensivas de la sangre crezcan lo suficiente como para causar problemas. En el caso de que el buceador ascendiera lentamente, éste dará lugar a que dichas burbujas se liberen gradualmente de los tejidos y la sangre. Dichas burbujas causan daño directamente al bloquear el flujo de la sangre en los capilares (ver

figura 1-3), como si lo causan al formar coágulos a través del sistema circulatorio (ver figura 1-4), por tal motivo se demuestra que las “burbujas de nitrógeno” son lo que finalmente provoca la enfermedad descompresiva. (Desola, 1999)

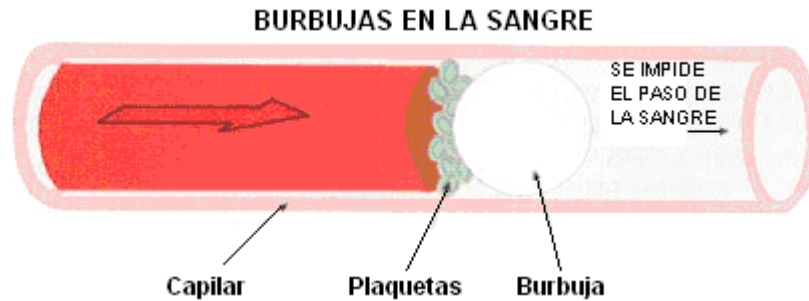


FIGURA N° 1-3 Burbuja de nitrógeno obstruyendo el paso de la sangre. Fuente: Manual práctico de submarinismo, 1999.

Estas burbujas de nitrógeno que viajan por los vasos sanguíneos se adaptan a las paredes adoptando forma cilíndrica. Si una burbuja se detiene, impide el riego en esa zona y aparecen fenómenos isquémicos en los tejidos tributarios de ese vaso. Además la sangre se coagula en presencia del aire, así que se coagula por delante y por detrás de la burbuja intravascular. Si no se actúa rápidamente para eliminar la burbuja, el accidente se agrava al formarse un tapón de coágulo y no de aire.

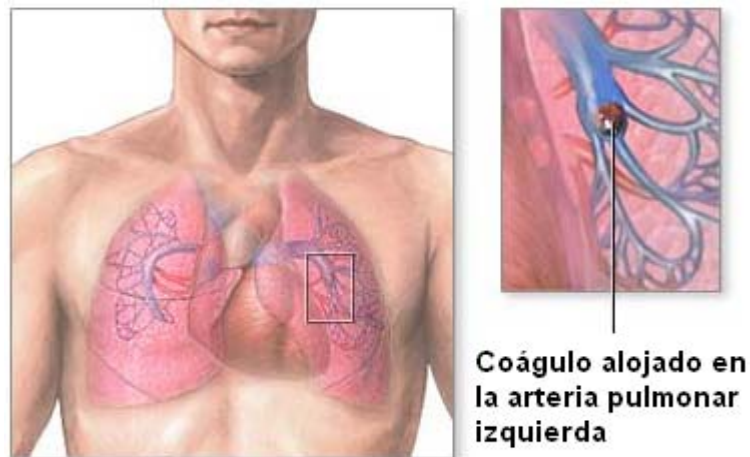


FIGURA N° 1-4 Coágulo formado en el sistema circulatorio. Fuente: UHMS.

La solución para evitar la enfermedad descompresiva, es por lo tanto, evitar la formación y/o crecimiento de las burbujas haciendo paradas de descompresión. Generalmente la descompresión se realiza por "escalones" a intervalos de 3 metros. Esto permite al buceador volver a la superficie por etapas, permitiendo al nitrógeno excesivo disuelto en el cuerpo escapar de él. (Llamas, 1999)

1.5 Clasificación de los accidentes por enfermedad descompresiva.

(Desola, 1999)

El cuadro clínico de la enfermedad descompresiva es polimorfo y evolutivo, distinguiéndose 3 formas clínicas distintas: las **tipo I** o accidentes leves (compromiso cutáneo y/o osteoarticular; enfermedad descompresiva benigna); **tipo II** o accidentes graves (compromiso neurológico, respiratorio, medulares y/o cardio-vascular; enfermedad de descompresión grave); **y las tipo III** o mixtas (corresponden a compromisos tipos I y II). No obstante, el tratamiento es el mismo para las distintas formas de presentación, y se basa en dos pilares fundamentales: el tratamiento de recompresión en una cámara hiperbárica, ayudado del tratamiento farmacológico.

NOTA: Es importante señalar que después de un tratamiento exitoso en la cámara hiperbárica, la víctima debe abstenerse de bucear durante 7 días si sus síntomas fueron de tipo I, y durante 1 mes si sus síntomas fueron tipo II.

1.6 Recompresión en cámara hiperbárica.

En los casos más graves de los accidentes por descompresión es fundamental el traslado de inmediato a una cámara hiperbárica. Por eso la importancia de que existan cámaras hiperbáricas cercanas a las faenas de buceo o en hospitales cercanos. Sin embargo, una cámara hiperbárica sirve poco por sí sola, si no está manejada por profesionales calificados. Al menos debe contar, como mínimo, con un médico especialista en Medicina Subacuática e Hiperbárica y con un camarista técnico, capacitado en el manejo

de estas instalaciones. En cualquier caso, siempre será el médico especialista quien prescriba el tratamiento, previa valoración del accidentado, y éste se llevará a cabo bajo su supervisión directa. (Llamas, 1999)

Los objetivos del tratamiento hiperbárico son disminuir la hipoxia (falta de oxígeno) celular mediante la reducción y eliminación de las burbujas embolizantes, acelerando la eliminación de las burbujas de nitrógeno. Para poder establecer el tipo de tratamiento a un accidentado, el personal sanitario necesita valorar, por un lado, su estado y por otro, las circunstancias en que se ha producido el accidente. Por tal motivo es muy importante que las personas que acompañan al paciente faciliten toda la información posible de forma fiable. Aspectos como la profundidad, tiempo de permanencia, velocidad de ascenso, paradas de descompresión no efectuadas, etc., son informaciones vitales para que los médicos puedan establecer el tratamiento adecuado. (Gallardo, 1992)

Básicamente, el mecanismo con que funciona un tratamiento en una cámara hiperbárica consiste en recomprimir al accidentado utilizando unas tablas con tres variables: **profundidad, tiempo y gases respirables**. Es como si volviera a sumergirse (lo que está totalmente desaconsejado), pero sin los riesgos de hacerlo bajo los síntomas de la enfermedad descompresiva. En la cámara, al aplicar un aumento de presión externa sobre el accidentado las micro-burbujas que se han formado en todos los tejidos del organismo y que han aumentado peligrosamente de tamaño, haciendo aparecer síntomas más o menos graves, vuelven a comprimirse, para reducir su tamaño (ley de Boyle-Mariotte), así las burbujas se desprenden del punto de taponamiento, permitiendo la circulación normal de la sangre y siguen el circuito sanguíneo hasta quedar retenidas en capilares mucho mas pequeños, de manera que el territorio afectado será mínimo en comparación con los tejidos afectados por el accidente antes del tratamiento. (Gallardo, 1992)

A la vez que se recomprime al paciente, se le suministra oxígeno por periodos cortos, mediante una mascarilla perfectamente ajustada a su cara,

para que no aumente la concentración de oxígeno en el interior de la cámara. En ningún caso debe superar una concentración del 25% de oxígeno en el interior de la cámara, por el riesgo de incendio o explosión. (Llamas, 1999)

Con el suministro de oxígeno por medio de la mascarilla se consigue eliminar más rápido el nitrógeno al aumentar la presión parcial del oxígeno y disminuir la del nitrógeno, oxigenando todos los tejidos del paciente; así se disminuye el tiempo de tratamiento al no volver a saturar el organismo de nitrógeno, como ocurriría respirando aire comprimido. (Gallar, 1995)

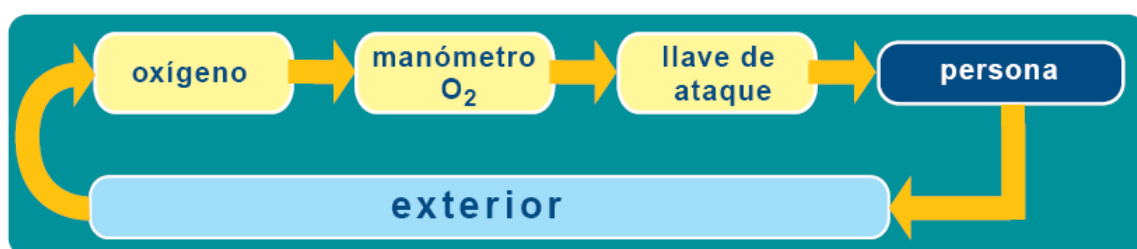


FIGURA N° 1-5 Flujo respiración de oxígeno. Fuente: Guía para un buceo seguro, 2003.

Además el personal sanitario puede hidratarle por vía intravenosa y facilitarle bebida o alimentos sólidos, si lo consideran conveniente, a través de la esclusa (medical lock) que suelen tener las cámaras hiperbáricas para tal efecto. En casos graves el paciente puede estar monitoreado, comprobando el personal que le atiende, sus signos vitales en todo momento. (Gallar, 1995)

La eficacia del tratamiento depende de las circunstancias en las que se ha provocado el accidente, de la correcta aplicación de los primeros auxilios, de la rapidez y coordinación en el traslado al centro hiperbárico, del tiempo que se tarde en dar comienzo al tratamiento mismo y de las lesiones que haya podido causar la falta de oxigenación de los tejidos afectados. (Gallar, 1995)

Las cámaras hiperbáricas son el equipo fundamental en el tratamiento de los accidentes de descompresión y tienen por finalidad reproducir las condiciones barométricas a las que se hallaba sometido el buceador, se las emplea cuando un buceador no respeta las tablas de descompresión y/o la

velocidad de ascenso, o porque se prevé efectuar la descompresión de esa manera (buceos técnicos, en plataformas petroleras, etc.). Su operatoria consiste en introducir al buceador en la cámara y someterlo a una presión equivalente a la que soportó en su descenso, para luego "ascenderlo" cumpliendo los tiempos y paradas previstas en las tablas de descompresión. (Gallardo, 1992)

1.7 La cámara hiperbárica.

En 1874 el fisiólogo doctor Paul Bert, con sus estudios sobre este campo con un cartucho neumático (minicámara donde se puede introducir a una persona) sobre los efectos del oxígeno a alta presión fueron determinantes, llegando a confirmar la validez de la recompresión para el tratamiento de la enfermedad descompresiva, e introdujo las cámaras de recompresión de acero. En muchos países la existencia de cámaras hiperbáricas ha dependido durante mucho tiempo de los medios del ejército, pero poco a poco han ido apareciendo en las zonas de las costas instalaciones dedicadas casi en exclusiva al buceo profesional y recreativo. Actualmente se considera que la recompresión en una cámara hiperbárica es el único tratamiento eficaz para la enfermedad descompresiva, aplicando protocolos de presurización y despresurización en cada caso concreto. (Llamas, 1999)

Básicamente una cámara hiperbárica se trata de un recipiente estanco de estructura rígida, generalmente de acero o aluminio, con forma cilíndrica y con fondos semiesféricos, toriesféricos o elípticos, capaces de soportar en su interior diferentes mezclas de gases a presiones muy superiores a la atmosférica. Además, una cámara hiperbárica debe contar con los elementos y sistemas necesarios para regular y mantener la presión en su interior durante largos periodos de tiempo. (Desola, 1987)

Las primeras cámaras hiperbáricas se construyeron en Europa durante el siglo XIX, para tratar distintas dolencias y enfermedades, con aire comprimido u oxígeno a alta presión. En España la primera cámara que existió (1923)

procedía de la marca suiza Siebe-Godman y pertenecía a la Escuela de Buzos de la Armada. (Desola, 1987)

Una cámara hiperbárica como ya se vio consiste en un gran cilindro horizontal, que si bien pueden variar sus medidas entre unas y otras, reúne las características necesarias para permitir el ingreso directo de camillas y sillas de ruedas portando pacientes. Durante los tratamientos las puertas de la cámara permanecen herméticamente cerradas y la presión interior se eleva con aire comprimido proveniente de una planta compresora hasta el nivel de tratamiento. Una vez aumentada la presión en el interior de la cámara, los pacientes respiran oxígeno puro al 100% bajo presión de 2 a 3 bares por medio de mascarillas especiales. La cámara posee múltiples y amplias aberturas transparentes llamadas mirillas, que permiten observar desde el interior y viceversa. (Desola, 1987)

1.8 Tipos de cámaras hiperbáricas.

En la actualidad existen cuatro tipos de cámaras hiperbáricas: monoplaza, multiplaza de dos compartimentos, multiplaza modular y complejos hiperbáricos. Según su movilidad, las cámaras se diferencian en fijas, móviles, transportables y sumergibles, y en función de su empleo pueden ser terapéuticas (medicina hiperbárica y subacuática), de adiestramiento para buzos o de investigación y experimentación tanto fisiológica como de materiales y técnicas de buceo profundo. Las móviles son para uso individual, pueden ser rígidas o telescópicas y normalmente pueden alcanzar presiones de hasta 5 bar. Son ideales para utilizar como primeros auxilios y para el posterior traslado desde el lugar del accidente a una cámara fija de tratamiento. (Llamas, 1999).

Debido a que la intención de este proyecto es diseñar y proyectar una cámara de tipo fija, se procederá a estudiar las cámaras que se clasifican de acuerdo a la cantidad de pacientes; que son las *monoplaza* y *multiplaza*, profundizando el estudio en la última de ellas.

1.8.1 Cámara monoplaza.

Son cilindros metálicos, o de materiales resistentes a la presión, provistas de mirillas para poder ver en su interior, que tienen capacidad para una sola persona y son presurizadas con oxígeno puro, respirando el paciente libremente el ambiente interior de la cámara. Tienen la desventaja de que no se puede asistir al paciente en caso de una intolerancia al oxígeno o cualquier otro tipo de complicación, y la posible claustrofobia del paciente.

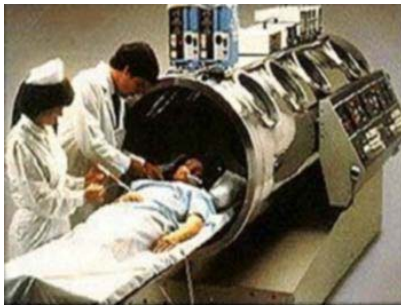


FIGURA N° 1-6 Cámaras monoplazas. Fuente: Clínica CRISED.

1.8.2 Cámara multiplaza.

Son cilindros metálicos que albergan a dos o más personas, pueden o no estar provistas de antecámara, poseen mirillas para el control visual de los ocupantes, son presurizadas con aire comprimido para una mayor seguridad y los pacientes respiran oxígeno a través de una máscara o un dispositivo cefálico. El oxígeno es evacuado al exterior de la cámara mediante válvulas especiales de exhaustación.

Estas cámaras tienen importantes ventajas comparadas con las cámaras monoplaza; en la multiplaza él o los pacientes son acompañados durante su tratamiento por un médico o un asistente entrenado para ese efecto, disminuyendo en forma notable la probabilidad de claustrofobia. Al ser presurizadas con aire disminuye el riesgo de incendio y además existe un mayor control ante la aparición de síntomas de intoxicación por oxígeno,

permite el control del paciente a través de monitores externos y el tratamiento simultaneo de varios pacientes. En caso de enfermos en estado crítico es posible asistirlos desde el interior de la misma. (Gallardo, 1987)

Además, todas las cámaras pueden tener sistemas de acoplamiento estandarizados. Sin embargo, lo preferible para el tratamiento de accidentes de buceo profesional y recreativo son las multiplaza de dos compartimentos (cámara-antecámara), por la facilidad para la entrada y salida de personal médico durante los tratamientos. (Llamas, 1987).



FIGURA N° 1-7 Cámara multiplaza. Fuente: IBERCO España.

Todas las cámaras comparten los mismos componentes básicos de acuerdo a las especificaciones: escotillas, mirillas o portillos, esclusas, válvulas reductoras, manómetros, mascarillas de oxígeno, caudalímetros o flujómetro, silenciadores, sistemas de iluminación, absorción de CO₂ y vapor de agua, refrigeración y calefacción, suministro eléctrico (cables antideflagrantes), sistemas de comunicación, contra incendios y sanitarios; termómetro, higrómetro, etc. (Gallardo, 1992)

También las instalaciones hiperbáricas deben presentar los siguientes sistemas específicos: sistema de suministro de gases (aire, oxígeno puro o en diferentes porcentajes, mezclas descompresivas), sistema de exhaustación,

sistema de ventilación (el aire del interior de la cámara debe ser renovado continuamente). Este tipo de cámaras están construidas con materiales incombustibles y disponen de sistemas de comunicación e iluminación especiales para evitar chispas y cualquier posibilidad de incendio. Las actuales cámaras hiperbáricas han perfeccionado los sistemas de purificación y acondicionamiento de la atmósfera interior y controlan mejor los incrementos de temperatura durante la presurización. De forma general, puede decirse que una cámara hiperbárica dedicada al tratamiento de la enfermedad descompresiva, debería cumplir los siguientes requisitos: (Llamas, 1999)

- Tener dos compartimientos (cámara-antecámara).
- Espacio suficiente para dos buceadores acostados.
- Suministro de gases adecuado.
- Aparatos de control en el exterior y en el interior.
- Mecanismos de control ambiental y soporte vital.
- Cámara de transferencia o esclusa (medical lock) para pasar medicamentos, alimentos, herramientas, desde el exterior al interior y viceversa.

Además su manejo requiere de permanentes medidas de prevención por la capacidad que tiene el oxígeno, en condiciones determinadas, de explotar, inflamarse o simplemente combustionar los elementos de alrededor. Por esta condición no pueden ingresarse a las dependencias de la cámara alcohol, fósforos, grasa, velas o artefactos eléctricos.

1.9 Flujo de operación de una cámara hiperbárica.

El flujo de operación de una instalación hiperbárica consiste en pocas palabras en; captar aire, comprimirlo en botellas, inyectarlo al interior de la cámara y evacuarlo constantemente. Dicho flujo puede ser representado en el

siguiente esquema, detallando e indicando la secuencia de operación del sistema.



FIGURA N° 1-8 Esquema flujo de operación cámara hiperbárica. Fuente: Guía para un buceo seguro, 2003.

1.10 Principales partes de una cámara. (Desola, 1987)

1.10.1 La cámara o zona principal.

Es la parte más grande. Puede tener distintas formas. Tiene una escotilla de acceso. En su interior suele haber asientos y una camilla para el paciente y los médicos que le atienden. Tiene varias mascarillas para suministro de oxígeno, iluminación y mandos interiores para manejarla desde dentro y válvulas de vaciado de seguridad. Suele haber alguna esclusa presurizada, para introducir alimentos o medicamentos desde el exterior sin despresurizar la cámara. Poseen sistemas de calefacción y anti-incendios. Tiene también cámaras de video de circuito cerrado y mirillas (pequeñas ventanas que soportan grandes presiones) para observar al paciente.



FIGURA N° 1-9 Interior cámara multiplaza. Fuente: IBERCO España.

1.10.2 Antecámara.

Casi todas tienen un compartimiento separado por una escotilla de la zona principal. Esta antecámara puede presurizarse nivelando la presión a la que se encuentra la zona principal, permitiendo el acceso o salida de personal médico sin detener el tratamiento del accidentado. De esta manera es factible llegar hasta el interior de la zona principal sin haber modificado la presión interna de la misma, o sin haber interrumpido el tratamiento.



FIGURA N° 1-10 Antecámara. Fuente: IBERCO España.

1.10.3 Panel de control.

Lugar exterior desde donde se opera la cámara. Tiene un panel donde recibe información y puede regular los siguientes aspectos:

- Presurización y despresurización de la cámara y sus partes mediante válvulas. Regula la mezcla de gases que se respira en el interior. Estos gases proceden de una batería de grandes botellas almacenadas. Varios compresores de gran carga, completan la instalación. El sistema de provisión de aire suele estar duplicado, dada su vital importancia, con lo que encontramos un sistema principal (equipo de compresores, depósito de aire y filtros) y uno de reserva (batería de botellas).
- Presión en cada compartimiento con manómetros de precisión.
- Medición del tiempo de recompresión y tratamiento a través de cronómetros.
- Ventilación de la cámara. Es muy importante cuando se trabaja con oxígeno, la concentración de este gas no debe superar el 25%, por el peligro de inflamación y explosión. Tienen alarmas que avisan cuando se supera este porcentaje. Se controla con caudalímetros y medidores de oxígeno. Se regula con válvulas de ventilación.
- Sistemas de comunicación y observación del interior.
- Temperatura del interior.
- Medidores de CO₂. Se regula con absorbentes de soda cáustica para eliminar el anhídrido carbónico.
- Regulación de la humedad interior con deshumidificadores.
- Decantadores, secadores frigoríficos y filtros que garantizan la calidad del aire.



FIGURA N° 1-11 Panel de control cámara multiplaza. Fuente: IBERCO España.

1.11 Equipamiento básico de una cámara hiperbárica.

En su modelo más sencillo, una cámara hiperbárica debe contar con el siguiente equipamiento para lograr un tratamiento eficiente y seguro al buzo accidentado: (según ASME PVHO -1)

1.11.1 Interiormente en cámara:

- Dos literas con sus respectivas colchonetas de material ignífugo.
- Dos mascarillas hiperbáricas para oxígeno, con sus correspondientes válvulas de regulación.
- Dos puntos de luz (mirillas).
- Un intercomunicador, conexasionado con el panel de control.
- Un silenciador / amortiguador de ruido en las tuberías de presurización.
- Un sistema de exhaustación al exterior del oxígeno de mascarillas, con válvula de regulación.
- Una válvula interna en cada servicio, de corte.

1.11.2 Interiormente en antecámara:

- Un asiento abatible con cojín de material ignífugo.

- Una mascarilla hiperbárica para oxígeno, con válvula de regulación.
- Un punto de luz (mirilla).
- Un intercomunicador, conexionado con el panel de control.
- Un silenciador / amortiguador de ruido en las tuberías de presurización.
- Una válvula de compensación para apertura rápida de la puerta de la cámara.

1.11.3 Panel de control:

Adosado a la cámara esta el panel de control o cuadro de mandos de diseño compacto, agrupando los servicios por compartimientos (cámara - antecámara), su distribución debe ser la siguiente:

- Parte superior, reservada para manómetros y demás instrumentos (termómetro, flujómetro, analizador de oxígeno, etc.)
- Parte intermedia, válvulas de suministro de aire y oxígeno, interruptores luces, etc.
- Parte inferior, valvulería en general, ataques y exhaustaciones aire, exhaustación respiración, ventilación cámara con control por flujómetro.

1.11.4 Equipos opcionales:

- Analizador de CO₂, para control de la atmósfera interior.
- Calefacción eléctrica
- Aire acondicionado por agua fría y/o caliente.
- Sistema de eliminación de CO₂ con cal sodada.
- Manómetro de presión interior, instalado en cámara.
- Circuito cerrado de TV para visión del interior cámara, en B/N o color.
- Sistema de filtración (Prefiltro + Partículas + Carbón activo) con manómetro diferencial.
- Cuadro de ataque de aire alta / baja presión, con reductoras.
- Batería de 12 v / 45 Ah

CAPÍTULO 2: DISEÑO Y CÁLCULO CÁMARA MULTIPLAZA.

2.1 Generalidades del Diseño.

Se debe tener presente en el diseño de la cámara; que consiste en un recipiente cilíndrico sometido a presión interna, formado por dos partes: el manto cilíndrico y los cabezales o tapas de los extremos (ver Fig. 2-1), ambas partes unidas mediante soldadura. Por lo tanto, el cálculo de éste recipiente a presión, será conforme al código ASME Boiler and Pressure Vessel, section VIII, Div 1.

También cabe señalar que las dimensiones otorgadas en la figura que sigue, fueron establecidas por el proyectista, considerando los siguientes factores de diseño: *funcionalidad, seguridad, costos y estética.*

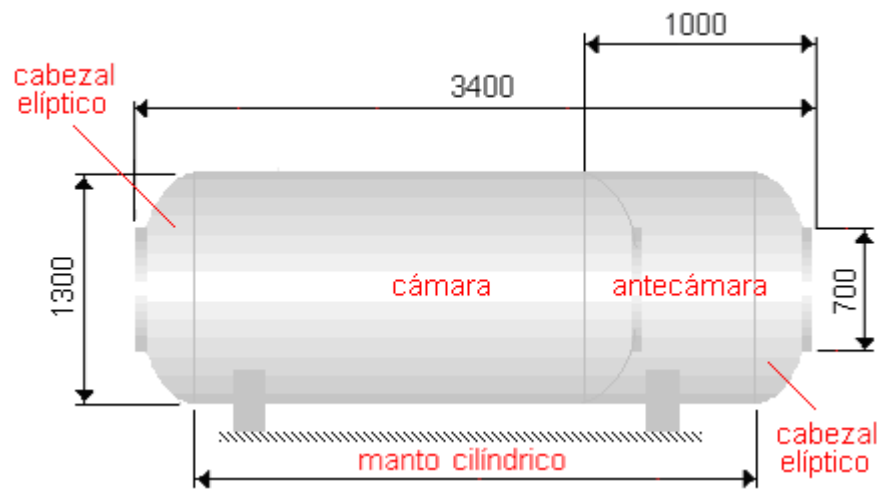


FIGURA N° 2-1 Dimensiones en mm Recipiente a Presión.

2.2 Espesor del manto cilíndrico.

Los cilindros a presión pueden ser de paredes delgadas o de paredes gruesas, considerándose de pared delgada, según la ASME, cuando el cociente entre el espesor t de la pared y el diámetro interior d_i del recipiente es igual o menor a 0,10.

$$\frac{t}{d_i} \geq 0,10 \quad (2.1)$$

Viendo la figura anterior, uno se puede dar cuenta que el diámetro exterior (d_e) de la cámara es de 1300 mm, y debido a que los espesores de la cámaras hiperbáricas no superan los 40 mm; se puede afirmar que el manto cilíndrico a diseñar, será considerado como un cilindro de pared delgada.

Este recipiente a presión será construido con una placa de acero al carbono **SA – 516 grado 70** (ver anexo 2), especialmente diseñada para bajas temperaturas y soportar altas presiones en recipientes y calderas. Este modelo de placa de gran dureza y resistencia es ideal para recipientes sometidos a presión interna. Además tiene un excelente rolado y facilidad de soldado.

El espesor del manto de un recipiente bajo presión interna, no debe ser menor que el calculado por las fórmulas que a continuación se entregan. Además si son importantes otros tipos de carga es necesario considerarlas. Para el cálculo del espesor del manto cilíndrico se usará la siguiente fórmula según ASME sección VIII:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (2.2)$$

Donde:

- t : Espesor mínimo del manto sin corrosión; mm.
- P : Presión de diseño; 10 bar = 0,10197 Kg/mm²
- R : Radio interior del manto, sin considerar espesor agregado por corrosión, mm.
- S : Esfuerzo admisible del material; 12,3 Kg/mm², ver anexo 3
- E : Eficiencia de la junta apropiada en el manto cilíndrico; 1, según código ASME sección VIII, ver anexo 4

2.2.1 Eficiencia de las juntas soldadas.

Con respecto a la eficiencia de las juntas soldadas (E), es común que en las zonas soldadas aparezcan discontinuidades de orden metalúrgico y esfuerzos residuales, lo que implica que baja la resistencia a la tracción.

Por lo mismo se considera un factor de junta soldada (E), expresado como una cantidad numérica, usado en el diseño como un multiplicador de los esfuerzos admisibles. Este factor, va ligado íntimamente con el tipo de examen a que serán sometidas estas uniones, tipo de unión empleada y pruebas adicionales exigidas.

Según código de diseño, este factor es de 0,85 cuando se hace un examen radiográfico por puntos de las costuras, y es de 1 cuando la radiografía es total. Sin embargo, para este tipo de aplicación según código ASME sección VIII el examen de radiografiado debe ser 100% en las soldaduras circunferenciales y longitudinales.

2.3 Cálculo del espesor del manto cilíndrico.

Después de haber visto la figura 2-1 se pudo apreciar que del manto cilíndrico a diseñar, sólo se conoce el valor del diámetro exterior (d_e), que es igual a 1300 mm, y como consecuencia de esto, la única forma de obtener el valor del diámetro interior (d_i) será calculando el espesor (t) del cilindro. Por lo mismo para obtener el espesor del manto cilíndrico se realizará la siguiente relación con los radios exterior e interior del mismo (R_o y R respectivamente), debido a que el valor del radio interior R, no se conoce.

Se sabe que:

$$R = R_o - t$$

Donde:

R_o : Radio exterior del manto sin corrosión; 650 mm.

Reemplazando en la fórmula 2.2 se tiene:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P}$$

$$= \frac{P \cdot (R_o - t)}{S \cdot E - 0,6 \cdot P}$$

Despejando y ordenando términos se tiene:

$$t = \frac{P \cdot R_o}{S \cdot E - 0,6 \cdot P + P} \quad (2.3)$$

Donde:

t : Espesor mínimo del manto sin corrosión; mm

P : 0,10197 Kg/mm²

R_o : 650 mm

S : 12,3 Kg/mm², SA – 516 grado 70

E : 1, según código ASME

Finalmente reemplazando en ecuación 2.3 se tiene:

$$t = \frac{0,10197 \cdot 650}{12,3 \cdot 1 - 0,6 \cdot 0,10197 + 0,10197}$$

$$t = 5,37 \text{ mm}$$

Por efectos de corrosión, erosión y abrasión mecánica se considerará 2 mm más de espesor. Por lo tanto el espesor mínimo de la placa para construir el manto cilíndrico, aproximando el espesor calculado a 6 mm deberá ser:

$$t \geq 8 \text{ mm}$$

2.4 Espesor del cabezal.

Los cabezales que se usarán en el diseño de la cámara según código ASME sección VIII, serán tapas elípticas. Debido a que este tipo de cabezal es usado en recipientes cilíndricos que operan en el rango de presiones de 100 psi, y para la mayoría de los recipientes diseñados para presiones sobre 200 psi. En general son usados ya sea para recipientes verticales u horizontales. Es importante señalar que mediante este tipo de extremos en un recipiente, se logra una gran reducción de esfuerzos en la unión de los cabezales con el manto cilíndrico.

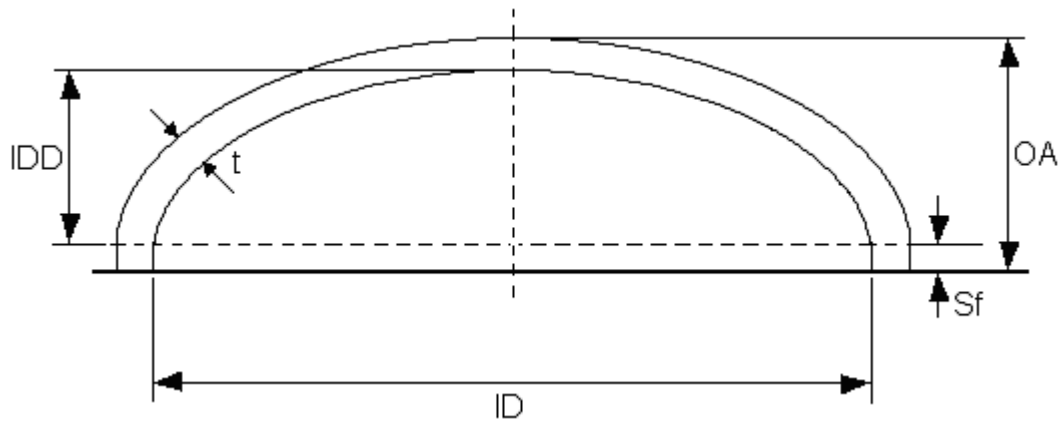


FIGURA N° 2-2 Cabezal elíptico.

Donde:

- ID : Diámetro interior del recipiente
- t : Espesor del cabezal
- Sf : Ancho de la pestaña
- OA : Altura total del cabezal
- IDD : Altura interna del cabezal (parte curva)

Con respecto a este tipo de extremos en los recipientes, se realizaron ensayos por la ASME, que demostraron que los cabezales elípticos que poseen una relación de semeje mayor a semeje menor igual a 2 ($ID/2IDD=2$), son mas

fuertes y resistentes que el manto cilíndrico al que están unidos, además son del mismo espesor que éste.

2.4.1 Cálculo del espesor del cabezal.

Para el cálculo del espesor de los cabezales elípticos, según ASME sección VIII, se utiliza la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P \cdot D \cdot K}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P} \quad (2.4)$$

Donde:

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{ID}{2IDD} \right)^2 \right] ; \frac{ID}{2IDD} = 2$$

K : Factor de relación; 1

t : Espesor mínimo del cabezal sin corrosión; mm.

P : 0,10197 Kg/mm²

D : ID = 1284 mm

S : 12,3 Kg/mm², SA – 516 grado 70

E : 1, según código ASME

Reemplazando en ecuación 2.4 se obtiene:

$$t = \frac{0,10197 \cdot 1284 \cdot 1}{2 \cdot 12,3 \cdot 1 - 0,2 \cdot 0,10197}$$

$$t = 5,33 \text{ mm}$$

Por efectos de corrosión, erosión y abrasión mecánica se considerará 2 mm más de espesor. Por lo tanto, el espesor mínimo de la placa para construir el cabezal elíptico, aproximando el espesor calculado a 6 mm deberá ser:

$$t \geq 8 \text{ mm}$$

Para el espesor de la cámara hiperbárica, se debe tener presente que consiste en un elemento médico destinado a tratar vidas humanas, por lo mismo debe ser un elemento seguro. Según código ASME PVHO-1, se exige aplicar ciertos coeficientes de seguridad (C_s) al espesor de la cámara. Para este caso se usará un $C_s = 2,5$ quedando finalmente el espesor de la cámara:

$$\begin{aligned} t &= 8 \text{ mm} \times C_s \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

Por lo tanto, para la construcción de la cámara hiperbárica; esto incluye el manto cilíndrico y los cabezales elípticos se utilizará una placa de acero al carbono SA – 516 grado 70, con un espesor de 20 mm.

2.5 Cálculo volumen cámara hiperbárica.

Conocer el volumen de la cámara es de vital importancia al momento de dimensionar los bancos de aire y seleccionar los compresores. Por lo mismo un cálculo de volumen exacto y una elección acertada de compresores, irá en beneficio directo en la eficiencia de un tratamiento. Para dicho cálculo, se debe tener presente que la cámara está formada por dos partes: el cilindro y los cabezales elípticos (ver figura 2-3), por lo mismo el cálculo del volumen también se dividirá en dos partes.

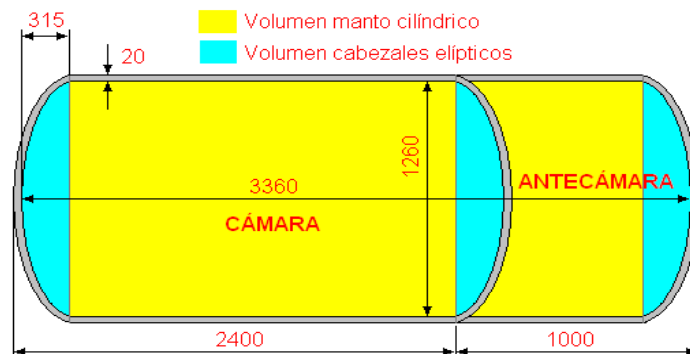


FIGURA N° 2-3 Dimensiones interiores en mm cámara.

2.5.1 Volumen parte cilíndrica.

El volumen de la parte cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \quad (2.5)$$

Donde:

D : Diámetro interior parte cilíndrica, 1,260 m

L : Largo parte cilíndrica, 2,730 m

Reemplazando en ecuación 2.5 se obtiene:

$$\begin{aligned} V_{\text{cilindro}} &= \pi \cdot \left(\frac{1,260^2}{4} \right) \cdot 2,730 \\ &= 3,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2.5.2 Volumen parte elíptica.

Para el cálculo exacto del volumen de los extremos elípticos, se debe considerar la figura que sigue, que muestra una sección del cabezal elíptico, con semieje mayor **a** y semieje menor **b**.

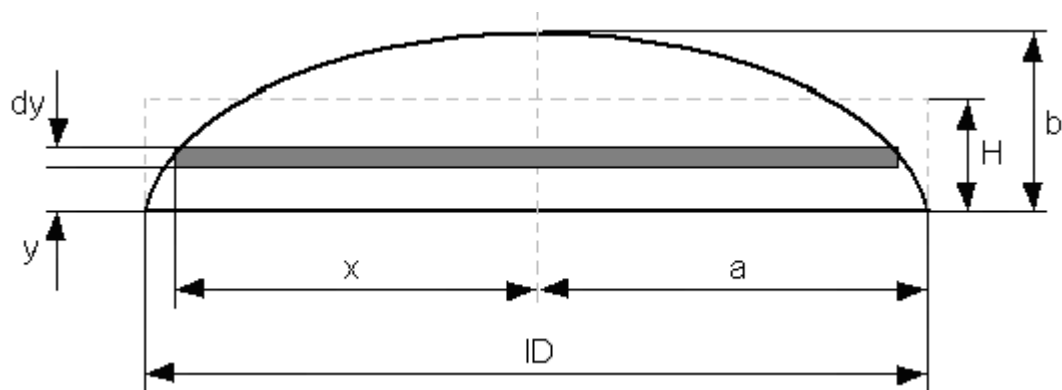


FIGURA N° 2-4 Sección transversal de un cabezal elíptico.

Se sabe que la ecuación de la elipse es:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2.6)$$

Y para el factor de relación de semiejes $K = 1$, se tiene que $a = 2b$, y reemplazando en ecuación 2.6 se tiene:

$$\frac{x^2}{4b^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Despejando x^2 se tiene:

$$x^2 = 4b^2 - 4y^2 = 4(b^2 - y^2)$$

Si se toma un elemento de volumen de la figura 2-4 se tiene:

$$dV = A dy = x^2 \pi dy$$

Integrando y reemplazando x^2 se obtiene:

$$\begin{aligned} V &= \int_0^b \pi \cdot x^2 dy = 4\pi \int_0^b (b^2 - y^2) dy \\ V &= \frac{8\pi}{3} b^3 = \frac{\pi}{3} a^3 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Y se sabe que el volumen del cabezal elíptico, según la figura 2-4 es equivalente a la siguiente relación:

$$V = H a^2 \pi \quad (2.8)$$

Igualando las ecuaciones 2.7 y 2.8 y despejando H se obtiene:

$$\frac{\pi}{3}a^3 = Ha^2\pi$$

$$H = \frac{a}{3} = \frac{D}{6}$$

Por lo tanto, el volumen de los dos cabezales elípticos, usando la ecuación 2.7 y reemplazando H esta dado por:

$$\begin{aligned} V_{\text{cabezales}} &= 2 \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \pi \cdot \frac{D}{6} \\ &= \frac{\pi}{12} D^3 \\ &= 0,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Finalmente el volumen total de la cámara esta dado por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} V_{\text{total cámara}} &= V_{\text{cilindro}} + V_{\text{cabezales}} \\ &= 3,92 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2.6 Características de la cámara.

Se debe tener presente para el diseño y construcción de la cámara, que si bien se trata de un recipiente a presión totalmente hermético, destinado a tratar en su interior personas afectadas por la enfermedad descompresiva; éste debe ser adecuado para ello, y por lo mismo poseer características esenciales que deben ser diseñadas conforme al código ASME PVHO-1 (Pressure Vessel for Human Occupancy) para garantizar un tratamiento seguro y eficiente de la víctima. También es importante señalar que mientras menor sean el número de perforaciones que posea la cámara, es en beneficio directo para la eficiencia del sistema, debido a que de esta forma se disminuyen las posibilidades de que

existieran un mayor número de fugas de aire en la cámara. Por lo mismo la cantidad de perforaciones mínimas con que debe contar una cámara hiperbárica son las siguientes: (ver figura 2-5)

- Mirillas
- Escotillas de ingreso (antecámara-cámara)
- Esclusa paso de medicamentos o alimentos (medical lock)
- Perforaciones para penetración de tuberías y válvulas (aire-oxígeno)

Otras características que debiera poseer la cámara, y que no involucran perforaciones de ésta; sino, solamente soldadura al cuerpo principal, son las siguientes:

- Perfiles para base de apoyo (soportes).
- Caja protectora panel de control.
- Asas para levante.
- Ruedas para traslado (opcional).
- Soportes roscables y ganchos al interior.
- Soportes externos para apoyo de tuberías de aire, etc.

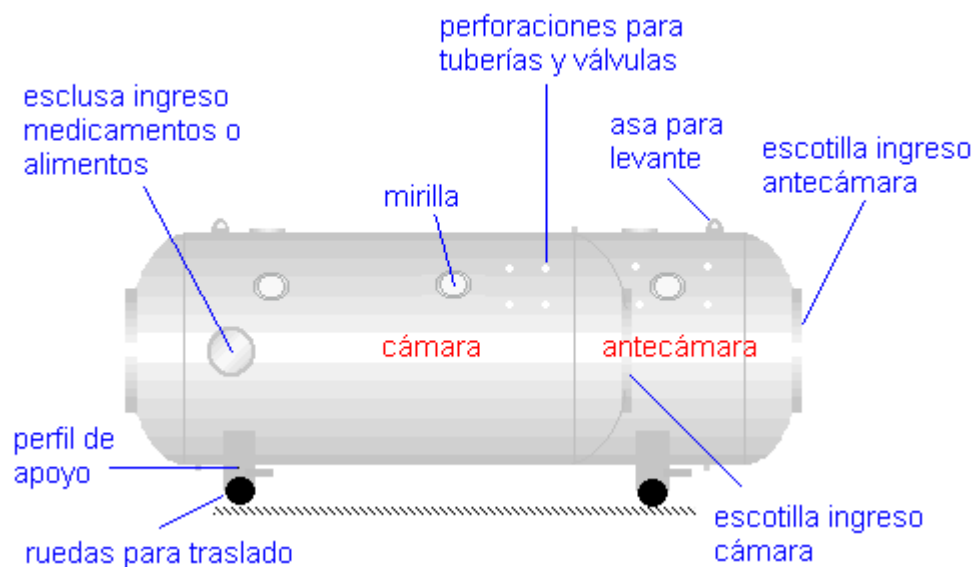


FIGURA N° 2-5 Cámara y sus principales características.

2.6.1 Mirillas.

Las mirillas o portillos en una cámara hiperbárica tienen la función de poder observar desde afuera al enfermo, o a los ocupantes de ésta (médico, enfermero, camarista, etc.), manteniendo un control visual exterior de las circunstancias; con el fin de estar alerta cuando se pudiera presentar alguna complicación con el accidentado durante el tratamiento.



FIGURA N° 2-6 Vista interior y exterior mirilla cámara hiperbárica.

Las mirillas deben ser de vidrio borosilicato o de metacrilato; ambos materiales resistentes a altas presiones, y deben ser de forma troncocónicas; para evitar la salida de una de éstas al exterior (ver figura 2-7). El espesor de la mirilla va a depender de la presión de trabajo de la cámara, pero en general son del orden de 1 a 4 mm.

La cámara será provista de 3 mirillas de metacrilato, cuyas características y aplicaciones del material se encuentran en el anexo 5. De estas mirillas, 2 de ellas serán ubicadas en la zona principal (cámara) y 1 ubicada en la antecámara, y tendrán un espesor de 3 mm y un diámetro de 200 mm cada una.

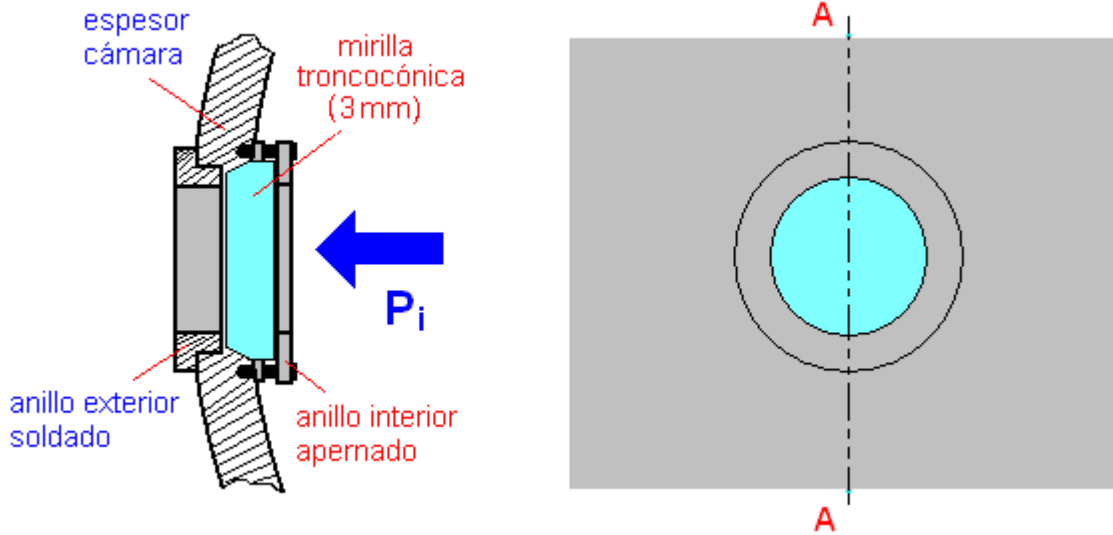


FIGURA N° 2-7 Corte A-A, sistema de montaje mirilla.

2.6.2 Escotillas de ingreso. (antecámara-cámara)

Las escotillas de ingreso o puertas de ingreso deben ser del mismo espesor de la cámara hiperbárica y deben cerrar herméticamente por medio de un anillo “O”, que será montado en la parte fija de la cámara y una palanca de cierre unida a la parte móvil. Otra característica importante de las escotillas, es que éstas deben abrirse en sentido contrario de la presión interior (P_i); es decir hacia el interior de la cámara, impidiendo de este modo que las puertas pudieran abrirse durante el tratamiento (ver figura 2-8).

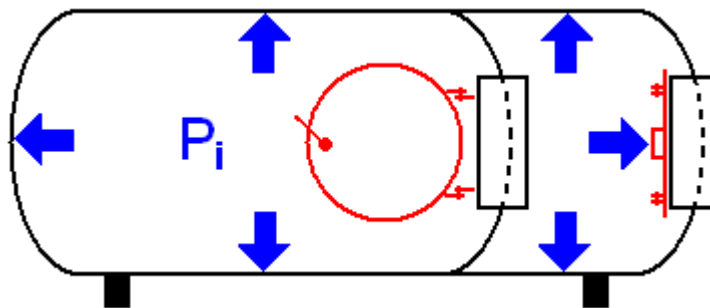


FIGURA N° 2-8 Apertura de las escotillas.

La cámara constará con 2 escotillas idénticas, una de ingreso principal a la antecámara y otra para el ingreso a la cámara, ambas de diámetro igual a

700 mm, con el fin de facilitar un fácil ingreso del accidentado y del personal médico.



FIGURA N° 2-9 Vista interior de una escotilla.

2.6.3 Esclusa paso medicamentos. (Medical lock)

Esta esclusa consiste en un cilindro del mismo espesor de la cámara; que perfora al manto cilíndrico horizontalmente en la zona de tratamiento por un solo lado, preferentemente en el lado contrario de donde está adosado el panel de control, con el propósito de suministrar al interior de la cámara alimentos o medicamentos que el accidentado pudiera necesitar, sin interrumpir el tratamiento. Por lo mismo esta esclusa posee 2 puertas que cierran herméticamente por intermedio de anillos “O” ambos extremos del cilindro (ver figura 2-10).



FIGURA N° 2-10 Vista interior y exterior esclusa paso medicamentos.

El diámetro exterior de la esclusa que perfora la cámara será de 200 mm x 400 mm de largo. Otra característica importante de esta esclusa, es que llevará montado dos válvulas de bola (interior y exterior) y un manómetro en la parte exterior de la esclusa (ver figura 2-11); con el fin de poder igualar presiones al interior de la cámara y al interior de la esclusa, para ingresar los medicamentos.



FIGURA N° 2-11 Manómetro exterior montado en esclusa.

2.6.4 Perforaciones para tuberías y válvulas.

La cámara deberá contar con varias perforaciones para la penetración al interior de tuberías (aire y oxígeno) y para la ventilación y exhaustuación de la misma. El sistema de suministro de aire, en cámara y antecámara será duplicado por mayor seguridad, y las perforaciones serán de los diámetros de dichas tuberías. También habrá perforaciones para los manómetros (profundímetros), válvulas de seguridad y válvulas de purga. En definitiva todas estas perforaciones, se refieren a las que debe llevar como mínimo una cámara hiperbárica, para mantener el control en un tratamiento, velando por la seguridad del paciente.

2.6.5 Base de apoyo.

Para la base de apoyo de la cámara hiperbárica se deben usar perfiles capaces de soportar el peso del recipiente a presión, esta base debe ir unida al cuerpo principal mediante soldadura y sobre una placa no menor a 5 mm que irá soldada a la cámara. Debido a que se trata de una cámara hiperbárica de tamaño medio, se utilizarán para esta aplicación perfiles rectangulares de acero negro ASTM A – 500 (100 x 50 x 5) seleccionados del catálogo CINTAC (ver anexo 6). La forma de la base de apoyo que presentará la cámara en cuestión se puede apreciar en la figura 2-12. (Ver plano cámara hiperbárica multiplaza)

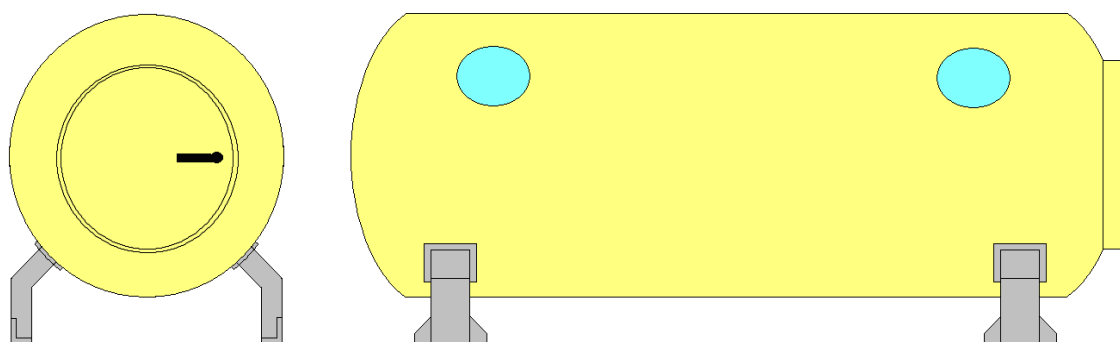


FIGURA N° 2-12 Base de apoyo cámara hiperbárica.

2.7 Cálculo de las uniones soldadas.

Con respecto al cálculo y elección de la soldadura adecuada para la cámara hiperbárica, se debe tener presente que se trata de un recipiente a presión, por lo tanto, la soldadura debe ser de acuerdo al código ASME Sección IX o equivalente.

Para el cálculo de las uniones de soldadura hay que proceder con arreglo a las leyes sobre la resistencia de los materiales y la relación sobre la que se basan todos los simples cálculos de resistencia para una unión soldada es, como en las probetas no soldadas, como sigue:

$$P = \sigma \cdot F_s, \quad \sigma = \frac{P}{F_s} \quad (2.9)$$

Donde:

P : Carga; Kg

σ : Límite de fluencia; 4190 Kg/cm²

$F_s = a \times l$: Sección de la soldadura; cm²

a : Espesor de la plancha a soldar; 2 cm

l : Longitud de la soldadura de un cabezal elíptico; 204,2 cm

Reemplazando en ecuación 2.9 se obtiene:

$$\begin{aligned} P &= 4190 \times 2 \times 204,2 \\ &= 1711 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Esto significa que la soldadura utilizada para unir el manto cilíndrico con los cabezales elípticos es capaz de soportar una carga de 1711 toneladas.

2.7.1 Tipo de empalme.

La cámara hiperbárica será construida con una plancha gruesa de 20 mm de espesor, que necesita de una preparación y tratamiento especiales. Sin embargo, el aspecto de los bordes de la plancha es determinado por: el espesor de la plancha, la disposición de la costura y su accesibilidad, así como también por el afán de aplicar la menor cantidad posible de material de relleno.

El tipo de empalme que llevará la soldadura a tope será en V por tratarse de una plancha gruesa de costuras fuertemente solicitadas (recipientes a presión y calderas) menor a 30 mm y tendrá la siguiente disposición:

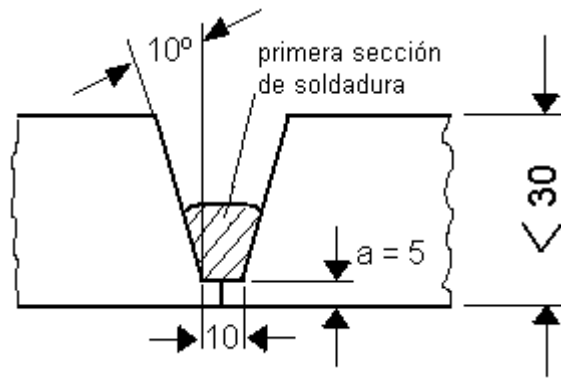


FIGURA N° 2-13 Empalme soldadura.

El proceso de soldadura de las partes de la cámara se realizará con soldadura al arco eléctrico (manual o arco sumergido), y para el material de aporte se usarán electrodos INDURA clasificación AWS-ASTM E7011-A1, especial para recipientes a presión y calderas.

2.7.2 Propiedades mecánicas

Pruebas de tracción con probetas de metal de aporte según normas AWS A5.5-69 dan los siguientes resultados:

Resistencia a la tracción: 73.000 Lbs/pulg² (5.132 Kg/cm²)
 Limite de fluencia : 59.600 Lbs/pulg² (4.190 Kg/cm²)
 Alargamiento en 2" : 29%

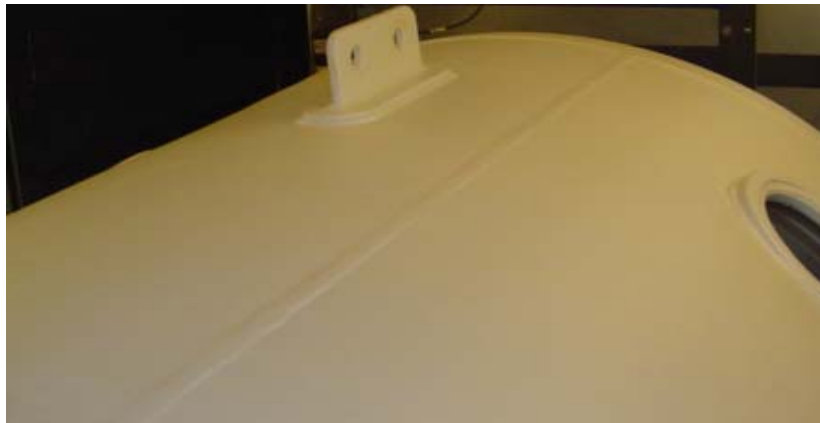


FIGURA N° 2-14 Aspecto cordón de soldadura longitudinal cámara.

2.8 Análisis MEF cámara hiperbárica.

Para la modelación de la cámara hiperbárica mediante elementos finitos se ha elegido el software PRO/ENGINEER versión Wildfire desarrollado por PTC (Parametric Technology Corporation). El método de elementos finitos (MEF) surge como solución cuando se desea resolver problemas complejos con un nivel de precisión aceptable. Consiste también en discretizar una región compleja que define un continuo mediante formas geométricas simples.

En la modelación realizada en la cámara hiperbárica mediante elementos finitos se pueden distinguir las siguientes etapas:

- Definición de la geometría del modelo.
- Especificar las propiedades del material.
- Definir las restricciones como puntos fijos.
- Especificar las cargas aplicadas sobre el modelo.
- Discretizar la geometría del modelo para producir la malla de elementos finitos.
- Solución del sistema de ecuaciones lineales.
- Desplegar resultados y revisión crítica.

En la figura 2-15 se presenta el modelo propuesto, el cual quedó conformado por 8716 elementos. Por lo tanto, con esta cantidad de elementos y con esta metodología de cálculo se asegura un alto grado de exactitud en los resultados.

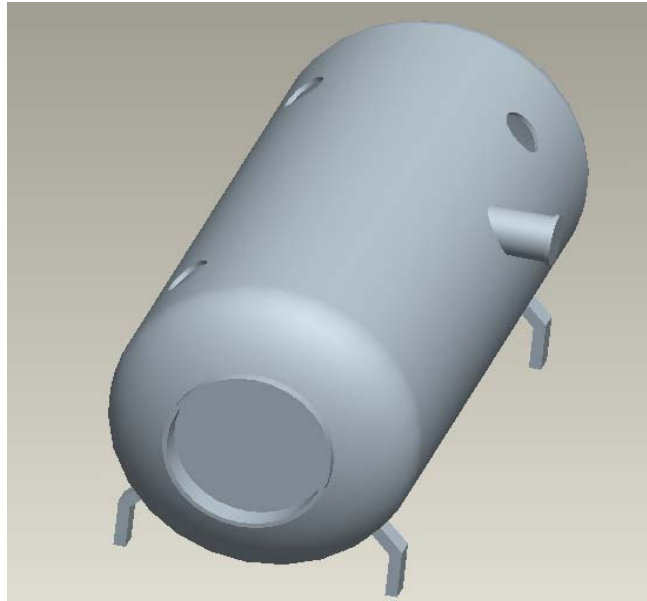


FIGURA N° 2-15 Modelo de elementos finitos.

El análisis fue realizado asumiendo ciertas condiciones como la linealidad de las propiedades del material, que es homogéneo, isotrópico, condiciones de carga idealizadas (estables) y que los puntos restringidos están perfectamente fijos. En dicho análisis se utilizó la presión de diseño ($P_d = 10$ bar) y como restricción se consideró los perfiles de apoyo como fijos.

Las imágenes de los resultados arrojados del análisis mediante elementos finitos se encuentran en el anexo 7.

2.8.1 Interpretación de los resultados gráficos.

La escala de colores que se ubica en la parte superior derecha de las imágenes, se utiliza para relacionar la coloración de las imágenes con distintos niveles de tensión. Así, colores más azules reflejan bajos niveles de tensión con respecto a las coloraciones más rojizas que representan los niveles de tensión más altos. Por lo tanto, la graduación intermedia de colores es correspondiente con el aumento o disminución del nivel de tensión.

2.9 PRESURIZACIÓN CÁMARA HIPERBÁRICA. (Código ASME PVHO-1)

2.9.1 Generalidades.

La presurización de una cámara se consigue introduciendo aire a presión en su interior, es lo que se denomina "ataque". Este puede ser de alta, de media o de baja presión. Cuando el ataque es de media o de baja se realiza con un compresor de media o de baja presión que envía aire directamente al interior de la cámara. En el caso del ataque de alta se realiza mediante un compresor de alta que envía aire a 300 bar a una batería de botellones desde la cual se ataca la cámara.

2.9.2 Sistema de compresión.

El sistema de compresión de aire para abastecer una cámara hiperbárica, consiste en un conjunto formado por uno o más compresores, baterías de botellas de gases, banco de aire, tuberías, decantadores, filtros, reguladores y demás elementos que proporcionan una excelente calidad del aire. Toda instalación de aire esta formada por un equipo de producción (los compresores), una red de distribución (formada por las tuberías), el sistema de control (manómetros y válvulas) y la red de almacenamiento (botellas).

Todas las cámaras como medida de seguridad deben tener, al menos, dos sistemas de suministro de aire, uno principal y otro de reserva (stand-by) formado generalmente por la batería de botellones o por un depósito de aire de baja presión.

2.9.3. Selección de los compresores.

Para este tipo de aplicación se deben utilizar compresores de alta presión de aire respirable, capaces de trasvasijar o inyectar aire a presión al interior de la cámara, cilindros, botellas o equipos diseñados para su recepción. Según código ASME PVHO-1, el sistema de suministro de aire de una cámara

hiperbárica debe estar duplicado, y se recomienda que sea por medio de 2 compresores; el principal de gran capacidad y el segundo (stand-by) de menor capacidad. El criterio de selección será que el compresor principal deberá cumplir con los requisitos de presurización que exige la tabla 4 de tratamiento (ver anexo 8).

2.9.3.1 Sistema de aire principal.

Para el suministro de aire principal, se seleccionará un compresor de aire respirable de alta presión modelo V 180-15-5 verticus 5, construido por la empresa BAUER y cuyas especificaciones se encuentran en el anexo 9. Este consiste en un compresor estacionario de 3 etapas, de accionamiento eléctrico, ideal para este tipo de aplicación y para centros y escuelas de buceo. Algunas de las características del compresor son las siguientes:

- Absorción del sonido de 72 dB(A) a 1metro de distancia.
- Dispositivo de llenado con sistema de seguridad.
- Drenaje limpio y silencioso de condensados.
- La calidad del aire sobrepasa los requisitos de DIN EN 12021.

Datos técnicos:

FAD	: 630 L/min
Pt max	: 330 bar
Rpm	: 1320
Potencia motor	: 15 Kw
Peso aprox.	: 480 Kg
Altura	: 152 cm
Anchura	: 148
Profundidad	: 83 cm



FIGURA N° 2-16 Datos técnicos compresor BAUER verticus 5.

2.9.3.2 Sistema de aire secundario (stand-by).

Para el suministro de aire stand-by, se seleccionará un compresor de aire respirable de alta presión modelo mariner 320, también construido por la empresa BAUER (ver anexo 10), que consiste en un compresor portátil con una gran potencia y con un alto consumo de aire. El accionamiento es mediante un motor de combustión interna.

Este nuevo modelo de 4 etapas de compresión está construido con materiales resistente a la corrosión, permitiendo un alto rendimiento y durabilidad en condiciones adversas. El sistema de purificación del aire se consigue gracias al gran volumen de entrada de aire por filtro y 2 decantadores de aceite/agua con cartucho molecular de carbono activo integrado, logrando así, una calidad de aire acorde con la norma DIN EN 12021.

Datos técnicos:

FAD	: 320 l/min
Pt max	: 330 bar
Rpm	: 1530
Peso aprox.	: 140 kg
Motor	: YANMAR Diesel L 60 AE
Capacidad Cúbica	: 273 m ³
Velocidad	: 3600 rpm



FIGURA N° 2-17 Datos técnicos compresor BAUER mariner 320.

2.9.4 Banco de aire.

Para este tipo de aplicación, al referirse a un banco de aire, en el fondo se refiere a un acumulador, cilindro o cualquier tipo de depósito especialmente

diseñado para almacenar aire a alta presión inyectado desde los compresores. Según código ASME PVHO-1; se recomienda utilizar baterías de botellas, generalmente de 50 litros c/u. Estas botellas estarán conectadas a los bancos por medio de flexibles de alta presión y cada banco será controlado por una válvula de corte o cierre, lo que permitirá que funcionen en forma independiente uno y otro.

El banco de aire destinado a recepcionar aire comprimido consistirá en 3 baterías de botellas (6 botellas cada batería) de almacenaje de 300 bar y de 50 litros cada una, fabricado por la empresa LW (ver anexo 11).

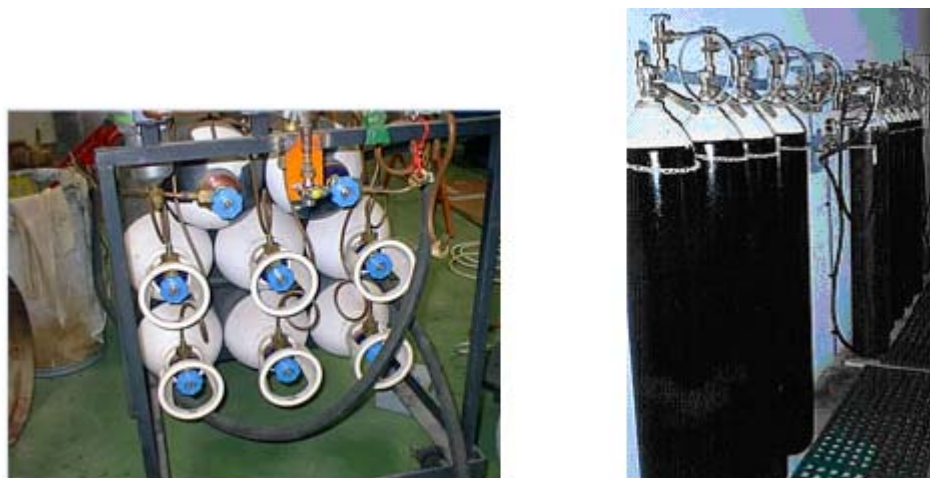


FIGURA N° 2-18 Bancos de aire horizontal y vertical.

2.9.5 Banco de oxígeno.

El oxígeno medicinal al igual que el aire, también será almacenado en baterías de botellas a alta presión especiales para este tipo de gas. Este sistema se utiliza en clínicas y hospitales con bajo consumo de gases. Por lo general constan de dos bancos de cilindros, uno en operación y el otro de respaldo en caso de mantención o falla, lo que garantiza suministro permanente hacia el interior de la cámara, además de calidad y seguridad.



FIGURA N° 2-19 Banco de oxígeno medicinal.

Es importante mencionar que el oxígeno medicinal será provisto por alguna empresa nacional destinada a la producción de dicho gas (AGA, INDURA, etc.), los cuales arrendarán las botellas de oxígeno y se encargarán de que nunca falte dicho gas.

2.9.6 Capacidad sistema principal de aire.

Los conjuntos de suministro de aire para respiración o tratamientos en cámaras hiperbáricas (compresores o bancos de aire); deben tener como capacidad mínima, el volumen y presión suficientes para efectuar un tratamiento prolongado. Por lo mismo al tratarse del diseño de un sistema de aire, este debe considerarse bajo las condiciones extremas de funcionamiento; es decir para tratar una enfermedad de descompresión grave o una descompresión con posibilidad de recaída. Es por esto que se toma como base la tabla 4 de tratamiento (ver anexo 8), considerando dos personas en reposo y un asistente en movimiento.

2.9.6.1 Requerimientos de ventilación.

Los requerimientos de ventilación en una cámara hiperbárica cuando se respira aire en su interior según código ASME PVHO-1, son los siguientes:

- 2 pie³/min (3,2 m³/h): por cada paciente en reposo.
- 4 pie³/min (6,4 m³/h): por cada persona en movimiento.

2.9.6.2 Regla general.

Como regla general para dimensionar el banco de aire principal, la cantidad de aire debe ser suficiente para presurizar la cámara dos veces a 50 m de profundidad (6 bar) y ventilarla a lo largo del tratamiento.

La capacidad del sistema de aire principal de la cámara esta dado por la siguiente ecuación:

$$C_p = 12 V_{TC} + 1116 \quad (2.10)$$

Donde:

C_p : Capacidad del sistema de aire principal; m³

V_{TC} : Volumen total de la cámara; 3,92 m³

12 : Atmósfera equivalente a 50 m dos veces de presurización

1116 : Aire total en volumen requerido durante el tratamiento según tabla 4; para cámara de 3,92 m³

Reemplazando en ecuación 2.10 nos queda:

$$\begin{aligned} C_p &= 12 \times 3,92 + 1116 \\ &= 1163,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

La cantidad de aire requerido para presurizar la cámara a 50 m está dado por la siguiente ecuación: (T° constante)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (2.11)$$

Donde:

P_1 : Presión cámara a 50 m

V_1 : Volumen total cámara; 3,92 m³

P_2 : Presión atmosférica a nivel de mar; 1 bar

V_2 : Volumen necesario para presurizar la cámara a 50 m

Primero se debe pasar los 50 m de profundidad a presión absoluta con la siguiente conversión:

$$P_{ab} = \frac{\text{prof}}{10} + 1 \quad (2.12)$$

Donde:

P_{ab} : Presión absoluta; bar

Prof : Profundidad de tratamiento; 50 m

Reemplazando en ecuación 2.12 se obtiene:

$$\begin{aligned} P_{ba} &= \frac{50}{10} + 1 \\ &= 6 \text{ bar} \end{aligned}$$

Con el dato de la presión obtenido, se despeja y reemplaza en la ecuación 2.11 para obtener el volumen de aire necesario:

$$V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{6 \cdot 3,92}{1} \\
 &= 23,52 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Este volumen de aire necesario para presurizar la cámara a 50 m, se suma a la capacidad del sistema de aire principal (Cp) y se obtiene la capacidad máxima del sistema de aire principal (Cpm):

$$\begin{aligned}
 \text{Cpm} &= 1163,04 \text{ m}^3 + 23,52 \text{ m}^3 \\
 &= 1186,56 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Esto quiere decir que para realizar un tratamiento en condiciones extremas de funcionamiento (según tabla 4 de tratamiento), se necesitarán compresores y bancos de aire, que sean capaces de aportar como mínimo 1186,56 m³ de volumen de aire durante un tratamiento de 40 horas con 36 minutos.

2.9.7 Presurización cámara de tratamiento.

El tiempo que tardará la cámara en llegar a la presión (profundidad) deseada para iniciar el tratamiento es de vital importancia, este tiempo además permite fijar la presión y capacidad del banco de aire. Como regla general se puede establecer la siguiente pauta para el llenado inicial de la cámara:

- En casos de extrema urgencia, la cámara deberá llenarse en el menor tiempo posible.
- En casos de urgencia, el llenado se hará a razón de 20 pie/min (6 m/min)

NOTA: Los análisis que se desarrollarán a continuación se harán en base a la tabla 4 de tratamiento, 50 m (6 bar) como presión de inicio y solo se consideró la cámara de tratamiento.

La cantidad de aire requerido para presurizar la cámara de tratamiento a 50 m (T° constante), se obtiene con la ecuación 2.11:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Donde:

P_1 : Presión cámara tratamiento a 50 m; 6 bar

V_1 : Volumen cámara tratamiento; 3,09 m³

P_2 : Presión atmosférica a nivel de mar; 1 bar

V_2 : Volumen necesario para presurizar la cámara de tratamiento a 50 m

Despejando y reemplazando en ecuación 2.11 se obtiene:

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} \\ &= \frac{6 \cdot 3,09}{1} \\ &= 18,54 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Considerando según tabla 4 de tratamiento que se desciende a 20 pie/min (6 m/min) el tiempo que se demorará en llegar a la profundidad deseada será:

$$T = \frac{\text{prof}}{6} \quad (2.13)$$

Donde:

T : tiempo en llegar a la profundidad de tratamiento; min.

Prof : Profundidad de tratamiento; 50 m.

6 : Velocidad de descenso; 6 m/min.

Reemplazando en ecuación 2.13 se obtiene:

$$T = \frac{50}{6}$$

$$T = 8,33 \text{ min}$$

8 minutos con 20 segundos

2.9.8 Volumen banco de aire.

Cada banco de aire para el suministro de dicho gas hacia la cámara hiperbárica consistirá en 3 baterías de 6 botellas de almacenaje de 300 bar y de 50 litros cada una.

La cantidad de volumen de aire almacenado en las baterías de botellas, se obtiene de la ecuación 2.11:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Donde:

P_1 : Presión de trabajo botellas; $300 + 1 = 301 \text{ bar}$

V_1 : Volumen 6 botellas; $300 \text{ L} = 0,3 \text{ m}^3$

P_2 : Presión atmosférica a nivel de mar; 1 bar

V_2 : Volumen de aire almacenado a 300 bar

Despejando y reemplazando en ecuación 2.11 se obtiene:

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} \\ &= \frac{301 \cdot 0,3}{1} \\ &= 90,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Y considerando que serán 3 baterías de 6 botellas, se tiene que la capacidad del banco de aire principal (Cba) esta dado por:

$$\begin{aligned} Cba &= 90,3 \text{ m}^3 \times 3 \\ &= 270,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2.9.9 Tiempo de llenado del banco de aire.

El tiempo que se demorará el compresor en llenar las baterías de botellas es importantísimo y debe ser el menor tiempo posible considerando un tratamiento de enfermedad descompresiva grave, sin embargo este tiempo depende del volumen del banco de aire (Cba) y de la capacidad del compresor. Es importante mencionar que lo que se pretende en un tratamiento es que por ningún motivo ocurriera que las botellas de aire estén vacías, por lo mismo el compresor debe garantizar que los bancos estén siempre con suficiente aire comprimido para finalizar un tratamiento. También se busca atacar la cámara durante todo el tratamiento desde las botellas de aire para evitar el funcionamiento continuo del compresor y el ruido que genera éste. Dicho cálculo se realizará considerando los dos compresores en funcionamiento.

El tiempo que se demorarán ambos compresores en llenar las baterías de botellas esta dado por la siguiente ecuación:

$$T = \frac{Cba}{Q_T} \quad (2.14)$$

Donde:

T : Tiempo de llenado; h

Cba : Capacidad banco de aire; 270,9 m³

Q_T : Suma caudales ambos compresores; 950 L/min = 57 m³/h

Reemplazando en ecuación 2.14 se obtiene:

$$T = \frac{270,9}{57}$$

$$T = 4,75 \text{ h}$$

4 horas con 45 minutos

2.9.10 Cálculo funcionamiento compresores.

Para este cálculo se debe considerar que para un tratamiento de enfermedad descompresiva grave, según tabla 4 de tratamiento se debe aportar un volumen de aire igual a $1186,56 \text{ m}^3$ durante un periodo de tiempo de 40 horas 36 minutos. Y se sabe también que el banco de aire tiene una capacidad de almacenaje de $270,9 \text{ m}^3$ de aire a presión, tardándose los compresores 4:45 horas en llenar dicho banco de aire.

Con todos los datos mencionados se puede calcular el número de veces que se debe llenar el banco de aire para satisfacer el volumen de aire requerido por el tratamiento:

$$N = \frac{C_{pm}}{C_{ba}} \quad (2.15)$$

Donde:

N : nº de veces que se debe llenar el banco de aire.

C_{pm} : Capacidad máxima del sistema de aire principal; $1186,56 \text{ m}^3$

C_{ba} : Capacidad banco de aire; $270,9 \text{ m}^3$

Reemplazando en ecuación 2.15 se obtiene:

$$N = \frac{1186,56}{270,9}$$

$$N = 4,38 \text{ veces}$$

Y este resultado si lo multiplicamos por las horas de funcionamiento de los compresores para llenar el banco de aire, se obtendrá el tiempo total de funcionamiento de los compresores durante todo el tratamiento:

$$T_F = N \cdot T \quad (2.16)$$

Donde:

T_F : Tiempo total de funcionamiento de los compresores; h

N : nº de veces que se debe llenar el banco de aire; 4,38

T : Tiempo de llenado banco de aire; 4,75 h

Finalmente reemplazando en ecuación 2.16 se obtiene:

$$T_F = 4,38 \cdot 4,75$$

$$= 20,80 \text{ h}$$

20 horas con 48 minutos

Lo que significa que durante todo el tratamiento de 40:36 h, los compresores solo funcionan 20:48 h, correspondiente al 50% de todo el tratamiento y el 50% restante se realiza con el banco de aire comprimido.

2.10 DISTRIBUCIÓN DE LOS GASES. (Código ASME PVHO-1)

2.10.1 Generalidades.

La cámara hiperbárica debe estar equipada con la instalación adecuada para el suministro de gases respirables a sus ocupantes hasta una presión mínima de trabajo de seis atmósferas absolutas. Por lo mismo el sistema de tuberías para suministro de gases respirables que poseerá la cámara, consistirá en redes independientes para aire y oxígeno en cámara y antecámara, debiendo ser fácilmente identificables las tuberías y el sentido de flujo de cada gas. Es importante mencionar que para la red de oxígeno las válvulas deben ser de aguja, debido a que con éstas se puede llevar un muy buen control del flujo, tanto en la apertura como en el cierre, y para la red de aire las válvulas deben ser de bola de $\frac{1}{4}$ de giro, debiendo tener presente que cada una de ellas debe ser abierta con precaución, para evitar tanto los efectos físicos

denominados; compresión adiabática, como cámara de expansión. Con respecto a las botellas que almacenan aire y oxígeno; a alta presión, esta presión debe ser disminuida por reguladores de presión que irán montados al inicio de las tuberías, con el fin de reducir la presión a la requerida para el tratamiento.



FIGURA N° 2-20 Sistema de tuberías de aire y oxígeno.



FIGURA N° 2-21 Suministro de gases cámara hiperbárica.

2.10.2 Dimensionado de las tuberías.

El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el banco de aire y la cámara no sobrepase 0,1 bar. Si la caída de presión excede de este valor, la eficiencia del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. Por lo anterior el diámetro de las tuberías no debería elegirse conforme a otras cañerías existentes, ni de acuerdo con cualquier regla empírica, sino en conformidad con:

- El caudal
- La longitud de las tuberías
- La pérdida de presión (admisible)
- La presión de servicio y
- La cantidad de estrangulamientos en las tuberías.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías se tomarán solamente en cuenta las cañerías para el ataque de aire hacia el interior de la cámara y antecámara, debido a que las tuberías de ventilación deberán ser de un diámetro superior a las de ataque, para asegurar una ventilación rápida y silenciosa de la cámara. También cabe destacar que el sistema de ventilación de la cámara será controlado por medio de un flujómetro, con el fin de mantener un flujo constante en la ventilación.

2.10.3 Cálculo de la tubería.

El dimensionado de las tuberías consiste en un cálculo basado en la lectura de un nomograma, por lo mismo se debe considerar que la extensión de la red de distribución de gases no supera los 5 m de cañerías y el trazado de dicha red será sencillo y sin una pérdida de carga considerable. Para un mayor entendimiento se muestra en la figura 2-22 la disposición que tendrán las tuberías con respecto a la cámara. (Ver plano cámara hiperbárica multiplaza)

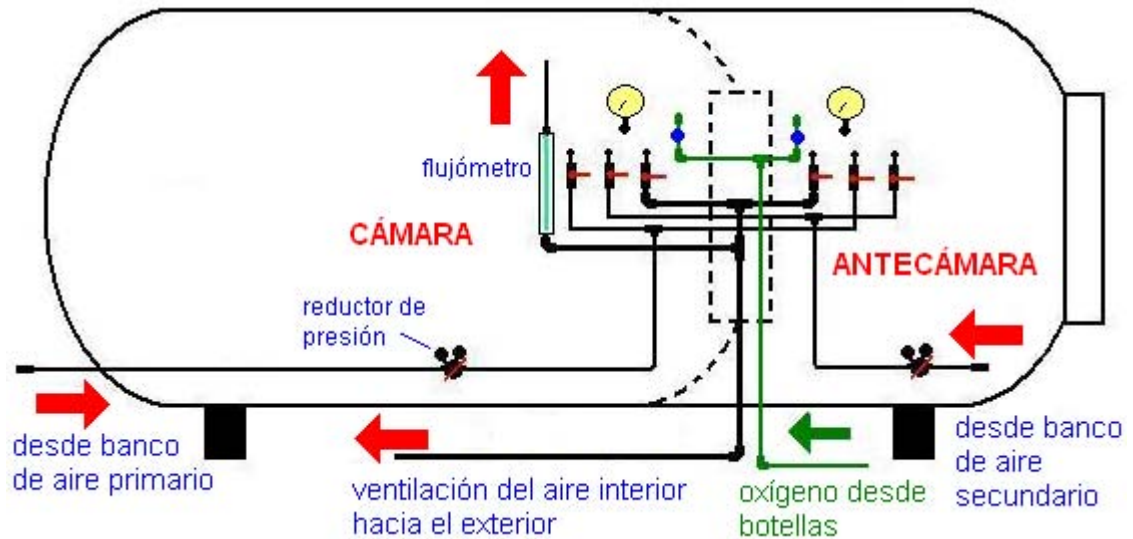


FIGURA N° 2-22 Esquema distribución de gases.

Viendo la figura anterior se puede apreciar que consiste en tres redes principales: dos de suministro de aire (primario y secundario), cada una con un compresor independiente, y una red para el oxígeno que viene directamente de las botellas de oxígeno. También hay una cuarta línea de ventilación o evacuación del aire, que por lo general se conecta con la tubería de exhaustación de oxígeno y se recomienda que dicha tubería sea de un diámetro mayor que las tuberías de suministro.

2.10.4 Datos para calcular los diámetros.

Para llegar a desarrollar un cálculo de diámetro de tubería mediante nomograma, se requieren los siguientes datos y se considerará el compresor de mayor caudal:

- Longitud de tubería : 5 m
- Caudal : 630 L/min = 37,8 m³/h
- Presión de trabajo : 6 bar
- Pérdida de presión : 0,1 bar

También para el dimensionado se deben conocer los fitting que posee el circuito; viendo la figura 2-22 se puede apreciar que la red comprende 1 pieza en T, 7 codos normales y 4 válvulas de cierre.

En seguida en el nomograma del anexo 12, se une la línea A (longitud tubería) con la B (cantidad de aire suministrado) y prolongar el trazo hasta C (eje 1). Después se une la línea E (presión de trabajo), con la línea G (perdida de presión), ambas cortan a F (eje 2). Finalmente se unen los puntos de intersección de los ejes 1 y 2. Esta línea corta la línea D (diámetro nominal de la tubería) en un punto que proporciona el diámetro deseado.

En este caso, según las líneas de segmento se obtiene para el diámetro nominal un valor de 17 mm.

Las resistencias de los elementos estranguladores (válvula de cierre, válvula acodada, pieza en T, válvula compuerta, codo normal) se indican en longitudes supletorias. Se entiende por longitud supletoria, la longitud de una tubería recta que ofrece la misma resistencia al flujo, que el elemento estrangulador o el punto de estrangulación. La sección de paso de la "tubería de longitud supletoria" es la misma que la tubería.

Un segundo nomograma (ver anexo 13) permite averiguar rápidamente las longitudes supletorias. Por lo tanto, las Longitudes supletorias según nomograma son:

7 codos normales (17 mm)	= 7 x 0,2 = 1,4 m
4 válvulas de cierre (17 mm)	= 4 x 3,3 = 13,2 m
<u>1 pieza en T (17 mm)</u>	<u>= 1 x 1,4 = 1,4 m</u>
	= 16 m
Longitud de la tubería	= 5 m
<u>Longitud supletoria</u>	<u>= 16 m</u>
Longitud total de tubería	= 21 m

Con esta longitud total de tubería de 21 m, el consumo de aire, la pérdida de presión y la presión de servicio se puede determinar, como en la lectura anterior el diámetro definitivo de las tuberías.

En este caso el diámetro (líneas continuas) es de 21 mm, y se aproxima a 1 pulgada. Lo que significa que las dos redes de suministro de aire serán de tuberías de 1 pulgada de diámetro.

2.10.5 Suministro de oxígeno.

La cámara debe estar equipada con un sistema de suministro de oxígeno medicinal, que posibilite aplicarlo bajo presión dentro de la cámara hasta una presión relativa de 1,8 bares. Para el suministro de oxígeno se debe tener presente que éste provendrá de una batería de botellas de dicho gas, y será inyectado a las mascarillas ubicadas al interior de la cámara, mediante una red sencilla de tuberías (ver figura 2-22) recomendado de 1/4" según código ASME PVHO-1, y éste a su vez será conectado a un manifold de mascarillas de oxígeno situado al interior de la cámara. Es importante señalar que las tuberías de exhaustaciones de oxígeno, serán de un diámetro mayor logrando así una buena evacuación del gas, hacia el exterior de la cámara.

2.10.6 Material de las tuberías.

Una vez definidos los diámetros y geometría de las redes, se debe elegir el tipo de material para las tuberías. Según código ASME PVHO-1, para una cámara hiperbárica, se debe usar cualquier tipo de cañería que resista la presión de trabajo. Generalmente las mas usadas son las tuberías de cobre, porque no sufren un deterioro comparable con las de acero, plomo o PVC. Además resisten el calor, la presión y la corrosión.

Como en esta aplicación las tuberías que se instalen serán de modo permanente, se montan preferentemente con uniones soldadas. Así las tuberías unidas mediante soldadura son estancas y, además de precio económico. Por

todo lo anterior se usarán tuberías de cobre tipo “K” según Norma ASTM-B 88 para gases comprimidos. (Ver anexo 14)

2.10.7 Reguladores de presión.

Estos dispositivos son utilizados para reducir la presión desde los bancos de gases a la requerida por el profesional médico. Deberán ir montados inmediatamente después de las botellas de alta presión, uno en la red de aire y otro en la red de oxígeno. (Ver anexo 15)

2.10.8 Tipos de válvulas.

Para el control de los tratamientos en la cámara hiperbárica, se deben emplear el siguiente tipo de válvulas para el suministro de gases al interior de la misma (según código ASME PVHO-1): para el aire, se utilizarán válvulas de bola de 1/4 giro (ver anexo 16) y válvulas de aguja para el oxígeno (ver anexo 17). Con este tipo de válvulas se logrará un excelente flujo de gases en los tratamientos y se tendrán las siguientes ventajas:

- Bajo costo.
- Alta capacidad.
- Corte bidireccional.
- Circulación en línea recta.
- Pocas fugas.
- Se limpian por si solas.
- Poco mantenimiento.
- No requiere lubricación.
- Tamaño compacto.
- Cierre hermético con baja torsión (par).

Es importante señalar que la cámara hiperbárica deberá poseer en su interior en caso de cualquier emergencia válvulas de bola en las redes de aire (ver figura 2-23)



FIGURA N° 2-23 Válvulas de bola interior cámara.

2.10.9 Silenciadores de ruido.

Estos deben ir montados al interior de la cámara y al final del circuito de aire, después de las válvulas de bola interiores (ver figura 2-24). También deben ser preparados para una conexión directa a una rosca macho 1" Gas. Sin pérdida de carga apreciable estos silenciadores logran una atenuación considerable de ruido, bajando unos 36 dB, tanto en la presurización como en los conductos de despresurización. (Ver anexo 18)



FIGURA N° 2-24 Silenciadores al interior después de una válvula de bola.

2.10.10 Válvulas de seguridad.

La cámara será provista con válvulas de seguridad en cámara y antecámara, cuya apertura será automática, regulando la salida del excedente de presión a la que serán calibradas, y tendrán la función de permitir que escape cualquier exceso de presión generado dentro de los compartimientos, antes que dicha sobrepresión ponga en riesgo la instalación, y al personal (ver anexo 19). También deben existir en caso de emergencia válvulas de bola al interior de los compartimientos, para poder despresurizar la cámara. Es importante señalar que las válvulas de seguridad se deben instalar en lugares de fácil acceso para inspección y mantenimiento (ver figura 2-25)



FIGURA N° 2-25 Válvula de seguridad montada en la parte superior de la cámara.

2.10.11 Válvulas de purga.

La cámara deberá ser provista en la parte inferior y por el lado exterior del cilindro (ver figura 2-26) de válvulas de purga en cámara y antecámara, con el objeto de eliminar el condensado después de cada tratamiento que se produce al interior de la cámara en las despresurizaciones. Dichas válvulas serán válvulas de bola de $\frac{1}{4}$ de giro.



FIGURA N° 2-26 Válvula de purga.

2.10.12 Válvula de compensación.

La cámara deberá ser provista en la antecámara, por cualquier emergencia que pudiese ocurrir, con una válvula de compensación para apertura rápida de la puerta que comunica con la cámara de tratamiento, pudiendo asistir de esta forma rápidamente al accidentado. Esta será una válvula de bola de $\frac{1}{4}$ de giro y deberá ir montada en la parte superior de la antecámara (ver figura 2-27)

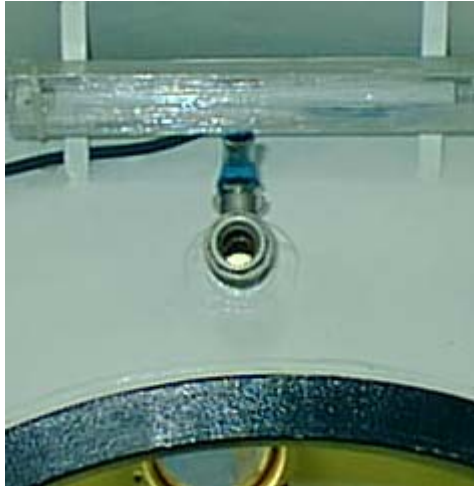


FIGURA N° 2-27 Válvula de compensación rápida.

2.10.13 Esquema instalación cámara hiperbárica.

Después de haber diseñado la cámara con todas sus características, una vez definido el sistema de compresión, presurización y ventilación de los gases se procederá a realizar un esquema (ver figura 2-28) para que se comprenda de una mejor forma como debe ser la instalación de los elementos más significativos de un centro hiperbárico (compresores, banco de aire, cámara y botellas de oxígeno. (Ver plano instalación típica cámara hiperbárica)

El hecho de que por razones operativas, de rendimiento, de eficiencia y por menores pérdidas de fricción, los bancos de aire y el compresor deban colocarse lo más próximo a la cámara hiperbárica, esto trae consigo un aumento en la contaminación ambiental por ruido, el cual bajo las circunstancias de trabajo debe ser atenuado. Es por tanto válido recalcar, que la proximidad y facilidad de comunicación física entre cámara y el compresor, deba ser expedita y próxima sin perjuicio del deterioro por ruido a niveles desagradables o molestos. Este concepto hace por tanto recomendable, en forma básica, que todos los esfuerzos constructivos tiendan a atenuar la transmisión del ruido entre estos ambientes. El muro divisorio que separa la cámara de los compresores y de los bancos de gases se recomienda en

albañilería, y la base de los compresores independiente del radier del resto de la construcción destinada a la cámara hiperbárica.

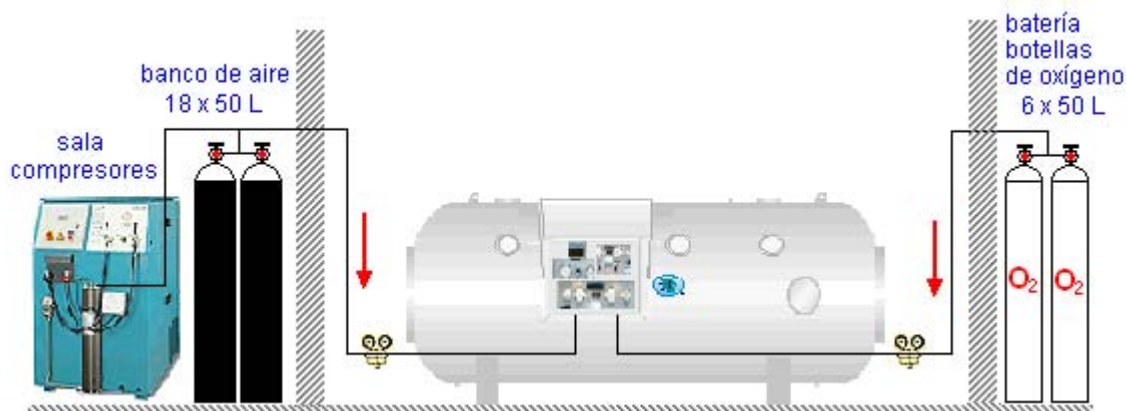


FIGURA N° 2-28 Esquema instalación cámara hiperbárica.

Es importante señalar que la cámara se presurizará con el aire comprimido almacenado en las botellas de alta presión, pero también debe existir un by-pass en caso de que por cualquier inconveniente se tenga que presurizar la cámara directo desde los compresores.

2.11 EQUIPAMIENTO CÁMARA HIPERBÁRICA.

2.11.1 EQUIPAMIENTO PANEL DE CONTROL.

El panel de control de una cámara hiperbárica debe contar con instrumentos y componentes para controlar las diferentes variables que se dan en un tratamiento; tales como: presión en cada compartimiento, atmósfera interior, temperatura del interior, comunicación, etc., con el fin de velar por la seguridad y cuidado del paciente. Por lo mismo el equipamiento básico que debe poseer el panel de control de una cámara hiperbárica es el siguiente:

2.11.1.1 Manómetros (profundímetros).

El panel de control en la parte superior debe estar provisto de dos manómetros de precisión para medir la presión (profundidad) en cada

compartimiento (cámara-antecámara). Éstos deben ser de alta precisión y de doble escala graduada, indicando la presión y la profundidad a la vez.



FIGURA N° 2-29 Manómetro de precisión.

2.11.1.2 Manómetro presión de oxígeno.

El panel de control también debe llevar un manómetro montado en el circuito de oxígeno, antes de ingresar a la cámara y antecámara, con el fin de asegurar una presión adecuada de suministro de oxígeno a través de las mascarillas a los accidentados. (Ver anexo 20)



FIGURA N° 2-30 Manómetro presión de oxígeno.

2.11.1.3 Flujómetro.

La cámara deberá contar con un caudalímetro de modelo simple y económico que ha de instalarse después de una válvula de regulación de caudal, en posición vertical. Su salida de gases ha de ir directamente a la tubería de exhaustaciones, sin pérdida de carga apreciable hasta su descarga a la atmósfera. Los caudales serán medibles por el flotador, comprendidos entre 10 L/min y 500 L/min, que son los más usuales. (Ver anexo 21)

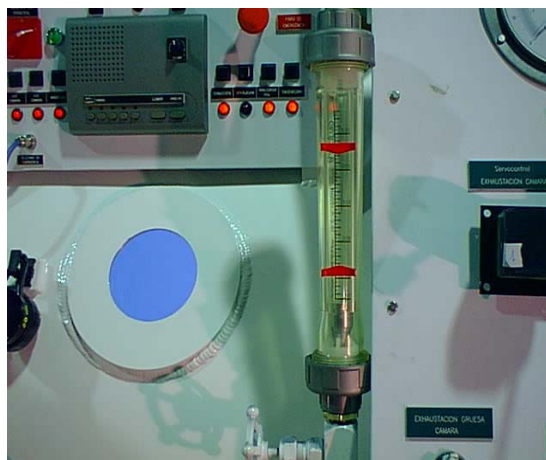


FIGURA N° 2-31 Flujómetro para ventilación.

2.11.1.4 Analizador de oxígeno.

Este instrumento es muy importante en una cámara hiperbárica, y debe estar considerado en el panel de control, porque tiene la función de medir el grado de concentración de oxígeno al interior de la cámara. Por razones de seguridad la concentración de dicho gas no puede superar el 25%, por el peligro de inflamación y explosión. Para dicho fin el analizador deberá poseer dos alarmas acústico-luminosas, una para baja concentración (19 % de O_2) y otra para alta concentración (23 % de O_2). Este instrumento funciona con una batería o pila alcalina de 9 Voltios y la célula debe ser instalada en el exterior después de la salida del flujómetro. (Ver anexo 22)



FIGURA N° 2-32 Oxímetro.

2.11.1.5 Sistema de comunicación.

El panel de control de la cámara hiperbárica debe contar con un sistema de doble comunicación oral con la cámara, la antecámara y el operador camarista, formando un circuito cerrado de operación local; así se logra llevar en todo momento un monitoreo del accidentado. Lo más importante es que la operación de este sistema debe ser exenta de chispas. (Ver anexo 23)



FIGURA N° 2-33 Radio de comunicación.

2.11.1.6 Cronometro. (TIMER).

Es muy importante que la cámara hiperbárica cuente con algún elemento para medir la duración de los tratamientos, los tiempos de presurización,

despresurización y las sesiones de oxigenación. Los mas utilizados para este tipo de aplicación son los timer o temporizadores ya sean digitales o de agujas, el único requisito que deben cumplir es que sean hechos de materiales resistentes a la corrosión.



FIGURA N° 2-34 Timer digital y de aguja.

2.11.2 EQUIPAMIENTO INTERIOR CÁMARA.

2.11.2.1 Extintor hiperbárico.

Para reducir al mínimo el riesgo de incendio, la cámara deberá estar equipada en su interior, con un sistema de extinción de incendios hiperbáricos. Este sistema consiste en la dotación de dos extintores hiperbáricos; uno en cámara y otro en la antecámara. Estos deben proveer una pulverización dieléctrica de agua desionizada durante 45 segundos dentro del ambiente hiperbárico hasta una profundidad máxima de 75 mca, deben ser recargables fácilmente y construido en inox. (Ver anexo 24)

2.11.2.2 Luces.

Las luces para una cámara hiperbárica deben ser caracterizadas por estar fuera del ambiente hiperbárico. Se suministran con una clema de conexión interior de forma que pueden ser colocadas a 12 voltios en menos de 10 minutos.

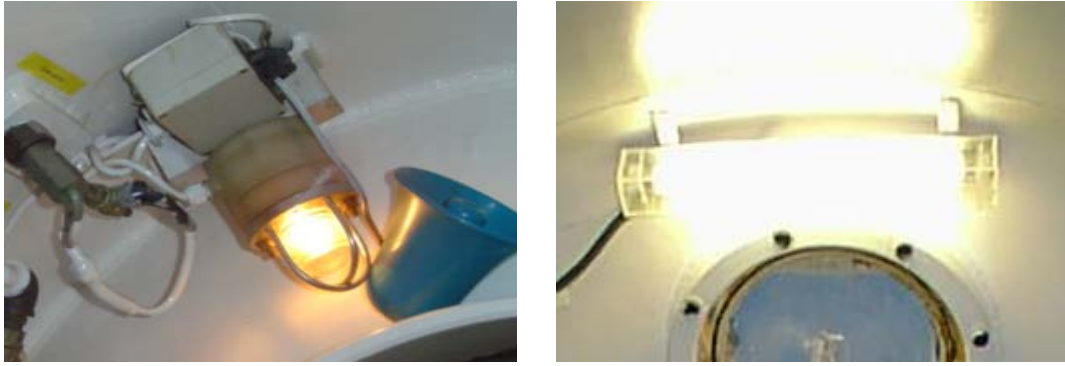


FIGURA N° 2-35 Luz situada al interior de la cámara.

2.11.2.3 Colchonetas ignífugas y antiestáticas.

La cámara principal constará con dos literas con sus respectivas colchonetas de material ignífugo para evitar la propagación de llamas, y antiestáticas para evitar la electricidad estática. La antecámara será provista de un asiento abatible con cojín de material ignífugo.

2.11.2.4 Higrómetro/termómetro.

Este instrumento también debe ser considerado en la cámara hiperbárica e instalado al interior de ella. Con este dispositivo se puede controlar a la vez el grado de humedad y la temperatura al interior de la cámara. (Ver anexo 25)



FIGURA N° 2-36 Higrómetro/termómetro al interior de la cámara.

2.11.2.5 Mascarillas de respiración de oxígeno.

Estas mascarillas deberán ser de dos vías (ver figura 2-37) especialmente diseñadas para administrar oxígeno a un paciente en un ambiente hiperbárico, debido a que poseen un regulador que permite fijar la cantidad de oxígeno a inhalar (ver anexo 26). El diseño del regulador de la demanda de oxígeno, permite la entrada de un flujo constante de dicho gas. Estas mascarillas deben ir al interior de la cámara, y estar conectadas a un manifold (ver anexo 24), y éste a su vez conectado al suministro de oxígeno.

Cada mascarilla para suministro de oxígeno medicinal en el interior de una cámara hiperbárica debe tener lo siguiente:

- Una válvula de retención instalada en el punto de acoplamiento entre la mascarilla y el sistema de alimentación, que cierre rápida y positivamente.
- Una válvula de escape.
- Ventilar al menos 120 L/min en cualquier profundidad (presión)
- Ser capaz de mantener el dióxido de carbono inspirado por el buzo a una presión parcial bajo 0,02 bar cuando el buzo está produciendo dióxido de carbono a una razón de 1,6 L/min.



FIGURA Nº 2-37 Mascarilla de oxígeno.



FIGURA N° 2-38 Manifold mascarillas de oxígeno.

2.11.3 EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD.

2.11.3.1 Alarmas y testigos de funcionamiento.

El hecho de que en este tipo de instalaciones se tratan vidas humanas, se partirá de la base que la cámara deberá contar con los equipos básicos de emergencia, que le permitan concluir con seguridad un tratamiento iniciado. Al suceder cortes se crean situaciones en que los equipos básicos de emergencia, accionados normalmente en forma autónoma o con energía de una fuente distinta a la siniestrada, son capaces de salvar la situación y se podrá concluir correctamente el tratamiento. Al concepto emergencia dado hay que sumarle las situaciones imprevistas, que por lo general se producen al fallar el equipo en funcionamiento.

Es por lo tanto, de mucha importancia detectar la situación de emergencia o imprevisto a tiempo, es decir inmediatamente de sucedida. Los sistemas de alarmas audibles y visuales permiten con exactitud advertir estas situaciones al operador que complementadas con testigos permanentes conforman un sistema seguro de operar.

2.11.3.2 Alarmas.

Al tratarse de una cámara hiperbárica son indispensables los siguientes sistemas de alarma:

- a) Alarma por baja presión de oxígeno en la red.
- b) Alarma por baja presión de aire en la red.
- c) Alarma por exceso de presión en la red de aire comprimido.

Las alarmas individualizadas deberán ser audibles y visuales, es decir al producirse la situación en que el sensor detecta una falla, por alguno de esos conceptos debe advertir mediante una señal al operador, éste a su vez podrá interrumpir el sonido dejando una advertencia de falla luminosa que le indique la presencia de ésta hasta que sea resuelta.

Al interrumpir la señal audible e independiente a la señal luminosa de falla específica, deberá quedar encendido un testigo distinto que indique a su vez que el sistema audible ha sido desconectado, esta luz a su vez permanecerá encendida hasta que el sistema audible vuelva a ser conectado y quede en condiciones de avisar nuevamente cualquier anormalidad. En todo caso, la alarma visual indicará las situaciones anormales en forma permanente y no debe existir la forma de desconectarlo.

Los sistemas de tecnología más recientes son integrados con memoria y alimentados por baterías autónomas que lo hacen insensibles a los cortes de energía eléctrica.

2.11.3.3 Testigos.

Se denominan testigos a aquellos elementos que permanentemente están indicando una situación normal, estos elementos se diferencian de los de monitoreo, por cuanto son excluyentes, solo indican SI o NO, no son aptos ni se usarán para confiar situaciones intermedias. El mejor ejemplo son las luces pilotos que indicarán presencia de energía en tres fases de la línea de alimentación eléctrica a los compresores.

2.11.3.4 Monitoreo.

El monitoreo por lo general se efectúa a través de instrumentos indicativos de la situación presente, por ejemplo un manómetro de red. Para este tipo de aplicación son indispensables los siguientes:

- a) Manómetro de presión para la red de oxígeno.
- b) Manómetro de presión para la red de aire comprimido.
- c) Manómetro de red aire Stand-by (secundario)
- d) Flujómetro para medir el aire de evacuación (ventilación de la cámara).
- e) Reloj del tamaño adecuado para el control de tiempos locales e intervalos de tiempo.
- f) Niveles de combustibles en el caso de compresores con motor de combustión.
- g) Manómetro de alta presión para medir nivel de volumen oxígeno en botellas de alta presión.
- h) Manómetro de presión en los bancos de aire comprimido para medir volumen y presión disponibles.
- i) Sensores de mezcla oxígeno-aire.

En general todos los elementos que cumplan finalidades iguales o similares que cada cámara trae como equipo standard sumados los adicionales que son necesarios en las redes de suministro.

2.12 ESTUDIO DE COSTOS CÁMARA HIPERBÁRICA.

2.12.1 Estudio de costos.

Este estudio contempla los costos de materiales y mano de obra necesarios para la fabricación de una cámara hiperbárica multiplaza en nuestro país, considerando que habrán varios materiales o componentes de dicha cámara, que deberán solicitarse al extranjero. En dicho estudio, para llegar a establecer un precio de venta de la cámara proyectada, se fijaron los siguientes supuestos:

- Costo del proyectista de \$ 2.000.000 de pesos.
- Margen de utilidad de un 20% sobre el costo de fabricación de la cámara.

Dichos supuestos se deberán sumar al costo de fabricación de la cámara, para llegar a obtener una buena estimación acorde con el mercado extranjero, del precio de venta de una instalación de este tipo fabricada y armada en Chile.

2.12.2 Costos de materiales.

Los costos de materiales se refieren fundamentalmente a todos los accesorios, equipamiento y componentes que debe poseer una cámara hiperbárica para un perfecto funcionamiento. Dicho costo se encuentra desglosado en el siguiente cuadro.

- Los costos de materiales no incluyen IVA.
- Precios cotizados en el mes de septiembre del 2005. (ver anexo 27)

CUADRO DE COSTOS**SEPTIEMBRE 2005****A. MATERIALES.**

ITEM	DESCRIPCIÓN O DESIGNACIÓN	UNIDAD CANTIDAD	P. UNIT. \$	P. TOTAL \$
1	Recipiente a presión	1	10.619.928	10.619.928
2	Compresor Bauer verticus 5	1	8.550.000	8.550.000
3	Compresor mariner Bauer 320	1	4.650.000	4.650.000
4	Banco de aire comprimido LW	3	2.070.000	6.210.000
5	Mirillas	3	33.900	101.700
6	Regulador de presión (aire)	2	315.500	631.000
7	Regulador de presión (oxígeno)	1	187.600	187.600
8	Analizador de O ₂ (oxímetro)	1	222.480	222.480
9	Radio de comunicación	1	634.500	634.500
10	Flujómetro	1	18.360	18.360
11	Manómetro (profundímetro)	2	490.000	980.000
12	Manómetro red oxígeno	3	22.500	67.500
13	Extintor hiperbárico	2	25.300	50.600
14	Silenciadores	6	5.665	33.990
15	Luces	2	71.800	143.600
16	Colchonetas ignífugas	2	50.100	100.200
17	Higrómetro/Termómetro	1	25.400	25.400
18	Mascarillas de oxígeno	4	479.466	1.917.864
19	Manifold mascarillas oxígeno	2	75.600	151.200
20	Temporizador (timer)	1	17.200	17.200
	TOTAL			35.290.622

2.12.3 Costo mano de obra.

Los costos de mano de obra que requiere la fabricación de una cámara hiperbárica multiplaza, fueron cotizados en Astilleros y Maestranzas ASMAR Punta Arenas. Dicha empresa realizaría la instalación en aproximadamente 15 días con un costo total de \$ 300.000 pesos, incluyendo los materiales que se necesitarán. Dicho costo se puede desglosar en el siguiente cuadro.

B. MANO DE OBRA

ITEM	DESIGNACION	TIEMPO h	COSTO UNITARIO \$/h	COSTO TOTAL\$
1	Instalar equipamiento panel de control	24	4.500	108.000
2	Realizar instalación eléctrica, luces, alarmas y sistema de comunicación	32	4.500	144.000
3	Pintar cámara (interior-exterior) y tuberías de suministro de gases	8	6.000	48.000
	TOTAL			300.000

COSTO FABRICACION = TOTAL MATERIALES + TOTAL M. DE OBRA

= \$ 35.290.622 + \$ 300.000

= \$ 35.590.622

COSTO FABRICACION = \$ 35.590.622

COSTO PROYECTISTA = \$ 2.000.000

MARGEN DE UTILIDAD = \$ 7.118.124

TOTAL S/IVA = \$ 44.708.746

IVA 19 % = \$ 8.494.662

TOTAL COSTO C/IVA : \$ 53.203.408

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

3.1 Generalidades.

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos del presente trabajo, tales como el costo total realizado anteriormente sobre la fabricación de una cámara hiperbárica multiplaza en Chile. Dicho costo será comparado con los fabricantes extranjeros con más prestigio en el mercado, para comprobar si la hipótesis formulada se cumple. También se darán a conocer las especificaciones técnicas de los materiales de la cámara, con respecto a la fabricación e instalación de dicha cámara, pensando en una futura implementación de ésta.

3.2 Cotizaciones cámaras extranjeras.

A continuación se presentan dos cámaras hiperbáricas multiplaza con las mismas dimensiones que la cámara proyectada y con equipamiento similar a la cámara en cuestión. Dichas cámaras fueron cotizadas en dos empresas extranjeras dedicadas al diseño y fabricación de este tipo de elementos. Una perteneciente a la empresa **IBERCO SA** ubicada en Cartagena España, dicha empresa es líder mundial en la fabricación de cámaras hiperbáricas con más de 500 cámaras diseñadas y fabricadas en todo el mundo. El precio de la cámara hiperbárica multiplaza modelo - IB -130 cotizada en IBERCO SA tiene un valor de 98.200,- € + 7% IVA (\$ 68.604.916 ver anexo 28).

La segunda cámara hiperbárica multiplaza fue cotizada en la empresa **HYPERBARIC** ubicada en Lima Perú, dicha empresa posee un amplio prestigio en el continente Americano, principalmente en la zona centro y sur de dicho continente, abasteciendo con cámaras hiperbáricas a los principales países de América latina. El precio de la cámara hiperbárica multiplaza modelo OXICAB

ML-60-D cotizada en dicha empresa haciende al valor de U.S.\$ 110,800.00 (\$ 60.386.000 ver anexo 29).

Es importante señalar que en ambas cotizaciones esta incluido el costo por el traslado de las cámaras al territorio nacional.

Hay que señalar que fue imposible conseguir cotizaciones formales de la empresa Alemana DRÄGER, la empresa Estadounidense MARVEL y de la empresa Argentina HYPER-MED; todas ellas con un gran prestigio en el diseño y fabricación de este tipo de instalaciones; sin embargo por contactos hechos por la empresa MARISCOPE Chilena, se consiguieron en dichas empresas los precios de cámaras hiperbáricas con las mismas características a la cámara proyectada, y los valores en las 3 empresas sobrepasan los U.S.\$ 110,000.00.

3.2.1 Discusión.

Luego de ver las cotizaciones de cámaras extranjeras y compararlas con el costo total de la cámara proyectada, se puede afirmar claramente que la fabricación y posterior venta de una cámara hiperbárica multiplaza en Chile es más económica que las extranjeras.

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CÁMARA.

3.3.1 Descripción.

Es una cámara multiplaza de dos compartimientos, especialmente diseñada para permitir cualquier tipo de tratamiento, así como inmersiones simuladas, ayuda a la enseñanza, oxigenación hiperbárica, pruebas de estanquidad de buceo. Este modelo se caracteriza por tener a la vista todos los circuitos de gases lo que facilita su manejo y mantenimiento. Su reducido tamaño la hace ideal para situarla a pie de obra, o donde convenga, pues es

fácilmente transportable en un camión mediano, siendo ideal para montarla en un contenedor estándar de 20 pies, embarcación o vehículo.

3.3.2 Características: (ver plano cámara hiperbárica multiplaza)

Material.....	SA – 516 grado 70
Diámetro.....	1.300 mm
Longitud total.....	3.400 mm
Longitud cámara.....	2.400 mm
Longitud antecámara.....	1.000 mm
Diámetro puertas.....	700 mm
Diámetro paso medicamentos.....	200 mm

3.3.3 Especificaciones.

Presión de trabajo P_t	= 6 bar
Presión de prueba P_p	= 8 bar
Presión de diseño P_d	= 10 bar
Temperatura de diseño T_d	= - 15°C hasta +50°C
Código de diseño	= ASME sección VIII, Div 1 y ASME PVHO-1

3.3.4 Ensayos No destructivos

Radiografiado	: 100% longitudinales y circunferenciales
Medición de Espesores	: Para control, detección de hoja
Ultrasonidos	: Soldadura del fondo intermedio
Líquidos penetrantes	: Couplings y mirillas
Pruebas hidráulicas	: Tres (Cámara, antecámara y Paso alimentos)
Pruebas neumáticas	: Tres

3.3.5 Instrumentos.

Manómetros cámara y antecámara	=	WIKA
Clase	=	0,6 (Precisión $\pm 0,6\%$)
Escalas (Doble)	=	0 – 6 bar y 0 – 60 mca
Analizador de oxígeno	=	DINKO
	=	0 – 99,9% (Display de 3 dígitos con una cifra digital)
Flujómetro	=	VISI-FLOAT
	=	0 – 500 litros/minuto

3.3.6 Valvulería y accesorios.

Válvulas ataque y exhaustación	=	Tipo aguja, latón
Válvulas de corte y emergencia	=	Tipo bola, latón
Accesorios	=	Tipo Remeto, latón
Tuberías	=	Cobre, diferentes diámetros

Para el oxígeno todas las válvulas serán de aguja y desengrasadas.

3.3.7 Acabado.

Interior = Imprimación y acabado interior con pintura ignífuga Hempel – blanca

Exterior = Imprimación y acabado poliuretano 2 componentes – color blanco.

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA INSTALACIÓN CÁMARA HIPERBÁRICA.

3.4.1 Introducción.

Las presentes especificaciones se refieren a las condiciones que deben reunir las instalaciones accesorias a una cámara hiperbárica, y que ésta requiere para un funcionamiento seguro y sin interrupciones.

Las normas de instalación, aún cuando expresamente no se citan, corresponden a las normas nacionales oficiales y a la falta de éstas, las normas extranjeras, normalmente usadas específicamente las de American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning, Engineers y National Fire Protection Administration en las partes en que las instalaciones concurrentes están reguladas por esas normas.

La cámara hiperbárica requiere para su funcionamiento de los siguientes elementos básicos cuyas normas de instalación son la materia de las presentes especificaciones:

1. Aire comprimido.
2. Oxígeno.
3. Iluminación puesta a tierra e instalación eléctrica del local.
4. Comunicaciones.
5. Ventilación del local
6. Alarma de presión para los abastecimientos gaseosos.
7. Sistemas de prevención de incendios.
8. Señalización de advertencia.
9. Requisitos de los materiales de construcción del local.
10. Diseño planimétrico para emplazamiento de la cámara y sus equipos accesorios.

11. Ubicación de la cámara respecto del entorno.
12. Vías de acceso y relación con el Servicio de Urgencia de un Hospital o Establecimiento equivalente.
13. Concepto básico área restringida, sus características operacionales.

Los aspectos detallados del N°1 al 13, conformarán en si las especificaciones aplicables a la instalación de una cámara hiperbárica, lo que debe en cada caso particular ser revisado y adaptarse a las condiciones existentes, tratando en lo posible de complementarlas.

Es de mucha importancia que se realice un acabado análisis, para cada caso particular, de los aspectos que se recomiendan son los que tienen relación al emplazamiento, ubicación del local con respecto al entorno y las vías de acceso a éste.

3.4.2 Oxígeno y aire comprimido.

Las especificaciones que se detallan son de carácter obligatorio para las redes y banco de oxígeno y recomendables para las instalaciones de aire comprimido, es esta la razón por el cual, se han unificado en un solo tema haciendo expresa advertencia cuando no son compatibles entre si. La incompatibilidad básicamente se refiere a la ubicación de compresores, botellas de almacenamiento e identificación de las redes.

3.4.3 Clasificación.

El oxígeno se clasifica como un gas no inflamable, acelerante de la combustión por su condición de único comburente, por lo mismo es de vital importancia la hermeticidad del sistema y se debe evitar todo tipo de fuga o ruptura del sistema en cualquier condición. El aire comprimido no es tan rígido como el oxígeno, solo se debe tomar en consideración que un 21% en volumen

es oxígeno; no obstante las condiciones igualmente son rígidas, en consideración al rol que juega en una cámara hiperbárica.

3.4.4 Sistema de distribución, redes, especificaciones del material.

3.4.4.1 Tuberías.

Serán de cobre tipo “K” recocido sin costura de media y baja presión, conforme a la siguiente tabla:

DESIGNACIÓN Pulgada	DIÁMETRO Normal mm	EXTERNO Tolerancia mm	ESPESOR Normal mm	PARED Tolerancia mm	PRESIÓN DE ENSAYO Kg/cm ²
1/2"	15,88	0,03	1,24	0,10	70
1"	28,58	0,04	1,65	0,11	70
1 1/2"	41,28	0,05	1,83	0,13	60

3.4.4.2 Fitting.

Se puede hacer uso de fitting de cobre o de bronce siempre y cuando sus características sean similares a las de las cañerías, los fitting deben ser previamente sometidos a prueba, de tal forma de detectar cualquier falla de fundición. No obstante y en lo posible se debe evitar el uso de fitting lo que permite disminuir las pérdidas de carga y evitar vulnerar la red.

En uniones se puede considerar también el uso de flanges ASA o DIN para presiones medias y bajas. Lo más aconsejable es expandir la tubería y hacer las uniones mediante soldadura que se especifica.

Con todo lo descrito y a modo de regla general los elementos de unión, derivación, cambios de dirección, etc., prefabricados, moldeados y/o estampados deberán reunir las especificaciones de la cañería tipo “K” o a lo

menos, haber sido sometidos a una prueba de presión de 120% de la presión máxima de trabajo del tramo de red donde se instalarán.

3.4.4.3 Soldadura.

La soldadura para las uniones en las cañerías de cobre debe ser de plata tipo B Ag-1 o similar, con normas de fabricación AWS (American Welding Society) con el contenido de plata de 45%.

3.4.4.4 Fundentes.

Se usará un fundente apropiado a la soldadura, que no contenga aceites, grasas u otros materiales combustibles, mezclas de bórax con alcohol o resinas. Pudiendo ser Wonder flux, Soltec 21 o similar.

3.4.4.5 Desengrasante.

Para el lavado de cañerías, válvulas y en general de todos los elementos que se incorporen a la red, se deberá usar carbonato de sodio o fosfato trisódico. Si la cantidad de elementos y tuberías que deban ser lavados es demasiado, se pueden usar las siguientes diluciones:

Solución en caliente (30 – 35°C) carbonato de sodio o fosfato trisódico en proporción de 1 Kg por 20 litros de agua. Terminado el proceso de desengrasar se enjuagará con agua tibia.

3.4.4.6 Manifold de alta presión y reguladores de presión.

El tramo de tubería de alta presión desde botellas de oxígeno, 1900 - 2200 psi al tratarse de un regulador por botella viene incorporado y formando parte del regulador con su respectiva certificación de fábrica, dicho regulador

contempla, además como equipo standard los manómetros de alta y baja presión.

En la eventualidad, por razones de demanda de oxígeno, sea necesario incorporar mas de un cilindro, se deberá optar por el sistema de manifold con un regulador único para los bancos principales y de reserva, el cual será de accionamiento manual.

En este último caso dicho manifold deberá ser fabricado por una maestranza o empresa que certifique mediante controles de calidad, pruebas de presión y las pruebas que exigen las normas para la fabricación de estos elementos de alta presión. También se puede dar el caso y cuando el flujo necesario de oxígeno así lo requiera, el uso de dos reguladores por etapa, es decir alta a media y media a baja presión, en este último caso preferir el uso de manifold con las certificaciones definidas anteriormente.

3.4.4.7 Botellas de alta presión.

Las botellas de alta presión deberán tener inscrito de fábrica bajo relieve y en letra de golpe, los datos inherentes a las normativas de fabricación y pruebas. La empresa proveedora de gas deberá llevar los controles de prueba de los cilindros cada vez que estos sean recargados debiendo establecer un control por número de serie del estado de la válvula y del cilindro en particular.

La válvula del cilindro debe estar en concordancia con la “Compressed Gas Association Standards” cuya denominación es CGA 540 para oxígeno y CGA 346 para aire comprimido de uso en la respiración humana.

3.4.4.8 Válvulas.

En general las válvulas de corte o paso en el circuito serán especiales para oxígeno, con cuerpo de bronce de tipo esférico con doble asiento, aptos para interrumpir el flujo de gas en ambas direcciones y cuya apertura o cierre deberá hacerse con solo $\frac{1}{4}$ de vuelta.

Se exceptúan de la especificación anterior las válvulas de aire u oxígeno destinadas a regular flujo, las cuales dependiendo de éste serán del tipo aguja o bola.

Las válvulas en circuito de baja presión deberán ser certificados, para una presión de trabajo de 200 psi y los para media presión deberán ser certificados para una presión de trabajo de 600 psi, en ambos casos se recomienda el tipo "Worcester".

3.4.4.9 Presostatos.

Deberán ser aptos para uso en oxígeno y aire, según corresponda, es de vital importancia que los de oxígeno, en lo posible hayan sido sometidas a limpieza y desengrase en la fábrica, no obstante y en la inseguridad que este requisito se haya cumplido previo a su montaje se deberá limpiar y desengrasar.

El rango de presión de estos elementos debe ser en concordancia con la presión del tramo de red y a la vez sensor la presión a la cual debe actuar el circuito. La alimentación eléctrica de estos elementos, cuyo uso básico es para disparar alarmas, se debe preferir en baja tensión, máximo 24 Volt.

3.4.4.10 Compresores de aire.

Se tratará en lo posible utilizar compresores de alta presión y de aire respirable, tratando de evitar el uso de compresores lubricados con aceite, de preferencia serán construidos con materiales y tecnología autolubrificante y/o rodamientos sellados.

Estos compresores comercialmente se denominan “Oil-Less”. De no ser posible el uso de compresores especiales se deberán intercalar los filtros y reparadores de aceite que garanticen su total y absoluta ausencia en el aire que va a alimentar la cámara.

En ambos casos, se requiere intercalar al circuito un juego de filtros de aire con su respectivo separador de agua y el compresor debe tener regulada y sellada de fábrica la válvula de seguridad que garantice la evacuación de sobrepresión en el circuito conforme a la especificación de máxima presión de trabajo del compresor.

3.4.4.11 Acumuladores de aire.

Estos elementos deben reunir los mismos requisitos especificados para “botellas o cilindros”, por lo general, se fabrican a medida dado su volumen, en este caso se debe exigir la certificación del fabricante de haber efectuado las pruebas de soldaduras, material flanges, etc., y en lo posible obtener el certificado CESMEC u otro organismo que acredite haber efectuado satisfactoriamente las pruebas pertinentes.

3.5 Normas de instalación.

3.5.1 Preparación del material.

Todo el material que se instale para formar las redes, control y acumulación de oxígeno y aire comprimido, previo a su colocación, se deberá limpiar y desengrasar cuidadosamente por el interior y exterior.

Las tiras de cañería se someterán a limpieza y desengrase interior y exterior, terminado esta faena se procederá a tapar los extremos para evitar contaminación durante el transporte o almacenamiento, igual procedimiento se requiere con válvulas, fitting, presostatos, manómetros, etc.

Todas las herramientas que intervengan en el proceso de instalación del material deberán pasar por el desengrase antes de ser ocupadas, este procedimiento se seguirá durante toda la instalación.

Se recomendará al personal encargado de procesar e instalar el material que cumplan con los desengrases y a su vez que cuiden la limpieza de grasa y aceite en sus manos y ropa.

3.5.2 Instalación de cañerías.

Se tratará de efectuar la instalación de cañerías a la vista, cuidando la verticalidad y paralelismo para obtener una instalación de presentación estética agradable y que permita el seguimiento de las cañerías con la vista.

Se conservarán las distancias adecuadas para facilitar inicialmente la pintura de identificación y las posibles modificaciones o reparaciones futuras. En el tipo de instalación, a la vista, se deberán colocar abrazaderas, colgantes y

soportes que eviten esfuerzos y deformaciones innecesarios a la red, conforme a la siguiente norma de carácter mínima:

- Para cañerías horizontales de diámetros inferiores a 3/4" los soportes irán colocados cada dos metros. Para diámetros superiores a 3/4" irán colocados cada tres metros y un juego de soporte para cada cambio de dirección.
- Para cañerías verticales de diámetros hasta 1" se colocará un soporte por piso del edificio o cambio de dirección. Para diámetros mayores de 1" una cada dos pisos o cambio de dirección.

Por lo general las abrazaderas y colgantes se construyen de acero, por lo mismo se deberá considerar en las superficies de contacto con las tuberías de cobre, un material aislante que soporte las licitaciones mecánicas del sistema.

Las curvas que se hagan en obra deberán tener un radio tal que evite la disminución de diámetro en el desarrollo de éstas.

Las válvulas de corte y maniobra deberán quedar a una altura tal que su manipulación sea fácil y al alcance del operador, por ejemplo 1,60 m del piso.

3.5.3 Identificación de redes.

Tanto las redes de oxígeno como las de aire se identificarán de la siguiente forma:

- **Oxígeno:** Una vez instalada deberá pintarse con dos manos de pintura óleo o esmalte color verde y deberá llevar rotulas para su identificación con la palabra "OXÍGENO" colocados en el trazado completo de la cañería y distanciados a no mas de 6 metros.

- **Aire:** Se seguirá la misma pauta especificada para oxígeno solo que el color de la tubería será negro y cada 80 cm llevará una franja blanca de 20 cm.

En ambos casos y como recomendación será de mucha utilidad práctica indicar mediante una flecha pintada en la tubería el sentido del flujo de gas.

3.5.4 Instalación eléctrica e iluminación.

La instalación eléctrica, por su naturaleza requiere ser dividido en lo siguiente:

- a) Iluminación del local
- b) Fuerza para compresores y equipos
- c) Tierras antiestáticas y tierras de protección.
- d) Corrientes débiles.

La iluminación debe considerar dos aspectos básicos que son el color y el nivel lumínico apropiado a la actividad. Ambos parámetros deben a su vez separarse en lo referente a interior de cámara y exterior o control.

Por tratarse de dos ambientes principales separados, es decir, espacio destinado a la cámara propiamente tal y espacio destinado al alojamiento de compresores y bancos de gases, se hace aconsejable que el tablero de control general del sistema se ubique en el área principal, destinado a la cámara hiperbárica, el que estará bajo vigilancia durante la operación del sistema.

3.5.5 Tableros principales de distribución.

Tanto los tableros, como la instalación en si, se deben proyectar y ejecutar conforme a las disposiciones vigentes de SEC, las cuales especifican

bajo ciertas condiciones la separación física de los tableros destinados a fuerza y alumbrado. Por lo mismo, en la sala destinada a la cámara y ubicado dentro de la visión del operador se colocarán los tableros de alumbrado y el interruptor general de fuerza para compresores. El tablero que contendrá el interruptor general se dotará de luces pilotos, una por fase, testigo de presencia de energía antes del interruptor con su propia protección mediante fusibles de voltaje y capacidad adecuados.

El tablero de alumbrado será el normalizado y adecuado para este efecto, la única recomendación es que al tratarse de mejorar la conexión a tierra para evitar la acumulación de corriente estática, se hace aconsejable el uso de un protector diferencial, que evite eventualmente un macro shock cuando se ejecuten labores de mantenimiento, reparación o por descuido se entra en contacto con conductores energizados.

CONCLUSIONES.

Del presente proyecto puede concluirse:

- En Chile, los accidentes debido a la enfermedad descompresiva representan el 75% del total de los sufridos en la actividad de buceo, situación que es muy alarmante debido a que las víctimas fatales aumentan cada año por esta causa.
- Se pudo ver que el único método eficaz que existe hoy en día, para combatir el fenómeno de la enfermedad descompresiva, es realizando un tratamiento de recompresión ojalá dentro de los primeros minutos de haber ocurrido el accidente, y éste debe hacerse en una cámara hiperbárica.
- Existen solo 13 cámaras hiperbáricas en Chile, éstas son totalmente insuficientes dado el alto y creciente número de personas y de lugares donde se concentran las actividades de buceo, por lo que es imperioso un estudio para decidir la localización de una mayor cantidad de estas cámaras en las distintas zonas costeras.
- Con la nueva edición del reglamento de buceo aprobada el presente año, se exigirá en faenas superiores a 40 metros de profundidad, una cámara hiperbárica multiplaza a pie de obra; situación que servirá para realizar tratamientos oportunos de recompresión, disminuyendo considerablemente los efectos negativos del accidente y las posibles secuelas a raíz de un tratamiento tardío e ineficaz en la víctima.
- El diseño de la cámara hiperbárica propuesto, fue realizado conforme a los códigos y estándares internacionales competentes en cada caso en

particular, con la finalidad de efectuar tratamientos confiables en dicha cámara, que velen por el cuidado y seguridad de los pacientes.

- El sistema de compresión seleccionado para la cámara hiperbárica, satisface perfectamente los requerimientos de presurización y despresurización que se exigen, para llevar a cabo un tratamiento de enfermedad descompresiva grave.
- Se comprobó la validez de la hipótesis formulada en el presente proyecto, pues el estudio de costos arrojó que en Chile se pueden diseñar, fabricar y comercializar cámaras hiperbáricas, a un costo menor que las importadas; alrededor de un 23% mas económica que la cámara Española y un 12% menos que la cámara Peruana.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASME, ASME Boiler and Pressure Vessel Code seccion VIII, Division 1, Edición de 1977, ASME, 1977.
2. ASME, ASME Pressure Vessel for Human Occupancy (PVHO-1), Edición de 2004, ASME, 2004.
3. Cea A: Enfermedad Aguda por descompresión inadecuada. "Manual de medicina ocupacional". Publicación Minsal. 1986.
4. DESOLA ALA J. "Las Cámaras Hiperbáricas". Su fundamento y perspectivas futuras. C.R.I.S.,Ed, Barcelona, 1987.
5. DESOLA ALA J. Accidentes de buceo (1). Enfermedad descompresiva *Med Clin (Barc)* 1999; *pag:147-156*.
6. Gallardo V. Manual de Buceo "AQUANAUTAS UNO" Valparaíso – Chile 1992.
7. Gallar F. "Medicina Subacuática e Hiperbárica". 3ª edición. Año 1995.
8. Llamas A. "Manual practico de submarinismo" Editorial GeoPlaneta, S.A. 1999, Primera Edición, Pag: 162-165.
9. Vicuña A. "Guía para un buceo seguro" Santiago – Chile 2003.
10. VIQUEIRA CAAMAÑO JA, IVARS PERELLO J. "Cámaras Hiperbáricas" TEDSA, Ed. Cartagena, España, Pág.: 1-69. 1998.

ANEXO 1

Señor Capitan de Puerto:		
Fecha y Hora inicio:	Fecha y Hora término:	
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres

Page 10 of 10

- Sobre 40 mts. debe disponer de una cámara hiperbárica de doble esclusa en el lugar, la que deberá encontrarse certificada por un organismo del área reconocido por la DGTM Y MM. (casas clasificadoras, Asmar, etc.)
- Documentar propiedad o Contrato de Arriendo.
- Esta cámara deberá estar en el lugar de operación a una distancia no mayor de 500 mts.
- Se deberá contar con enfermeor de sumersión en el lugar de trabajo.

Descripción del Trabajo (Plan y Tiempos de buceo):_____

[illegible]

ANEXO 2



Alto desempeño en Aceros y Aleaciones

Aceros planos

Aceros al Carbón / Aceros Aleados

Dentro de su división de aceros planos, **ANKLE** ofrece al mercado la más amplia variedad de placas de acero en una extensa gama de medidas. Además, **ANKLE** esta en posibilidad de suministrar placa de acero en medidas y características especiales de acuerdo a las necesidades particulares de cada cliente. Consulte con nosotros sus necesidades, un experto técnico de **ANKLE** le asesorará.

CALIDAD ESTRUCTURAL

A-36. Este acero al carbón - calidad estructural es usado en todo tipo de construcciones estructurales. Producto de la más avanzada ingeniería, es fabricado con un punto mínimo de cedencia de 36,000 psi. Más resistente que la placa A-283, la placa de acero - calidad estructural A-36 es ampliamente recomendable para diseñar y construir estructuras y equipo menos pesado.

A-283, grado C. La placa de acero - calidad estructural A-283 fue diseñada para cubrir propósitos generales. De menor costo y resistencia que la placa A-36, tiene como características sobresalientes su facilidad de soldado y de rolado con un punto de cedencia menor que la placa A-36.

PLACA CALIDAD PARA RECIPIENTES A PRESION

Esta placa, disponible en versiones de acero al carbón o aleado, esta diseñada para soportar la presión en recipientes y calderas, aunque su gran calidad las hace funcionales en muchas otras aplicaciones. Todas nuestras placas de calidad para recipientes a presión, son sometidas a una serie de pruebas que aseguran sus propiedades

SA-285 Grado C. Este modelo de placa de mediana resistencia es ideal para recipientes estacionarios, acumuladores, calentadores y calderas. Disponible hasta un grosor de 2", tiene excelente rolado y facilidad de soldado.

SA-387 Grado 11. Placa aleada de cromo-moly, diseñada específicamente para servicios de muy elevada temperatura.

SA-387 Grado 22. Similar a la placa A-387 Grado 11, pero con mayor contenido de aleación de cromo-moly. Sirve también para ambientes de temperatura muy elevada.

SA-515. Más resistente que la placa A-285 para medias y altas temperaturas. Gran facilidad de soldado siguiendo las técnicas apropiadas. Las placas A-515 tienen estructura de grano fino. Puede venir tanto con tratamiento normalizado o rolado. Disponible en rollo o en placa.

SA-516. Diseñada especialmente para bajas temperaturas donde se requiere excepcional dureza. Esta placa tiene estructura de grano fino. Disponible en rollo o en placa y con tratamiento de normalizado cuando así se requiera.

Propiedades mecánicas Placa de Acero - Calidad estructural

	Punto mínimo de cedencia PSI	Resistencia a la tensión PSI	Elongación en 2" Min	Máximo de carbón
A36	36000	De 58 a 80,000	23%	.25 / .29*
A283	33000	De 60 a 72,000	23%	No esp.

Propiedades mecánicas. Placa de Acero Calidad para recipientes a presión

Especificación ASTM	Punto mínimo de cedencia PSI	Resistencia a la tensión PSI	Máximo de carbón
A285- Gr. C	3000	55 a 65,000	28
A387- Gr. 11	35000	60 a 85,000	17
A387- Gr. 22	45000	75 a 100,000	15
A515- Gr. 70	38000	70 a 85,000	.31 / .35
A516- Gr. 60	32000	60 a 80,000	.21 / .27
A516- Gr. 65	35000	65 a 80,000	.24 / .29
A516- Gr. 70	38000	70 a 90,000	.27 / .31

* Dependiendo espesores



TABLA 3 ACERO PARA RECIPIENTES DE PRESION

Especificación	Descripción y uso final
ASTM/ASME SA-285-C	Recipientes estacionarios de resistencia baja e intermedia.
ASTM/ASME SA-455	Recipientes estacionarios de alta resistencia.
ASTM/ASME SA-515-60	Recipientes de media resistencia para servicio de media y alta temperatura.
ASTM/ASME SA-516-60	Recipientes de media resistencia para servicio de media y baja temperatura.
ASTM/ASME SA-516-70	Recipientes para mediana y baja temperatura.
ASTM/ASME SA-515-70	Recipientes para media y alta temperatura.
NMX B-475	Recipientes a presión (esferas).
ASTM/ASME SA-612	Recipientes para carros tanque de F.F.C.C.
AAR TC-128-B	

Características químicas y propiedades físicas

Especificación	Composición química % en peso (máximo)						Limite elástico KSI min.	Ultima tensión KSI min.	% de elong. en 8" min.	Rango de dimensión
	C	Mn	P	S	Si	Cb				
ASTM/ASME SA-285-C	0.28	0.90	0.035	0.035	0.40	0.020	30	55-75	27	1
ASTM/ASME SA-455	0.33	0.85-1.20	0.035	0.035	0.40	0.020	35	70-90	15	2
ASTM/ASME SA-515-60	0.27	0.90	0.035	0.035	0.15-0.40	0.020	33	60-80	20	2
ASTM/ASME SA-516-60	0.27	0.90	0.035	0.035	0.15-0.40	0.020	33	60-80	20	2
ASTM/ASME SA-516-70	0.31	1.20	0.035	0.035	0.15-0.40	0.020	38	70-90	17	2
ASTM/ASME SA-515-70	0.31	1.20	0.035	0.035	0.15-0.40	0.020	38	70-90	17	2
ASTM/ASME SA-612	0.25	1.0-1.35	0.035	0.035	0.15-0.40	-	50	81-101	16	2
AAR TC-128-B	0.25	1.0-1.35	0.035	0.035	0.15-0.40	0.020	50	81-101	16	2
NMX B-475 (1)	0.22	1.0-1.60	0.035	0.030	0.50	0.020-0.05	55	76-91	17	3

Nota 1: Para estos grados de acero por sus requerimientos especiales, siempre se deberá solicitar una factibilidad de producción.

ANEXO 3

Table UCS-23

SECTION VIII – DIVISION 1 PRESSURE VESSELS

TABLE UCS-23
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR CARBON AND LOW-ALLOY STEEL,
IN POUNDS PER SQUARE INCH

(See Par. UW-12(c) for vessels constructed under Part UW that include welded joints
that are neither fully radiographed nor spot radiographically examined)

Material and Specifi- cation Number	Grade	Nominal Composition	P- Num- ber	Spec Min Ten- sile	Notes	For Metal Tempera Not Exceeding Di		
						-20 to 650	700	750
PLATE STEELS								
Carbon Steels								
SA-7		...	1	60,000	(1)(3)(19)	12,650	...	...
SA-36		...	1	58,000	(1)(3)(19)	12,650	...	...
SA-113	C	...	1	48,000	(1)(3)	11,050	...	...
SA-283	A	...	1	45,000	(1)(3)	10,350	...	...
SA-283	B	...	1	50,000	(1)(3)	11,500	...	...
SA-283	C	...	1	55,000	(1)(3)	12,650	...	...
SA-283	D	...	1	60,000	(1)(3)	12,650	...	...
SA-285	A	...	1	45,000	(2)(4)	11,250	11,000	10,200
SA-285	B	...	1	50,000	(2)(4)	12,500	12,100	11,100
SA-285	C	...	1	55,000	(2)(4)	13,750	13,250	12,000
SA-299		C-Mn-Si	1	75,000	...	18,750	17,700	15,600
SA-300		...	...	...	(13)	...	...	...
SA-414	A	...	1	45,000	(4)	11,250	11,000	10,200
SA-414	B	...	1	50,000	(4)	12,500	12,100	11,100
SA-414	C	...	1	55,000	(4)	13,750	13,250	12,000
SA-433	L-45	1/4 Pb	1	45,000	(25)	...	...	...
SA-433	L-50	1/4 Pb	1	50,000	(25)	...	...	...
SA-433	L-55	1/4 Pb	1	55,000	(25)	...	...	...
SA-433	LK-55	1/4 Pb C-Si	1	55,000	(25)	...	...	...
SA-433	LK-60	1/4 Pb C-Si	1	60,000	(25)	...	...	...
SA-433	LK-65	1/4 Pb C-Si	1	65,000	(25)	...	...	...
SA-433	LK-70	1/4 Pb C-Si	1	70,000	(25)	...	...	...
SA-442	55	C-Si	1	55,000	...	13,750	13,250	12,000
SA-442	60	C-Si	1	60,000	...	15,000	14,350	12,900
SA-455	A	...	1	75,000	(29)	18,750	...	...
SA-455	B	...	1	73,000	(26)	18,250	...	...
SA-515	55	C-Si	1	55,000	(27)	13,750	13,250	12,000
SA-515	60	C-Si	1	60,000	(27)	15,000	14,350	12,900
SA-515	65	C-Si	1	65,000	(27)	16,250	15,500	13,800
SA-515	70	C-Si	1	70,000	(27)	17,500	16,600	14,700
SA-516	55	C-Si	1	55,000	(27)	13,750	13,250	12,000
SA-516	60	C-Si	1	60,000	(27)	15,000	14,350	12,900
SA-516	65	C-Si	1	65,000	(27)	16,250	15,500	13,800
SA-516	70	C-Si	1	70,000	(27)	17,500	16,600	14,700
Low-Alloy Steels								
SA-202	A	Cr-Mn-Si	4	75,000	...	18,750	17,700	15,600
SA-202	B	Cr-Mn-Si	4	85,000	...	21,250	19,800	17,700
SA-203	A	2-1/2 Ni	9A	65,000	...	16,250	15,500	13,800
SA-203	B	2-1/2 Ni	9A	70,000	...	17,500	16,600	14,700
SA-203	D	3-1/2 Ni	9B	65,000	...	16,250	15,500	13,800
SA-203	E	3-1/2 Ni	9B	70,000	...	17,500	16,600	14,700
SA-204	A	C-1/2 Mo	3	65,000	(28)	16,250	16,250	16,200
SA-204	B	C-1/2 Mo	3	70,000	(28)	17,500	17,500	17,500
SA-204	C	C-1/2 Mo	3	75,000	(28)	18,750	18,750	18,700

ANEXO 4

WELDED VESSELS

Table UW-12

TABLE UW-12
MAXIMUM ALLOWABLE JOINT EFFICIENCIES FOR ARC AND GAS WELDED JOINTS

No.	Type of Joint Description	Limitations	Degree of Examination		
			(a) Fully Radio- graphed ¹	(b) Spot Examined ²	(c) Not Spot Examined ³
(1)	Butt joints as attained by double-welding or by other means which will obtain the same quality of deposited weld metal on the inside and outside weld surfaces to agree with the requirements of Par. UW-35. Welds using metal backing strips which remain in place are excluded.	None	1.00	0.85	0.70
(2)	Single-welded butt joint with backing strip other than those included under (1)	(a) None except as in (b) below. (b) Butt weld with one plate offset — for circumferential joints only, $\frac{5}{8}$ in. max. thickness per Par. UW-13 (c) and Fig. UW-13.1 (k)	0.90	0.80	0.65
(3)	Single-welded butt joint without use of backing strip.	Circumferential joints only, not over $\frac{5}{8}$ in. thick and not over 24 in. outside diameter	...	...	0.60
(4)	Double full-fillet lap joint	Longitudinal joints not over $\frac{5}{8}$ in. thick. Circumferential joints not over $\frac{5}{8}$ in. thick	...	...	0.55
(5)	Single-full fillet lap joints with plug welds conforming to Par. UW-17	(a) Circumferential joints ⁴ for attachment of heads not over 24 in. outside diameter to shells not over $\frac{1}{2}$ in. thick (b) Circumferential joints for the attachment to shells of jackets not over $\frac{5}{8}$ in. in nominal thickness where the distance from the center of the plug weld to the edge of the plate is not less than $1\frac{1}{2}$ times the diameter of the hole for the plug.	...	...	0.50
(6)	Single full-fillet lap joints without plug welds	(a) For the attachment of heads convex to pressure to shells not over $\frac{5}{8}$ in. required thickness, only with use of fillet weld on inside of shell; or (b) for attachment of heads having pressure on either side, to shells not over 24 in. inside diameter and not over $\frac{1}{4}$ in. required thickness with fillet weld on outside of head flange only.	...	...	0.45

¹ See Pars. UW-12(a) and UW-51.² See Pars. UW-12(b) and UW-52.³ The maximum allowable joint efficiencies shown in this column are the weld joint efficiencies multiplied by 0.80 (and rounded off to the nearest 0.05), to effect the basic reduction in allowable stress required by this Division for welded vessels that are not spot examined. See Par. UW-12 (c).⁴ Joints attaching hemispherical heads to shells are excluded.

ANEXO 5

METACRILATO

Características



- Mayor transparencia que la del cristal.
- Rígido como la madera.
- Pesa menos de la mitad que el vidrio.
- Superficie tan dura como la del aluminio.
- Entre 10 y 20 veces más resistente al impacto que el cristal.
- Es el plástico más resistente a la intemperie que existe.
- Margen continuado de temperaturas desde -90°C hasta $+85^{\circ}\text{C}$.
- Gran transparencia. (Transmitancia en el sector visible del 92%).



Aplicaciones



- Construcción:
- Mamparas para oficinas, piscinas, aseos.
- Plafones, claraboyas, lucernarios, vitrinas y mostradores.
- Protección contra máquinas e instalaciones industriales.
- Luminotecnia:
- Anuncios luminosos, señales de tráfico.
- Aparatos de alumbrado, paneles difusores y plafones, techos y columnas luminosas...
- Medicina:
- Incubadoras, **ventanillas en cámaras de presión**, mesas de operación, aparatos de respiración controlada, recipientes especiales, ...
- Óptica:

- Gafas, lentes, filtros solares y fotográficos...

PROPIEDADES METACRILATO
(Valores tipo a 23°C y 50% de humedad relativa)

PROPIEDADES MECANICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Densidad	DIN53479	g/c m ³	1.19	1.19
Resistencia al impacto Charpy	ISO 179 1/D	kJ/ m ²	15	15
Resistencia al impacto con entalladura (Izod)	ISO 180 1/A	kJ/ m ²	1.6	1.6
Resistencia a la tracción (-40 °C)	DIN53455	Mpa	110	100
Resistencia a la tracción (+23 °C)	DIN53455	Mpa	80	72
Resistencia a la tracción (+70 °C)	DIN53455	Mpa	40	35
Estiramiento a rotura	DIN53455	%	5.5	4.5
Coeficiente de Poisson	-	-	0.45	0.45
Resistencia a la flexión Probeta standard (80x10x4mm)	DIN53452	Mpa	115	105
Tensión por compresión	DIN53454	Mpa	110	103
Tensión de seguridad max. (hasta 40° C)	-	Mpa	5...10	5...10
Módulo de elasticidad E (Corto/largo plazo)	DIN 53457	Mpa	3300/3200	3300/3200
Módulo de torsión G en 10 Hz	DIN53445	Mpa	1700	1700
Resistencia a la fatiga en test de doblado alternativo aprox. a 10 ciclos (probeta con entalladura/sin entallad)	-	Mpa	40 / 20	30 / 10
Dureza brinell H961/30	ISO 2039-1	Mpa	200	190
Resistencia a la abrasión con 1.600 gr. de abrasivo	Similar ASTM-D673 44	%	98	98
Coeficiente de fricción plástico sobre plástico	-		0.80	0.80
Coeficiente de fricción plástico sobre acero	-		0.50	0.50
Coeficiente de fricción acero sobre plástico	-		0.45	0.45

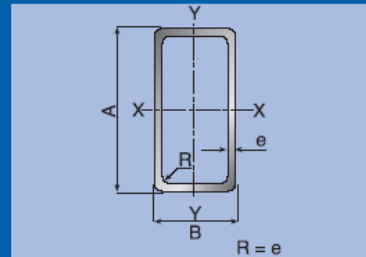
ANEXO 6

5.2 PERFILES RECTANGULARES

ASTM A-500

ESPECIFICACIONES GENERALES

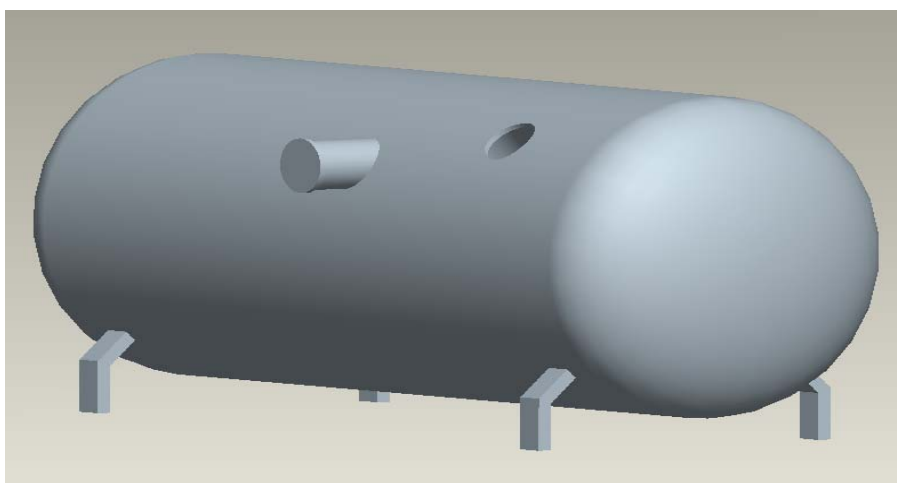
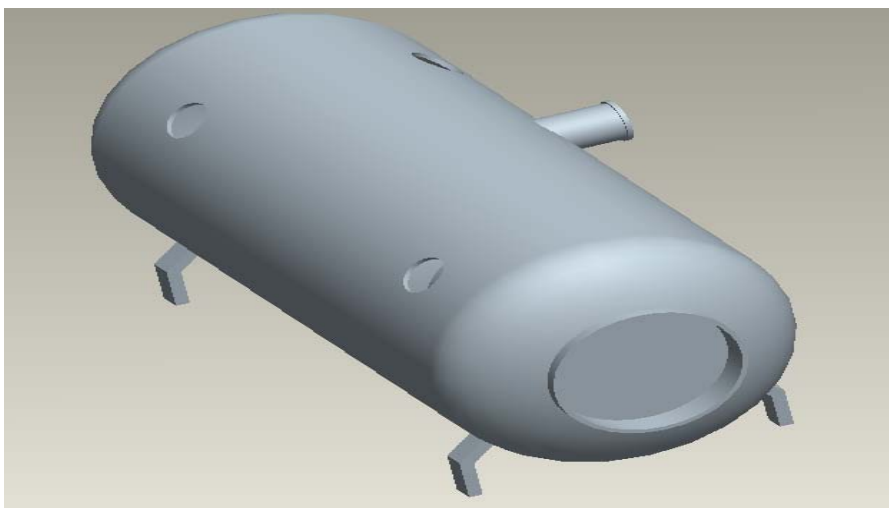
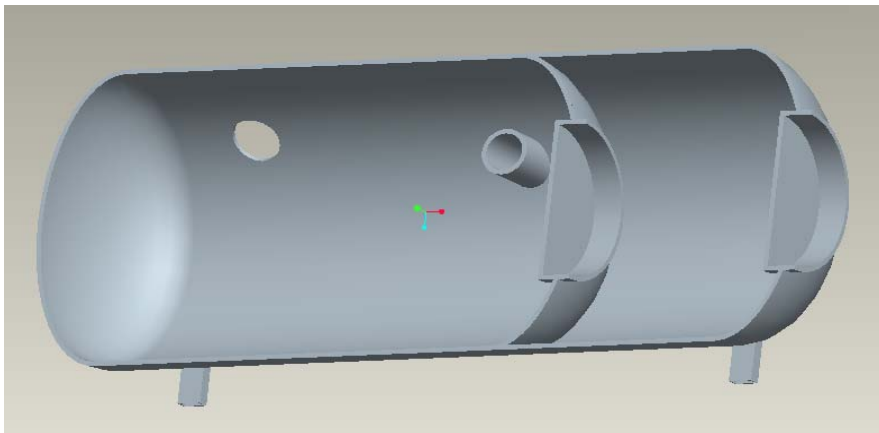
Largo Normal : 6 m. Otros largos previa consulta.
 Recubrimiento : Negro.
 Terminación : Extremos lisos de máquina
 Calidades normales : A42-27ES•A37-24ES•SAE1010•SAE1008
 Otras dimensiones : A pedido, previa consulta a CINTAC.



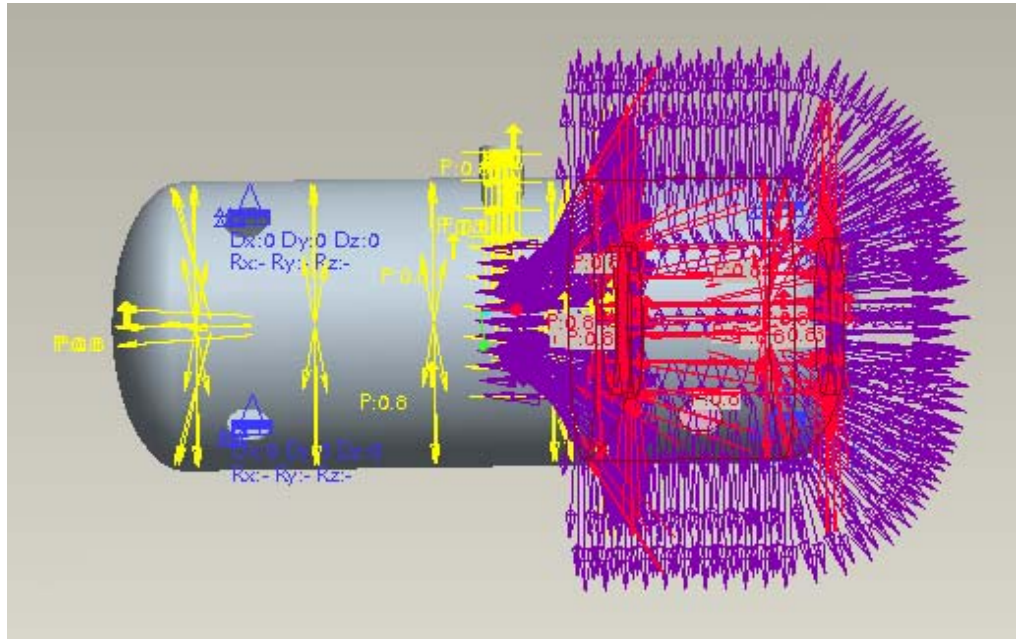
Dimensiones			Peso Teórico kgf/m	Área		EJE X-X				EJE Y-Y			
A	B	e		A	I	W	i	I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm		cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
20	10	1	0,42	0,53	0,25	0,25	0,69	0,08	0,17	0,39			
	10	1,5	0,59	0,75	0,32	0,32	0,66	0,10	0,21	0,37			
25	15	1	0,58	0,73	0,59	0,48	0,90	0,27	0,36	0,60			
	15	1,5	0,83	1,05	0,80	0,64	0,87	0,35	0,47	0,58			
	15	2	1,05	1,34	0,95	0,76	0,84	0,41	0,55	0,56			
30	20	1	0,73	0,93	1,15	0,77	1,11	0,61	0,61	0,81			
	20	1,5	1,06	1,35	1,58	1,05	1,08	0,84	0,84	0,79			
	20	2	1,36	1,74	1,93	1,28	1,05	1,01	1,01	0,76			
40	20	1	0,89	1,13	2,33	1,17	1,43	0,79	0,79	0,84			
	20	1,5	1,30	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81			
	20	2	1,68	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79			
	30	1	1,05	1,33	3,09	1,55	1,52	1,99	1,33	1,22			
	30	1,5	1,53	1,95	4,37	2,19	1,50	2,80	1,87	1,20			
	30	2	1,99	2,54	5,48	2,74	1,47	3,50	2,33	1,17			
50	20	1	1,05	1,33	4,08	1,63	1,75	0,97	0,97	0,85			
	20	1,5	1,53	1,95	5,76	2,31	1,72	1,35	1,35	0,83			
	20	2	1,99	2,54	7,22	2,89	1,69	1,66	1,66	0,81			
	30	1	1,20	1,53	5,28	2,11	1,86	2,41	1,61	1,25			
	30	1,5	1,77	2,25	7,53	3,01	1,83	3,41	2,27	1,23			
	30	2	2,31	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21			
	30	3	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16			
60	40	2	2,93	3,74	18,39	6,13	2,22	9,81	4,91	1,62			
	40	3	4,25	5,41	25,31	8,44	2,16	13,38	6,69	1,57			
	40	4	5,45	6,95	30,83	10,28	2,11	16,15	8,08	1,52			
70	30	2	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25			
	30	3	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20			
	30	4	5,45	6,95	37,07	10,59	2,31	9,30	6,20	1,16			
80	40	2	3,56	4,54	37,33	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67			
	40	3	5,19	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,74	1,63			
	40	4	6,71	8,55	64,59	16,15	2,75	21,33	10,67	1,58			
100	50	2	4,50	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11			
	50	3	6,60	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07			
	50	4	8,59	10,59	133,88	26,78	3,50	44,76	17,90	2,02			
	50	5	10,48	13,36	157,70	31,54	3,44	52,09	20,83	1,97			
150	50	2	6,07	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19			
	50	3	8,96	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15			
	50	4	11,73	14,95	380,98	50,80	5,05	65,92	26,37	2,10			
	50	5	14,41	18,36	455,54	60,74	4,98	77,40	30,96	2,05			
200	70	4	16,13	20,55	968,54	96,85	6,87	185,17	52,91	3,00			
	70	5	19,90	25,36	1172,89	117,29	6,80	221,55	63,30	2,96			
	70	6	23,58	30,03	1362,69	136,27	6,74	254,26	72,65	2,91			

Nota: Los productos que aparecen sobre fondo de color oscuro pueden ser fabricados a pedido.

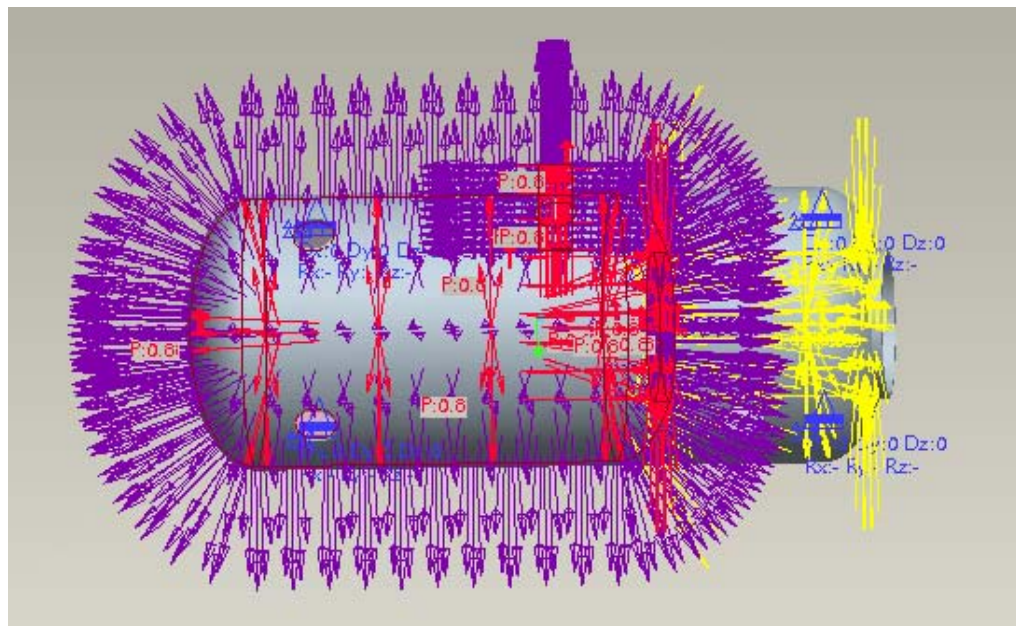
ANEXO 7

MODELADO MEF CÁMARA HIPERBÁRICA.

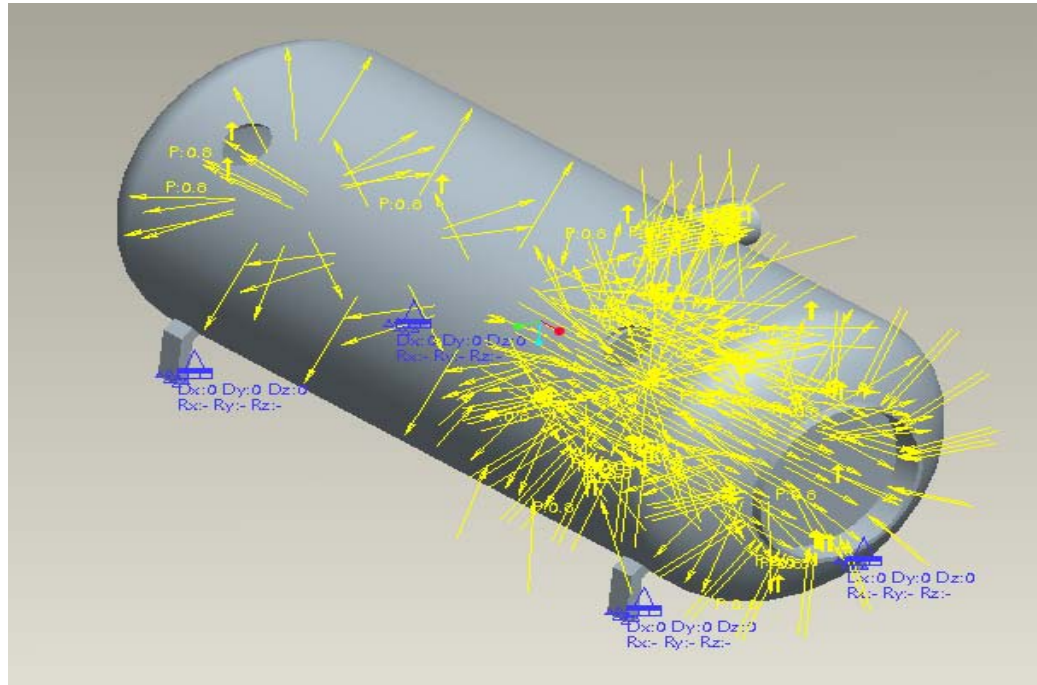
ASIGNACIÓN DE PRESIÓN EN ANTECÁMARA.



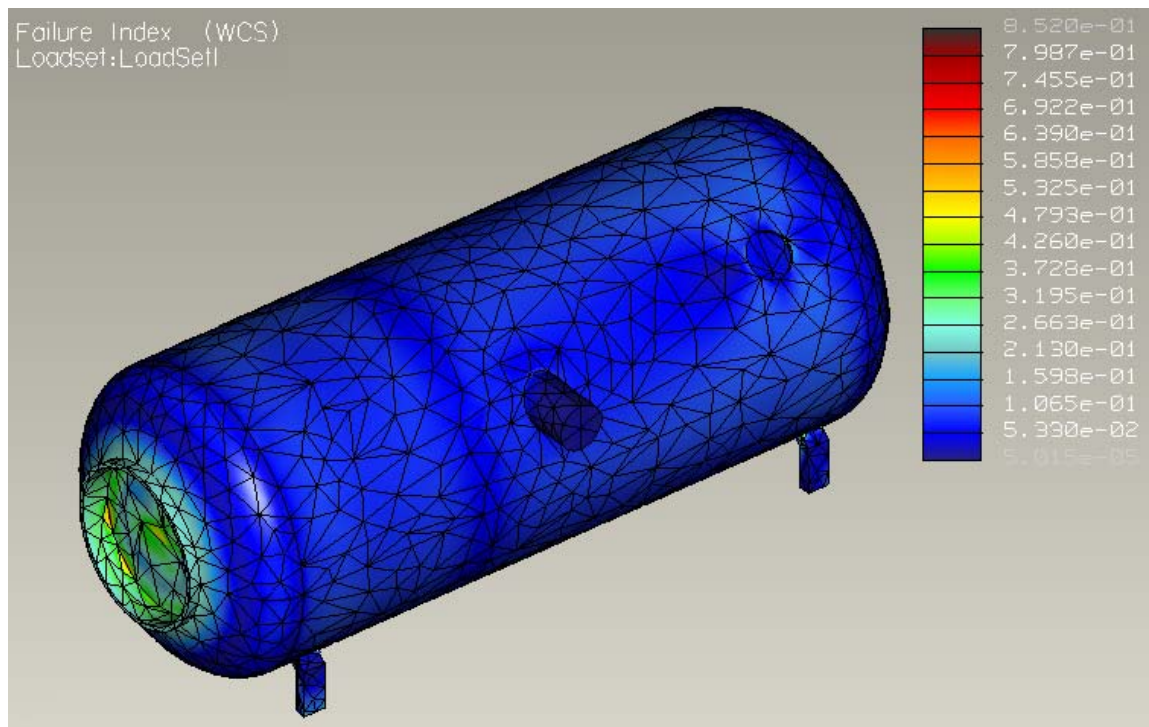
ASIGNACIÓN DE PRESIÓN EN CÁMARA.



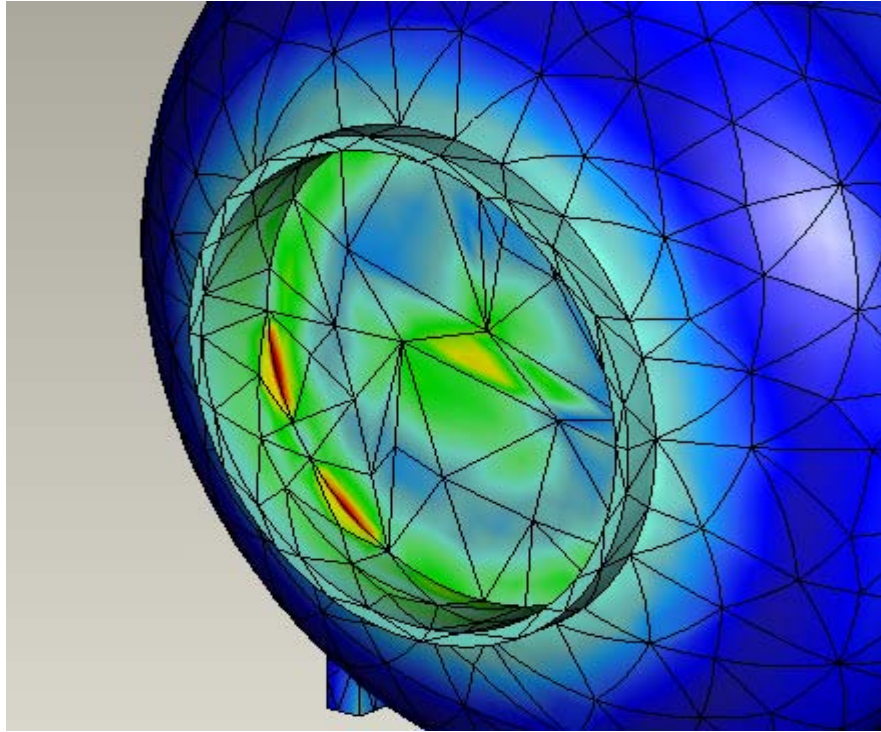
SIMPLIFICACIÓN DE CARGAS.



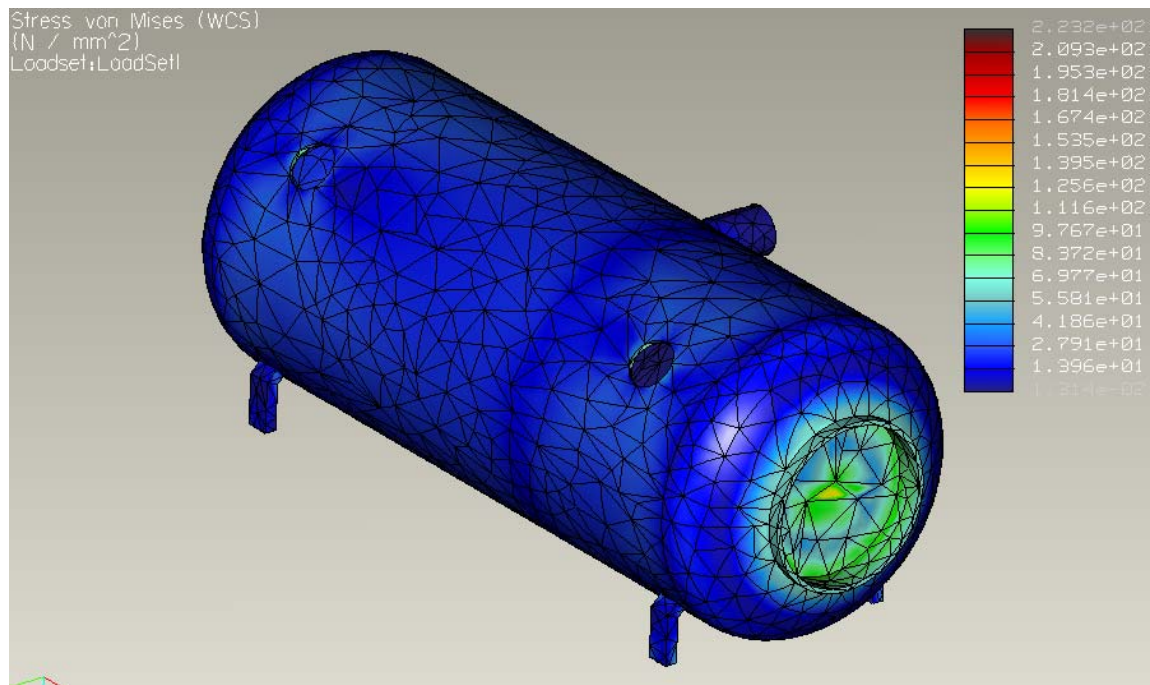
ANÁLISIS ÍNDICE DE FALLA.

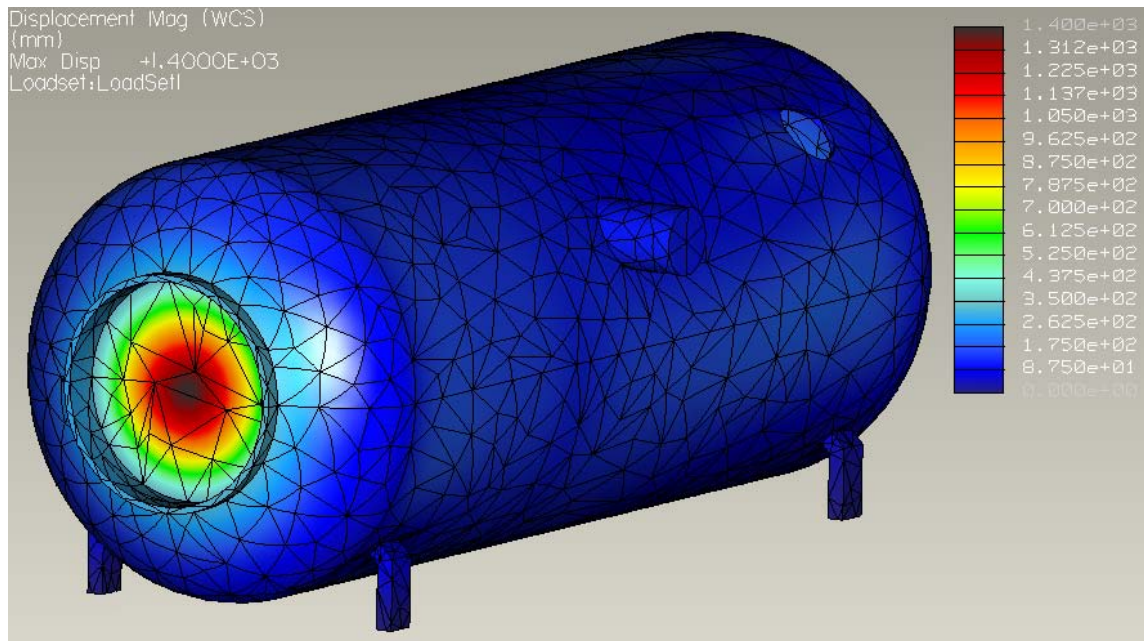
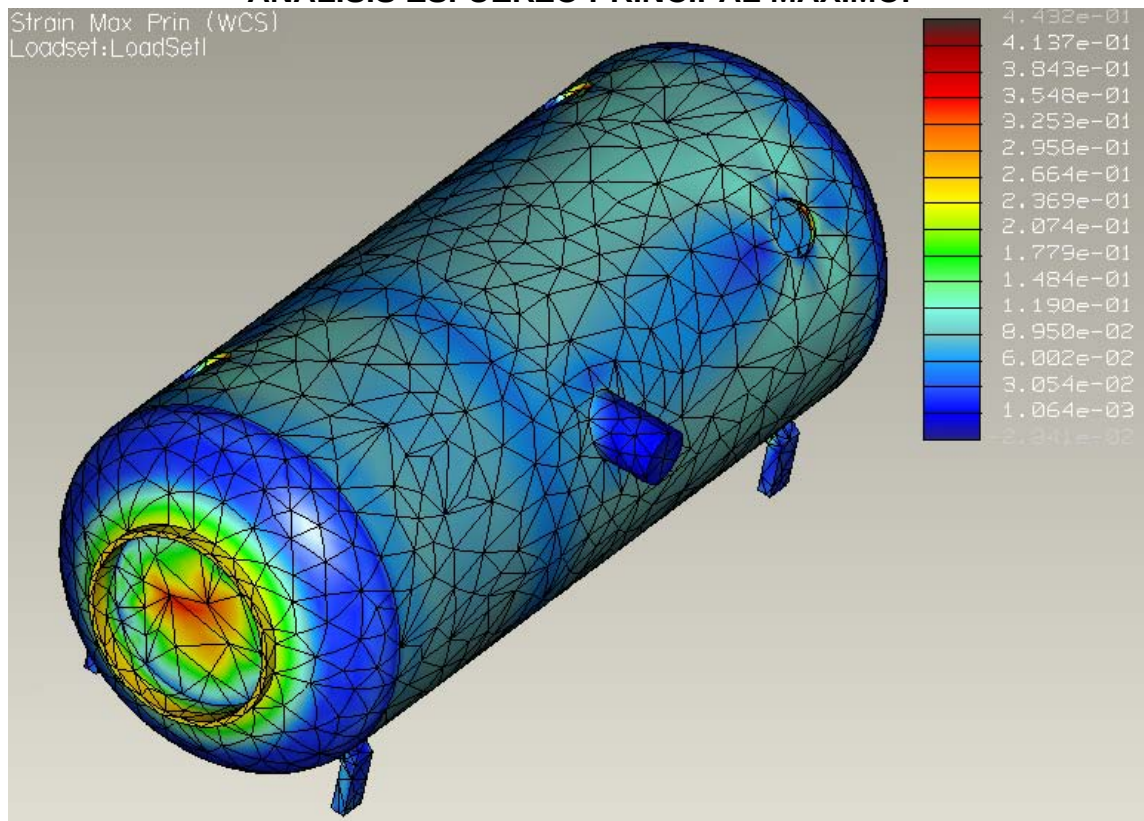


ZOOM CONCENTRACIÓN DE TENSIONES EN ESCOTILLA DE INGRESO.



ANÁLISIS ESFUERZO VON MISES.

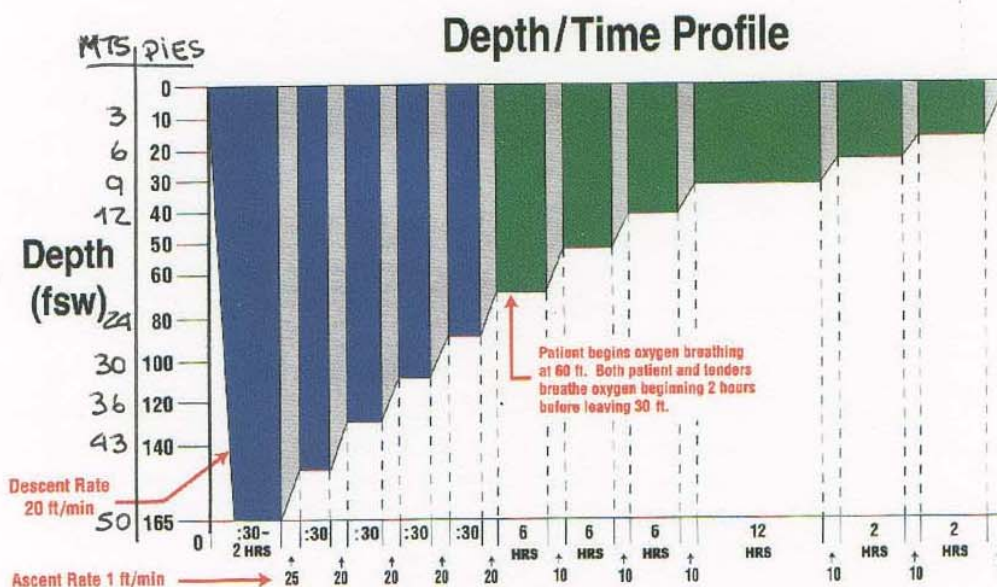


ANÁLISIS DESPLAZAMIENTO.**ANÁLISIS ESFUERZO PRINCIPAL MÁXIMO.**

ANEXO 8

Treatment Table 4

1. Descent rate — 20 ft/min.
2. Ascent rate — 1 ft/min.
3. Time at 165 feet includes time from the surface.
4. If only air is available, decompress on air. If oxygen is available, patient begins oxygen breathing upon arrival at 60 feet with appropriate air breaks. Both tender and patient breathe oxygen beginning two hours before leaving 30 feet.
5. Ensure life support considerations can be met before committing to Table 4. Internal chamber temperature should be below 85°F.
6. If oxygen breathing is interrupted, no compensatory lengthening of the table is required.
7. If switching from Treatment Table 6A or 3 at 165 feet, stay a maximum of two hours at 165 feet before decompressing.
8. If the chamber is equipped with a high-O₂ treatment gas, it may be administered at 165 fsw, not to exceed 2.8 ata O₂. Treatment gas is administered for 25 minutes interrupted by 5 minutes of air.



Breathing Media
= Oxygen = Air

Total Elapsed Time:
39 Hours 6 Minutes
(30 minutes at 165 fsw)
to 40 hours 36 minutes
(2 hours at 165 fsw)

ANEXO 9



Pol. Ind. La Vega
C/. Archidona, nave 19
29650-MIJAS COSTA. Málaga.
Tlf: 34+95 247.32.55 and 34+95 247.31.94
Fax: 34+952. 81.73.72
<http://www.marinevision.com>
e-mail: head-office@marinevision.com

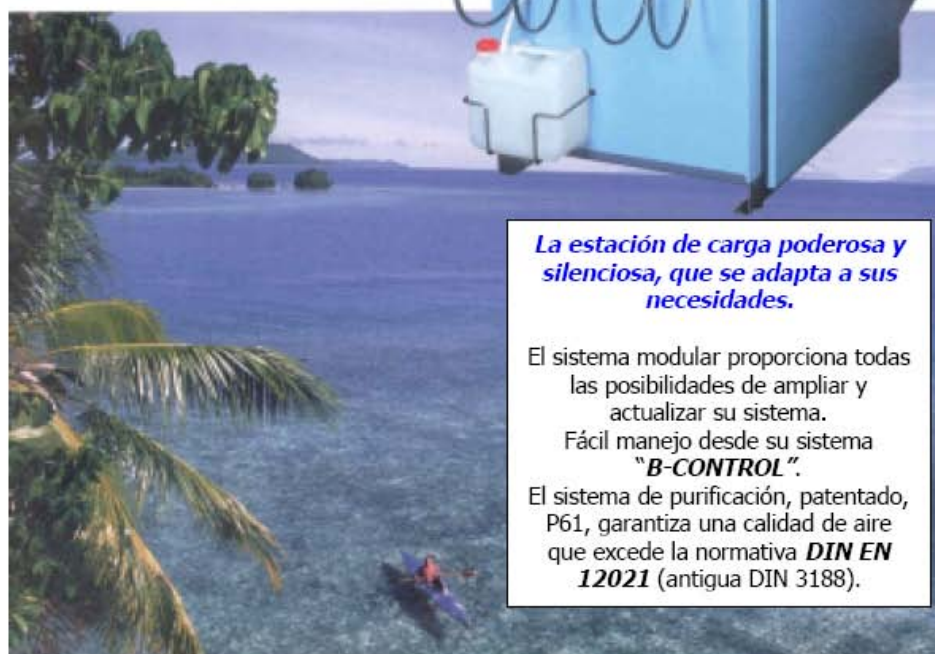
BAUER
KOMPRESSOREN

VERTICUS 5

*“La Estación de Carga
Profesional Insonorizada”*

New!

260 - 630 l/min



La estación de carga poderosa y silenciosa, que se adapta a sus necesidades.

El sistema modular proporciona todas las posibilidades de ampliar y actualizar su sistema.

Fácil manejo desde su sistema **“B-CONTROL”**.

El sistema de purificación, patentado, P61, garantiza una calidad de aire que excede la normativa **DIN EN 12021** (antigua DIN 3188).



Pol. Ind. La Vega
C/. Archidona, nave 19
29650-MIJAS COSTA, Málaga.
Tlf: 34+95 247.32.55 and 34+95 247.31.94
Fax: 34+952. 81.73.72
<http://www.marinevision.com>
e-mail: head-office@marinevision.com

POTENTE Y DINÁMICA.

Su sistema modular, permite configurar la unidad según las necesidades del usuario, pudiendo ampliar de manera fácil el equipo con otros complementos como: Sistema *SECURUS*, Paneles de Llenado, Botellas de Almacenamiento, etc.



Detalle del bloque



B-CONTROL pantalla LCD



SSC dispositivo de condensados

ROBUSTO Y DE LARGA VIDA.

Nuevo

- **Segmentos fabricados en un nuevo material plástico** de última generación, rodamientos de categoría industrial y cilindros de alta resistencia que proporcionan una vida útil muy larga y sin problemas mecánicos.

Nuevo

- **Nuevo sistema de lubricación a baja presión** que permite un mayor rendimiento y durabilidad mecánica de los componentes.

Nuevo

- **Serpentines y tuberías de acero Inoxidable**, para mejorar la resistencia a la corrosión.

Nuevo

- **Dispositivo de llenado con sistema de seguridad** que impide que los latiguillos se presuricen accidentalmente. Como opción los grifos de carga, pueden ser instalados en la propia unidad, para ahorrar espacio.

Nuevo

- **El sistema B-CONTROL**, permite configurar el sistema según las necesidades. Fácil manejo a través de su pantalla LCD, programadas para 7 idiomas diferentes, permite como opción, interconectar varias unidades, para gestión de recursos.

DRENAJE LIMPIO Y SILENCIOSO DE CONDENSADOS.

- **El tanque SSC**, con filtro silenciador, evita malos olores y facilita el manejo de los condensados.
- El **sistema de purgas automáticas** forma parte del equipamiento standard.
- **Marine Visión**, garantiza en España, el servicio técnico de reparaciones y mantenimiento, así como el servicio posventa de repuestos y consumibles. **Línea directa con nuestros técnicos.**

DATOS TÉCNICOS

MODELO	F . A . D .		PRESION DE TRABAJO MAXIMA		r.p.m	MOTOR	SISTEMA FILTRO	P E S O APROXIMADO		MEDIDAS		
	L/M	cfm	bar	psi		Kw		Kg	Lbs	L	A	H
V 12.14 - 5,5 - 5	260	9,2	330	4700	1120	5,5	P61 O P81	420	925	148	83	152
V 12.14 - 7,5 - 5	320	11,5	330	4700	1390	7,5		425	935			
V 150 - 11 - 5	520	18,5	330	4700	1320	11		465	1020			
V 180 - 15 - 5	630	22	330	4700	1320	15		480	1050			

Nivel Sonoro: @1m/3'dB(A) = 72dB(A) +/- 2dB(A)



Distribuidor para España:
Marine Visión, S.L.
Polígono Industrial la Vega, Nave 19
29650-Mijas Costa, Málaga.
Tlf: 952.47.32.30
Fax: 952.58.55.45
www.marinevision.com

ANEXO 10



Pol. Ind. La Vega
C/. Archidona, nave 19
29650-MIJAS COSTA. Málaga.
Tlf: 34+95 247.32.55 and 34+95 247.31.94
Fax: 34+952. 81.73.72
<http://www.marinevision.com>
e-mail: head-office@marinevision.com

BAUER
KOMPRESSOREN

MARINER 320

"El Poder Móvil"

New!
STAINLESS

320 l/min

Con un caudal de 320 l/m, el nuevo **MARINER 320**, es el compresor portátil más potente del mercado, teniendo en cuenta sus prestaciones y tamaño.

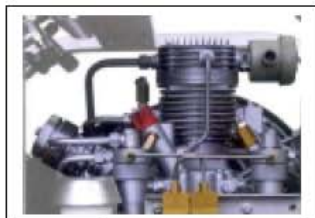
El **MARINER 320**, es la alternativa perfecta para *Centros de Buceo y Empresas de Trabajos Submarinos* con un alto consumo de aire.

Este nuevo modelo está construido con materiales resistente a la corrosión, permitiendo un alto rendimiento y durabilidad en condiciones adversas.



Pol. Ind. La Vega
C/. Archidona, nave 19
29650-MIJAS COSTA. Málaga.
Tlf: 34+95 247.32.55 and 34+95 247.31.94
Fax: 34+952. 81.73.72
<http://www.marinevision.com>
e-mail: head-office@marinevision.com

NUEVO MARINER 320, "IDEAL EN CUALQUIER DISCIPLINA".



Detalle del bloque



Reducción de vibraciones del motor



Nuevas asas de transporte



Super-Triplex P31

INDESTRUCTIBLE.

- **El bloque y sus componentes**, están diseñados tanto para uso periódico, como continuo.
- **Las nuevas 4 etapas** de compresión, junto a los rodamientos de categoría industrial, aseguran una larga vida útil, para todo tipo de usuarios que demanden grandes volúmenes de aire.
- **Tanto la primera etapa** como la última, están equipadas con segmentos fabricados con polímeros de última generación, que le confieren una resistencia sin precedentes, garantizados por varios centros de certificación y organismos independientes.
- **La bomba de aceite**, no necesita mantenimiento, y asegura una lubricación fiable.

RESISTENTE.

Nuevo

- **El nuevo chasis**, está construido en aluminio y ofrece una gran resistencia a la corrosión.

Nuevo

- **Los serpentines de refrigeración** están fabricados en acero inoxidable.

Nuevo

- **Nuevo sistema para la reducción de las vibraciones**, y correa autotensable.

MÓVIL.

Nuevo

- Con un peso de sólo 140 Kg y un caudal de 320 l/m. , se sitúa como el líder en compresores portátiles.

Nuevo

- Nuevas asas para transporte.

ECONÓMICO.

Nuevo

- El nuevo sistema de llenado **SUPER-TRIPLEX 31**, permite un llenado de hasta 230 botellas de inmersión, asegurando una calidad de aire acorde con cualquier norma.

Nuevo

- Como opción, puede venir equipado con el sistema de purificación **P41**, con mayor capacidad, con capacidad para llenar hasta 530 botellas por cartucho.

Nuevo

- El nuevo filtro de aceite, es de fácil sustitución y asegura que el aceite siga limpio tras cientos de horas de trabajo.

BAUER
KOMPRESSOREN



Distribuidor para España:

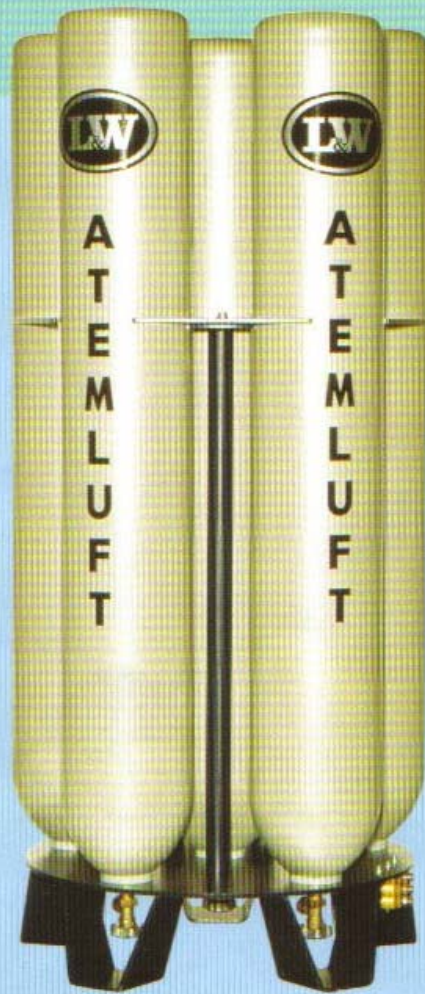
Marine Visión, S.L.
Polígono Industrial la Vega, Nave 19
29650-Mijas Costa. Málaga.
Tlf: 952.47.32.30
Fax: 952.58.55.45
www.marinevision.com

ANEXO 11

Botellas de almacenaje de 300 bar / 4350 psi

Certificado TÜV disponible. Ofrecemos un panel de carga especialmente diseñado para el sistema de carga en cascada.

Nuestros compresores pueden incorporar control automático para conectar y desconectar el compresor dependiendo de la presión de las botellas de almacenaje.



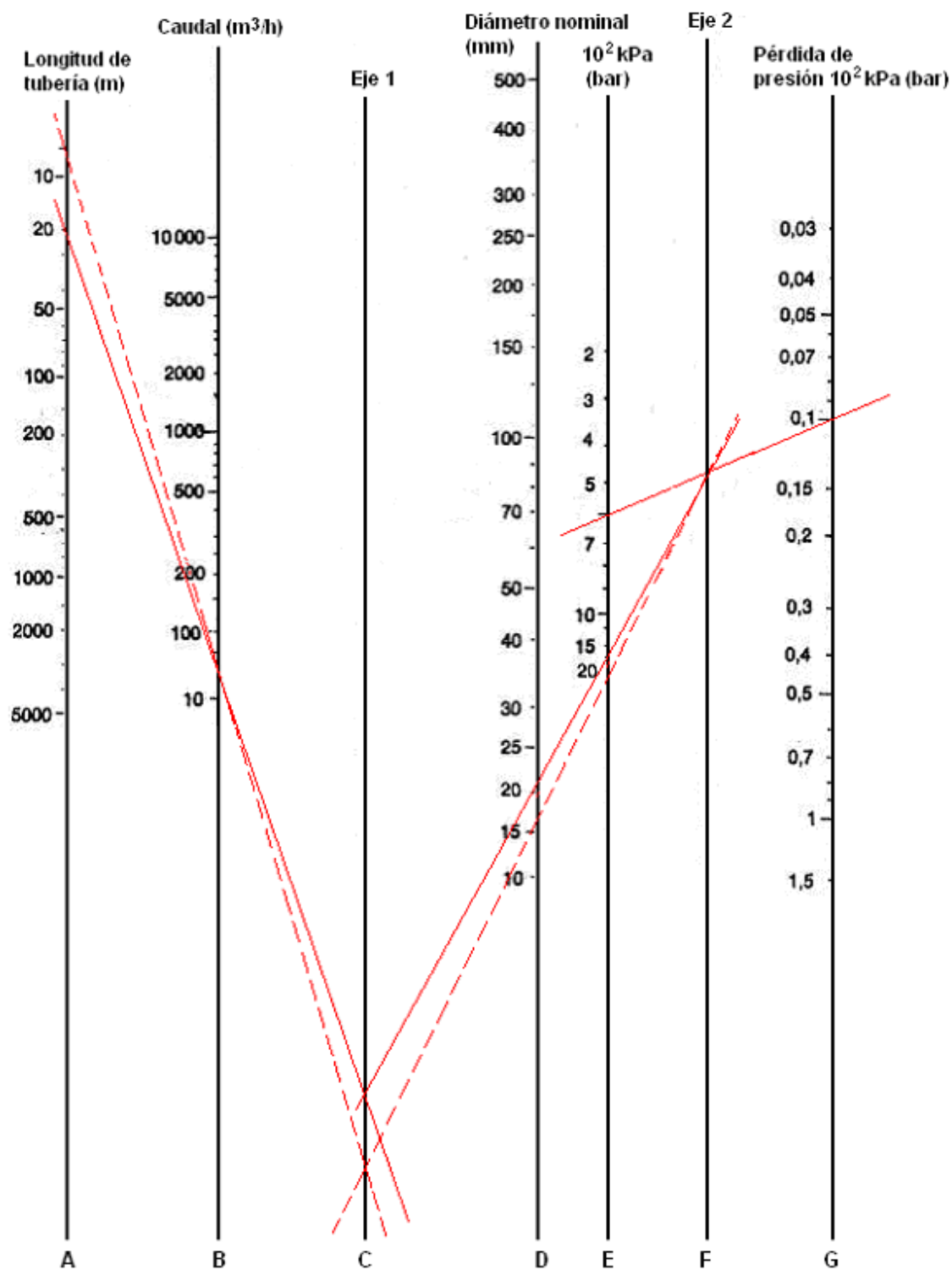
0.3937 pulgadas
1 pulgada
3.2809 pies
1 pie
1 pulgada cúbica
1 pie cúbico
14.5 psi

Bouteilles de
6 x 50 ltr
300 bar ($\approx 90 \text{ m}^3$)
botellas de 6 x 50 l
4350 psi / 300 bar
($\approx 90 \text{ m}^3$)

Bo
3 x
30
bo
43
($\approx$)

ANEXO 12

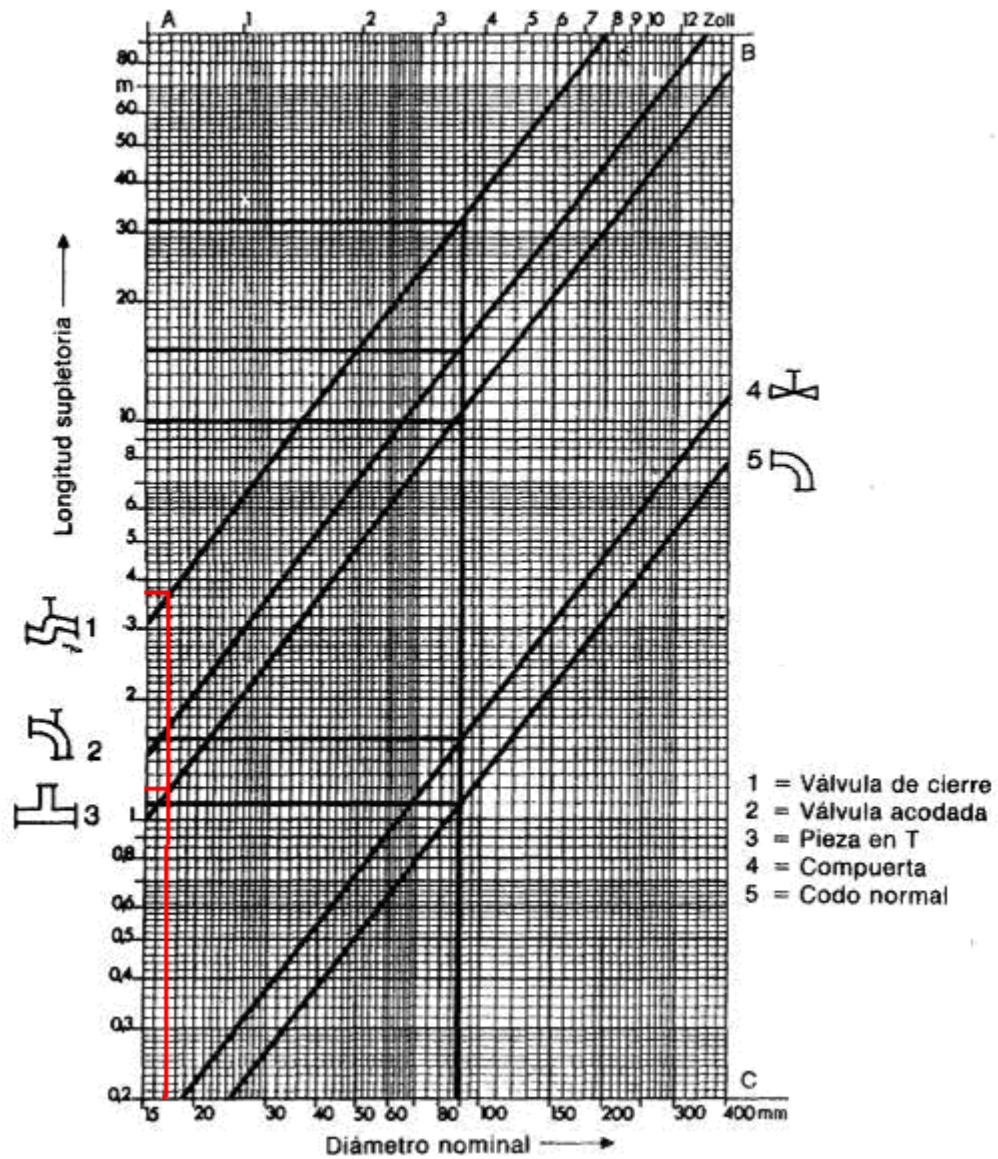
Nomograma diámetro tuberías.



Fuente: Manual de neumática de FMA Pokorny, Francfort.

ANEXO 13

Nomograma longitudes supletorias.



Fuente: Manual de neumática de FMA Pokorny, Francfort.

ANEXO 14

Especificaciones técnicas tuberías de cobre.

Tubo Rígido Tipo K

NACOBRE

"PRODUCTOS DE COBRE Y SUS ALEACIONES. -TUBOS DE COBRE SIN COSTURA PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA". (ASTM-B-88)

Color de Marcación: Verde Longitud del tramo: 6.10 m

Especificaciones:

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior			Espesor de pared			Peso promedio por tramo
	Real	Máximo	Mínimo	Real	Máximo	Mínimo	
6.35 mm	9.525 mm	9.550 mm	9.500 mm	0.889 mm	0.978 mm	0.800 mm	1.314 kg
1/4"	0.375"	0.376"	0.374"	0.035"	0.039"	0.031"	2.898 lb
9.5 mm	12.700 mm	12.725 mm	12.675 mm	1.245 mm	1.372 mm	1.118 mm	2.441 kg
3/8"	0.500"	0.501"	0.499"	0.049"	0.054"	0.044"	5.382 lb
12.7 mm	15.875 mm	15.900 mm	15.850 mm	1.245 mm	1.372 mm	1.118 mm	3.119 kg
1/2"	0.625"	0.626"	0.624"	0.049"	0.054"	0.044"	6.875 lb
19.0 mm	22.225 mm	22.250 mm	22.200 mm	1.651 mm	1.803 mm	1.499 mm	5.817 kg
3/4"	0.875"	0.876"	0.874"	0.065"	0.071"	0.059"	12.823 lb
25.0 mm	28.575 mm	28.613 mm	28.537 mm	1.651 mm	1.803 mm	1.499 mm	7.613 kg
1"	1.125"	1.126"	1.124"	0.065"	0.071"	0.059"	16.784 lb
32.0 mm	34.925 mm	34.963 mm	34.887 mm	1.651 mm	1.803 mm	1.499 mm	9.409 kg
1 1/4"	1.375"	1.376"	1.374"	0.065"	0.071"	0.059"	20.744 lb
38.0 mm	41.275 mm	41.326 mm	41.224 mm	1.829 mm	2.007 mm	1.651 mm	12.357 kg
1 1/2"	1.625"	1.627"	1.623"	0.072"	0.079"	0.065"	27.243 lb
51.0 mm	53.975 mm	54.026 mm	53.924 mm	2.108 mm	2.311 mm	1.905 mm	18.728 kg
2"	2.125"	2.127"	2.123"	0.083"	0.091"	0.075"	41.288 lb

Los valores mostrados son teóricos pudiendo variar de acuerdo a los rangos establecidos en la Norma de Fabricación.

Aplicaciones:

- Instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura.
- Oxígeno, aire, vapor, vacío y óxido nitroso entre otros

Presiones de trabajo interno (kg/cm²)

Tubo de Cobre Rígido Tipo K

TEMPERATURA DE SERVICIO									
DIÁMETRO		DIÁMETRO		10 C (50 F)			37.8 C (100 F)		
NOMINAL		EXTERIOR		S = 682.14			S = 421.94		
				kg/cm2			kg/cm2		
TIPO DE TUBERÍA									
pulg.	mm	pulg.	mm	M	L	K	M	L	K
1/4	6.35	3/8	9.525	87.	104.	122.	54.	64.	75.
				961	264	839	409	493	983
3/8	9.5	1/2	12.700	65.	88.	129.	40.	55.	79.
				131	952	198	287	022	916
1/2	12.7	5/8	15.875	56.	82.	101.	34.	50.	62.
				375	340	816	871	932	979
3/4	19	7/8	22.225	46.	66.	97.	28.	41.	60.
				473	389	264	746	065	163
1	25	1 1/8	28.575	38.	56.	74.	23.	34.	46.
				421	375	703	765	871	208
1	32	1 3/8	34.925	38.	50.	60.	23.	30.	37.
1/4				548	061	638	844	966	508
1	38	1	41.275	37.	46.	56.	23.	28.	34.
1/2		5/8		772	588	375	364	817	871
2	51	2	53.975	34.	41.	49.	21.	25.	30.
		1/8		056	424	550	066	623	649
2	64	2	66.675	31.	38.	45.	19.	23.	28.
1/2		5/8		234	264	351	320	668	052
3	76	3 1/8	79.375	28.	36.	43.	17.	22.	27.
				857	104	881	850	332	143
4	102	4 1/8	104.775	28.	33.	40.	17.	20.	25.
				584	389	975	681	653	345

Nota: Estos valores están basados en la resistencia del tubo únicamente y son aplicables a los sistemas en los que se usan uniones mecánicas adecuadas.

Los valores de las presiones de trabajo arriba calculados están en kg/cm², si se desea obtener dicha presión en Lb/pulg² multiplicar la cantidad deseada por 14.22

ANEXO 15

Smith's Cutting & Welding Oxygen Regulators

Oxygen Regulators

Single Stage - Heavy Duty

- H1510A-540 All purpose regulator with check valve for welding & cutting.
 H1511A-540 Cutting regulator with check valve.
 H1512A-540 Welding regulator with check valve.

Stock Number	Delivery Pressure	Gauges (2½" dia.) ⁽¹⁾		Inlet Connection	Check Valve Outlet
		Inlet	Outlet		
H1510A-540	0-150 PSI 0-10 Kg/cm ²	4000 PSI 280 Kg/cm ²	200 PSI 14 Kg/cm ²	CGA540	H693 9/16" - 18 R.H. ("B")
H1511A-540	0-275 PSI 0-19 Kg/cm ²		400 PSI 28 Kg/cm ²		
H1512A-540	0-50 PSI 0-3.5 Kg/cm ²		60 PSI 4 KG/cm ²		

Single Stage - Medium Duty

- H1710A-540 All purpose oxygen welding and cutting regulator with check valve.

Stock Number	Delivery Pressure	Gauges (2" dia.)		Inlet Connection	Check Valve Outlet
		Inlet	Outlet		
H1710A-540	0-100 PSI 0-7 Kg/cm ²	4000 PSI 280 Kg/cm ²	150 PSI 10 Kg/cm ²	CGA540	H683D 9/16" - 18 R.H. ("B")

Single Stage - High Pressure

- Master regulator provides high delivery pressures and medium flows.
 Self-relieving regulator vents down stream pressure through the regulator.

Stock Number	Delivery Pressure	Gas Service	Inlet Connection	Outlet Connection
H1880-540	0-600 PSI	Oxygen	CGA540	1/4" NPT Internal
H1881-540	0-1000 PSI	Oxygen	CGA540	
H1882-580	0-600 PSI	Air, Argon, Helium, Nitrogen	CGA580	
H1883-580	0-1000 PSI		CGA580	

Two Stage - Heavy Duty

- H1610A-540 All purpose oxygen regulator with check valve.
 H1611A-540 Cutting oxygen regulator with check valve.

Stock Number	Delivery Pressure	Gauges (2½" dia.)		Inlet Connection	Check Valve Outlet
		Inlet	Outlet		
H1610A-540	0-150 PSI 0-10 Kg/cm ²	4000 PSI 280 Kg/cm ²	200 PSI 14 Kg/cm ²	CGA540	H693 9/16" - 18 R.H. ("B")
H1611A-540	0-275 PSI		400 PSI		

Contact Amron for full range brochure of Smith's Regulators for Cutting, Welding, and Brazing



H190



H195

Hard Hat™

Protect your regulators from costly placement with Smith's HARD HAT guards. Helps prevent costly equipment time and expensive gauge repair

For H1500 and H1600 Series Regulators. Made from rugged steel. Bright yellow finish.

Amron Order No.

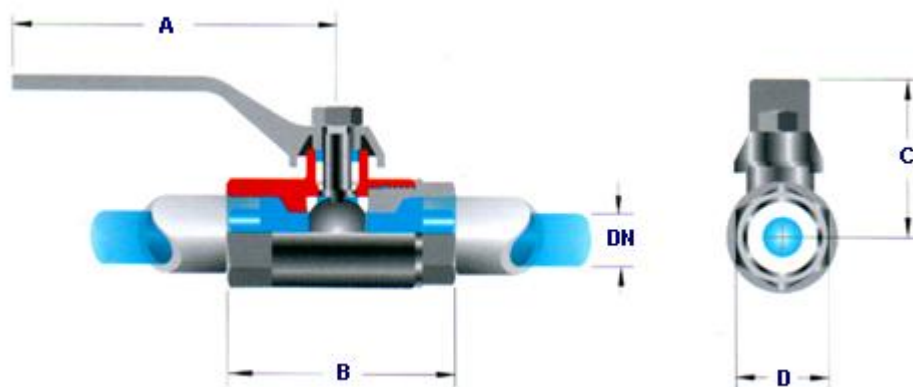
For H1700 Regulators. Made from Lexan® resin. Bright safety yellow.

Amron Order No.

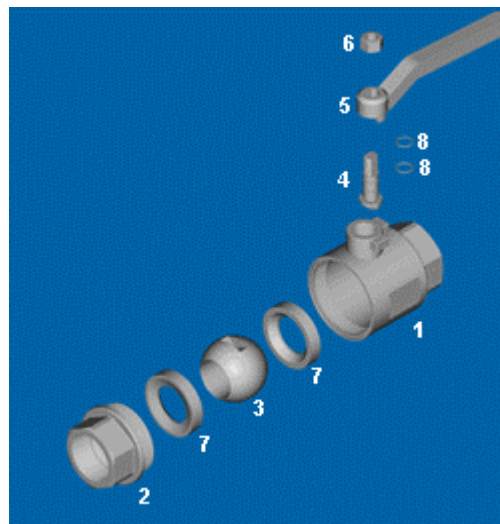
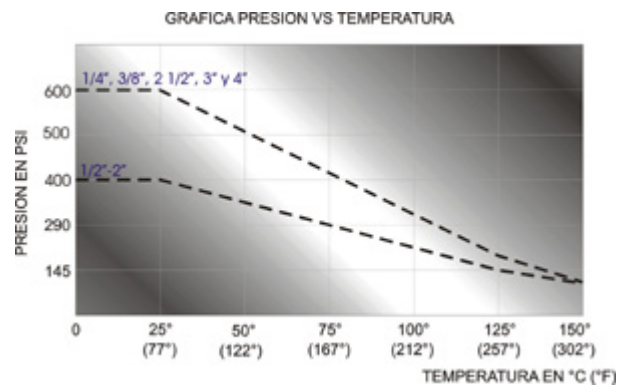
ANEXO 16

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VÁLVULAS DE BOLA WORCESTER.

SERIE 43. Válvula de latón, diseño económico de dos piezas. Para uso general de hasta 600 psi, disponible con asientos de PTFE. Tamaños desde ¼" hasta 4".



SERIE 43 1/4" - 4"											
TAMAÑO	(1/4")	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/4")	(1 1/2")	(2")	(2 1/2")	(3")	(4")
DN mm	8	10	15	20	25	32	40	50	62	75	100
A	75	75	75	75	110	110	110	140	175	250	250
B	46.00	46.00	44.50	65.00	74.00	84.00	84.00	94.00	129.50	146.00	181.00
C	44.00	44.00	46.00	47.50	63.00	63.00	68.50	85.00	126.00	154.00	173.50
D	22.00	22.00	25.00	31.00	38.00	48.00	54.00	67.00	81.00	95.00	122.00
WOG	600	600	400	400	400	400	400	400	600	600	600
PASO	TOTAL	TOTAL	RED.	RED.	RED.	RED.	RED.	RED.	TOTAL	TOTAL	TOTAL



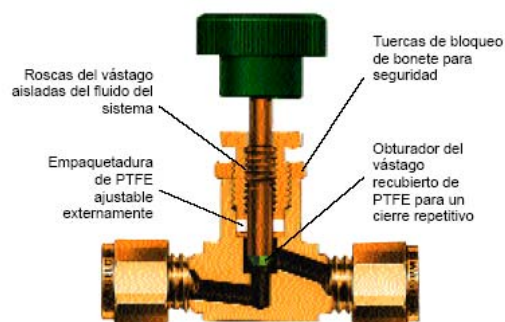
LISTADO DE PARTES SERIE 43 1/4" - 4"			
INDICE	CANT	DESCRIPCION	LATON
1	1	CUERPO	OT 58 CuPb2ZnSn
2	1	TAPON	OT 58 CuPb2ZnSn
3	1	BOLA	OT 58 CuPb2ZnSn
4	1	VASTAGO	AISI 316
5	1	MANERAL	AISI 1018-1020
6	1	TUERCA P/VASTAGO	SAE J 429 GR. 5
7	2	ASIENTO	PTFE
8	2	O-RING	VITON/NBR

ANEXO 17

Válvulas de aguja de bonete roscado

Serie JN

Características



- Presiones hasta 41,3 bar (600 psig)
- Temperaturas hasta 148°F (300°C)
- Modelos rectos y en ángulo
- Vástago en V (recubierto de PTFE) normalizado; vástago de regulación disponible
- Conexiones finales: extremos roscados macho y hembra NPT y BSP/ISO; racores Swagelok®
- Mandos opcionales de colores
- Diseños opcionales para montaje en panel

Materiales de construcción

Componente	Calidad/ Especificación ASTM
1 Mando	Fenólico verde
2 Tornillo de fijación	Aleación de acero ANSI B18.3
3 Bonete	Latón 360/B16
4 Tuerca de bloqueo	
5 Vástago ①	Bronce con silicona 661/B98
6 Casquillos (2)	Latón 260/B36
7 Empaquetadura	PTFE virgen
8 Cuerpo	Latón 377/B283

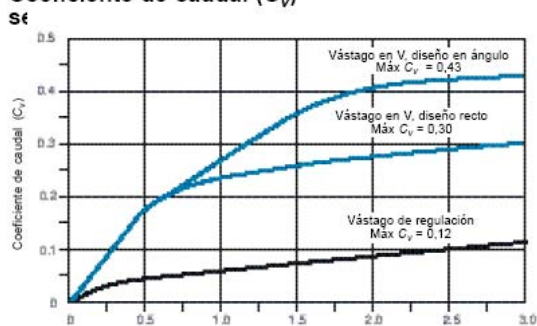
Los componentes húmedos se indican en cursiva.
Lubricante normalizado—Partes húmedas: Lubricante de base silicona; partes secas: lubricante de base disulfuro de molibdeno.
① Obturador recubierto de PTFE



Presión de trabajo

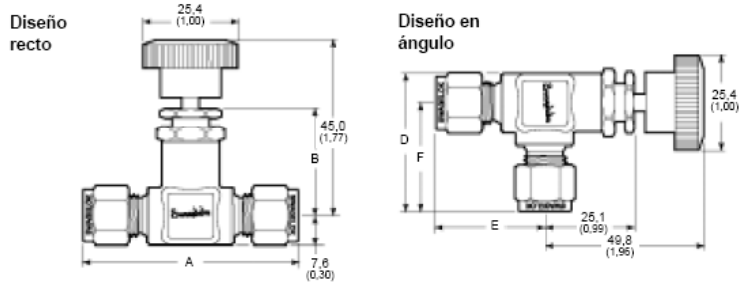
Nombre del material	Latón
Temperatura, °C (°F)	Presión de trabajo, bar (psig)
-40 (-40) a 37 (100)	41,3 (600)
93 (200)	29,2 (425)
148 (300)	17,2 (250)

Coefficiente de caudal (C_v)



Información de pedido y dimensiones

Seleccione la referencia deseada. Las dimensiones son en milímetros y pulgadas, como referencia únicamente y están sujetas a cambio.



Conexiones finales		Referencia	Dimensiones, mm (pulg)			
Tipo	Tamaño		Orificio	A	B	C
Diseño recto						
Racor Swagelok	1/8 pulg	B-2JN	2,1Ø (0,082)	57,7 (2,27)	30,0 (1,18)	—
	1/4 pulg	B-4JN	4,0 (0,156)	59,2 (2,33)		—
	3/8 pulg	B-6JN		61,5 (2,42)		—
	6 mm	B-6JN-MM		59,2 (2,33)		—
Macho NPT	1/8 pulg	B-2JN2	3,2 (0,125)	44,4 (1,75)		—
	1/4 pulg	B-4JN2	4,0 (0,156)	46,7 (1,84)		—
Macho NPT a racor Swagelok	1/8 pulg a 1/4 pulg	B-2/4JN1	3,2 (0,125)	51,1 (2,01)		—
	1/4 pulg a 1/4 pulg	B-4JN1	4,0 (0,156)	53,1 (2,09)		—
Macho cónico BSP/ISO	1/8 pulg	B-2N2-RT®	3,2 (0,125)	44,4 (1,75)		—
	1/4 pulg	B-4JN2-RT®	4,0 (0,156)	46,7 (1,84)		—
Hembra NPT	1/4 pulg	B-4JN4		54,1 (2,13)	28,7 (1,13)	—
Cónico hembra BSP/ISO	1/4 pulg	B-4JN4-RT®				—
Macho NPT a hembra NPT	1/4 pulg a 1/4 pulg	B-4JN5	—			
Diseño en ángulo				D	E	F
Racor Swagelok	1/8 pulg	B-2JNA	2,4Ø (0,094)	36,8 (1,45)	29,0 (1,14)	29,0 (1,14)
	1/4 pulg	B-4JNA	4,0 (0,156)	37,3 (1,47)	29,7 (1,17)	29,7 (1,17)
	3/8 pulg	B-6JNA		38,4 (1,51)	30,7 (1,21)	30,7 (1,21)
	6 mm	B-6JNA-MM		37,3 (1,47)	29,7 (1,17)	29,7 (1,17)
Macho NPT	1/8 pulg	B-2JNA2		30,0 (1,18)	22,4 (0,88)	22,4 (0,88)
	1/4 pulg	B-4JNA2		31,0 (1,22)	23,4 (0,92)	23,4 (0,92)
Macho NPT a racor Swagelok	1/4 pulg a 1/4 pulg	B-2/4JNA1		30,0 (1,18)	23,4 (0,92)	22,4 (0,88)
	1/8 pulg a 1/4 pulg	B-4JNA1		37,3 (1,47)	23,4 (0,92)	29,7 (1,17)

Selección fiable de un componente

Al seleccionar un componente, habrá que tener en cuenta el diseño global del sistema, para conseguir un servicio seguro y sin problemas. El diseñador de la instalación y el usuario son los responsables de la función del componente, de la compatibilidad de los materiales, de los rangos de operación apropiados, así como de la operación y mantenimiento del mismo.

Opciones

Vástago de regulación: Inserte una R después del indicador de la serie en la referencia.

Ejemplos: B-2JNR2 B-4JNAR



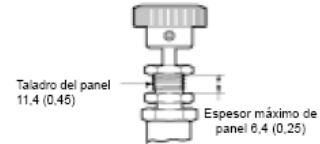
Mandos de colores: Añada el indicador de color como sufijo a la referencia.

Ejemplos: B-4JN-YW

Color	Indicador
Negro	-BK
Azul	-BL
Rojo	-RD
Amarillo	-YW

Montaje en panel: Añada -PM como sufijo a la referencia.

Ejemplo: B-2JNR2-PM



La opción de montaje en panel añade 9 mm (0.37 pulg) a la altura total de la válvula.

Pruebas

Cada válvula de aguja JN es probada en fábrica con nitrógeno a 6,8 bar (100 psig). Los asientos tienen un caudal de fugas máximo admisible de 0,1 cc/min estándar. La prueba de la ausencia de fugas detectables en la envoltura se ejecuta con un líquido detector de fugas con nitrógeno a 6,8 bar (100 psig).

Limpieza y embalaje

Cada válvula serie JN se somete a limpieza y embalaje según la especificación Swagelok SC-10.

- ⚠ Durante la vida útil de la válvula probablemente será necesario ajustar la empaquetadura.
- ⚠ Las válvulas que no sean actuadas durante un periodo de tiempo prolongado, pueden tener un par de accionamiento inicial más alto.

① El orificio es el diámetro del paso de caudal más estrecho.

② Las válvulas con conexiones finales RT cumplen con la norma ISO 7/1. Las descripciones siguientes corresponden a la rosca RT: DIN-2999, BS21 y JIS B0203.

Precaución: No mezclar ni intercambiar piezas con las de otros fabricantes.

Swagelok—TM Swagelok Company
© 2001 Swagelok Company
Impreso en EE.UU., MI
Marzo 2001, R2
MS-01-85S4

ANEXO 18

Air Silencers

Quietaire® Mufflers

Quietaire® Sintered Type Mufflers



Sintered type mufflers include cleanable 40-micron diffuser elements, compact design, and corrosion resistant construction.

Male Thread

Port Size NPT	Amron Order No.	Flow Factor Cv	Dimensions	
			Hex	Length
10-32	MS000A*	—	5/16	0.70 (18)
1/8	MS001A	0.7	7/16	1.13 (29)
1/4	MS002A	1.4	9/16	1.38 (35)
3/8	MS003A	1.9	11/16	1.50 (38)
1/2	MS004A	3.8	7/8	1.88 (48)
3/4	MS006A	6.5	1-1/16	2.25 (57)
1	MS008A	10.5	1-5/16	2.88 (73)
1-1/4	MS010A	11.8	1-11/16	3.25 (83)
1-1/2	MS012A	18.3	2	3.69 (94)

All dimensions listed in inches and mm.

Maximum Pressure 300 psig (20.7 bar)
Maximum Temperature 300° F. (149° C.)

**AMRON
INTERNATIONAL**

ANEXO 19

TD6-06

CONBRACO**VÁLVULA DE SEGURIDAD PARA VAPOR Y AIRE SERIE 19****Aplicación:**

Estas válvulas son usadas principalmente para no permitir la sobrepresión en procesos con vapor, aire o gas. Las válvulas de seguridad abren inmediatamente una vez que es alcanzada la presión de seteo y permanece abierta hasta que la presión en exceso es descargada y la presión del sistema desciende a un nivel inferior del prefijado en la válvula de seguridad.

Características:

- Presión máxima de ajuste 250 psi (275 psi servicio de aire).
- Tamaño de entrada y salida: 1/2" a 2 1/2". Hilo NPT.
- Asiento blando fácilmente reemplazable.
- Construcción de alta capacidad: doble asiento, paso completo.
- Cuerpo tapado provisto de drenaje de condensado.
- Con palanca para operación normal.

Materiales:

N	Parte	Material
1	Cuerpo	Bronce
2	Asiento	Teflón PFA fluorocarbono (resiste químicos corrosivos desde la caldera)
3	Resorte	Acero (a prueba de corrosión)
4	Tapa	Mezcla de aluminio

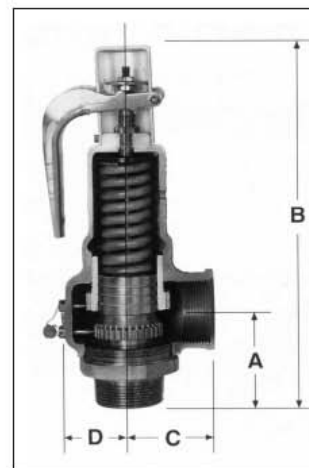
Norma de operación:

Código Asme. Código estampado con el símbolo "V".

La capacidad de descarga es 90% de la capacidad real a 3% de sobrepresión.

Dimensiones:

Nº	Orificio	Tamaño Entrada/salida	A	B	C	D	Peso Kg.
19-202	D	1/2" x 3/4"	1 25/32"	6 1/8"	1 23/64"	27/32"	1,50
19-301	D	3/4" x 3/4"	1 27/32"	6 3/16"	1 23/64"	27/32"	1,50
19-302	E	3/4" x 1"	1 61/64"	6 5/8"	1 3/4"	1 1/16"	1,90
19-401	E	1" x 1"	2 5/64"	6 3/4"	1 3/4"	1 1/16"	2,08
19-501	F	1 1/4" x 1 1/4"	2 7/16"	8 27/32"	2"	1 7/16"	4,05
19-601	G	1 1/2" x 1 1/2"	2 3/4"	10 1/4"	2 3/8"	1 11/16"	6,98
19-701	H	2" x 2"	11 11/32"	2 3/4"	2 1/16"	2 1/16"	11,33
19-801	J	2 1/2" x 2 1/2"	3 13/16"	14	3 1/2"	2 7/16"	19,80



ANEXO 20

Bourdon Tube Pressure Gauges Stainless Steel Series Model 232.50/233.50, without/with Liquid Filling

WIKA Data Sheet PM 02.02



Applications

- With liquid filled case for applications with high dynamic pressure pulsations or vibrations
- Suitable for corrosive environments and gaseous or liquid media that will not obstruct the pressure system
- Process industry: chemical/petro-chemical, power stations, mining, on- and offshore, environmental technology, mechanical engineering and plant construction

Special Features

- Excellent load-cycle stability and shock resistance
- All stainless steel construction
- Approval German Lloyd and Gosstandart
- Scale ranges up to 0 ... 1600 bar



Bourdon Tube Pressure Gauge Model 232.50

Description

Design

EN 837-1

Nominal size

63, 100 and 160 mm

Accuracy class

63 mm: 1.6

100, 160 mm: 1.0

Scale ranges

63 mm: 0 ... 1 to 0 ... 1000 bar

100 mm: 0 ... 0.6 to 0 ... 1000 bar

160 mm: 0 ... 0.6 to 0 ... 1600 bar

or other equivalent units of pressure or vacuum

Working pressure

63 mm:	Steady:	$\frac{3}{4}$ of full scale value
	Fluctuating:	$\frac{2}{3}$ of full scale value
	Short time:	full scale value
100, 160 mm:	Steady:	full scale value
	Fluctuating:	0.9 x full scale value
	Short time:	1.3 x full scale value

Operating Temperature

Ambient:	-40 ... +60 °C without liquid filling
	-20 ... +60 °C gauges with glycerine filling
Medium:	+200 °C maximum without liquid filling
	+100 °C maximum with liquid filling

Temperature effect

When temperature of the pressure element deviates from reference temperature (+20 °C):
max. ± 0.4 %/10 K of true scale value

Ingress protection

IP 65 per EN 60 529 / IEC 529

Standard features

Pressure connection

Material: stainless steel 316L

Lower mount (LM) or lower back mount (LBM)

63 mm: G ¼ B (male), 14 mm flats

100, 160 mm: G ½ B (male), 22 mm flats

Pressure element

Material: stainless steel 316L

< 100 bar: C-type

≥ 100 bar: helical type

Movement

Stainless steel

Dial

White aluminium with black lettering,
63 mm with pointer stop pin

Pointer

Black aluminium

Case

Natural finish stainless steel, with pressure relief in case top
(63 mm) or in case back (100 and 160 mm),
ranges ≤10 bar with compensating valve to vent case

Window: Laminated safety glass

Bezel ring: Cam ring (bayonet type), natural finish stainl. steel

Liquid filling (for model 233.50): Glycerine 99.7 %

Special versions

Ammonia gauges (100 and 160 mm)

Scale in °C for refrigerant R 717 (NH₃),

Pressure ranges: -1 ... 0 ... 15 bar or -1 ... 0 ... 26 bar

Dimensions in mm

NS	Dimensions in mm											Weight in kg	
	a	b	b ₁	b ₂	D ₁	D ₂	e	f	G	h ± 1	SW	Mod. 232.50	Mod. 233.50
63	9.5	33	33	57	63	62	11.5	- 1)	G ¼ B	54	14	0.16	0.20
100	15.5	49.5	49.5	83	101	99	17.5	30	G ½ B	87	22	0.60	0.90
160	15.5	49.5 3)	49.5 2)	83 2)	161	159	17.5	50	G ½ B	118	22	1.10	2.00

Standard pressure entry with parallel thread and sealing to EN 837-1 / 7.3

1) Centre back pressure entry (CBM)

2) Plus 16 mm with pressure ranges ≥ 100 bar

3) Plus 16 mm with pressure range 1600 bar

Ordering information

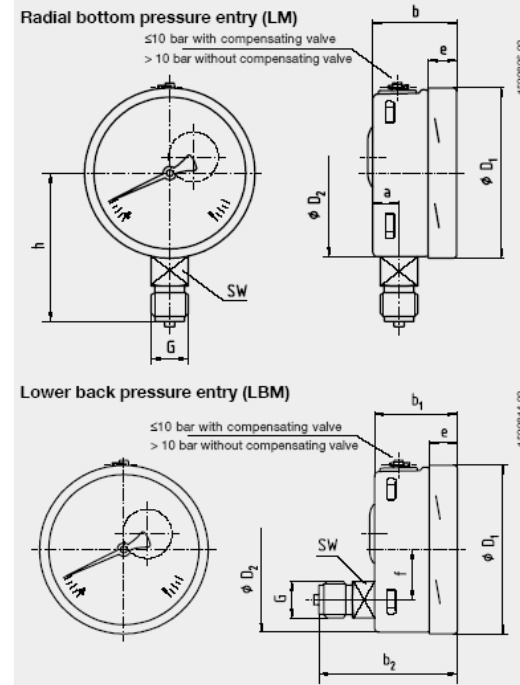
Pressure gauge model / Nominal size / Scale range / Size and location of connection / Optional extras required

Modifications may take place and materials specified may be replaced by others without prior notice.
Specifications and dimensions given in this leaflet represent the state of engineering at the time of printing.

Optional extras

- Other pressure connection
- Monel pressure system (model 26X.50)
- Pressure system stainless steel 1.4571
- 3-hole surface or panel mounting flange, stainless steel
- 3-hole panel mounting flange, stainless steel, polished
- Triangular bezel, stainless steel, polished, with clamp
- Ambient temperature -40 °C: silicon oil filling
- Alarm contacts (see data sheet AC 08.01)
- Transmitter (model 232.30 with combined transmitter model 89X.34, see data sheets PM 02.04 and AE 08.02)

Standard version



WIKAL Alexander Wiegand GmbH & Co. KG
 Alexander-Wiegand-Straße 30
 63911 Klingenberg/Germany
 Phone (+49) 93 72/132-0
 Fax (+49) 93 72/132-406
 E-Mail info@wika.de
 www.wika.de

ANEXO 21

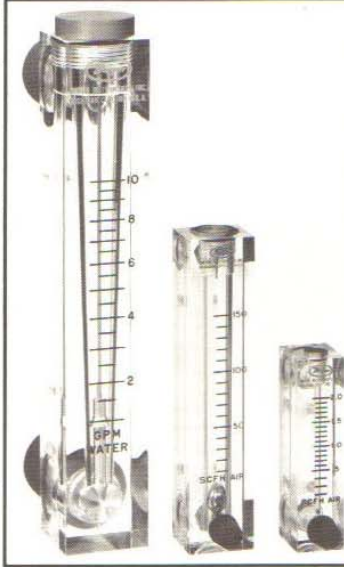
Flow Meters

Dwyer Visi-Float® Series Flowmeters

Visi-Float Series Flowmeters are available from Amron in a broad selection of flow ranges and direct reading scales for air, gas or water.

Visi-Float Acrylic Flowmeters are exceptionally tough. They are designed for use at pressures up to 100 psi and temperatures up to 150°F. *Do not exceed these limits!* Flowmeters should not be exposed to strong chlorine atmospheres or solvents that may be destructive to the acrylic body.

Visi-Float Flowmeters must be mounted in a vertical position with the inlet connection at the bottom and outlet at the top. They can be mounted to a panel, in front of a panel supported by piping only, or mounted directly in rigid piping.



Specifications

Meter Body:	Acrylic plastic. Meter tube machined into body.
Wetted Metal Parts:	Brass standard Stainless steel optional
Floater:	Stainless steel, black glass & nylon
Float Stops:	Stainless steel spring
Pipe Connections:	1/8" NPT
O-rings:	Buna-N
Pressure Rating:	100 psi maximum
Temperature Rating:	150°F maximum
Accuracy:	Model VFA 5% of full scale Model VFB 3% of full scale

Dimensions

Model VFA

Height	4-3/32"
Width	1"
Depth	1-1/4"
BV or SSV (open)	2-1/16"

Model VFB

Height	6-11/16"
Width	1-3/8"
Depth	1-1/4"
BV or SSV (open)	2-1/16"

Series VFA 2 Inch Scale							
SCFH Air Order No.		LPM Air Order No.		CC Water per/min Order No.		Gal. Water per H Order No.	
0.1-1	1	.06-0.5	21	6-50	32	0.6-5	41
0.2-2	2	.15-1	22	10-100	33	2-10	42
0.6-5	3	.6-5	23	20-200	34	3-20	43
1-10	4	1-10	24			8-40	44
2-20	5	3-25	25				
4-30	6	6-50	26				
5-50	7	10-100	27				
10-100	8						
20-200	9						

Model VFB- 4 inch Scale							
SCFH Air Order No.		LPM Air Order No.		CC Water per Min. Order No.		Gal. Water per H Order No.	
0.3-3	50	0.2-4	65	2-30	82	0.5-12	80
1-10	91	1-10	66			6-60	81
2-20	51	1-20	67	CC Air/per Min. Order No.			
4-40	52	3-30	68				
10-100	53	4-40	69				
15-150	54			100-1000	60		

Model VFC- 5 inch Scale							
SCFH Air Order No.		GPM Water Order No.		LPM Air Order No.		LPM Water Order No.	
02.5-25	121	0.5-5	141	600-700	131	2-20	151
5-50	122	1-10	142	200-1400	132	4-40	152

Options

Add the following option designations to basic part number:

BV – Brass Valve & Connection

SSV – Stainless Steel Valve & Connection

TMV – Top Mounted Valve

EC – End Connections

Example: VFA-6-SSV — Two inch scale flowmeter, range No. 6, stainless steel mounting valve connection.

ANEXO 22

DINKO**INSTRUMENTS**

MEDIDOR DE OXÍGENO DIGITAL

El medidor de oxígeno *DINKO* determina contenidos tanto en disolución acuosa como atmosférica.

Mediante un mando selector se pueden obtener lecturas en ppm o en % de saturación de oxígeno.

El medidor posee compensación automática de la temperatura, y no es necesario el ajuste del cero de oxígeno.

La sonda no requiere la sustitución de las membranas de transferencia.

La calibración se efectúa con el oxígeno atmosférico ajustando el lector a 20,9% de saturación de oxígeno, quedando automáticamente calibrada la escala en ppm para las determinaciones de oxígeno disuelto en DBO.

El aparato se suministra con sonda de medición provista de cable de 1,5 mts., maleta de transporte e instrucciones.



APLICACIONES

OXÍGENO DISUELTO

- Tanques de aireación
- Piscifactorías
- Medio ambiente
- Fermentación
- Tratamiento industrial del agua
- Reactores de oxigenación
- Agua potable

OXÍGENO ATMOSFÉRICO

- Proceso de gases inertes
- Túneles
- Tanques, cámaras
- Alcantarillas, subterráneos.

CARACTERÍSTICAS

Rangos: % Saturación de oxígeno atmosférico 0 - 99,9%. Oxígeno disuelto, solución acuosa, 0 - 20,0 PPM.

Exactitud: $\pm 5,0$ saturación y $\pm 0,25$ PPM.

Precisión: $\pm 0,1\%$ saturación ó PPM.

Histéresis: inexistente.

Temperatura: compensada automáticamente desde 0 a 40°C.

Presión máxima: 25 psi, equivalente a 18 mts. bajo el agua.

Funcionamiento: 1 batería 9V. Avisador de sustitución de batería en el lector digital (LCD).

Código de pedido: 4.9551.00

ANEXO 23

Chamber Communications

Chamber Communicators Models 2820-4003 and 2820-4003E



Model 2820-4003

Approved for U.S. Navy Use
NSN -4220-01-256-8452

Amron Chamber Communicators with double-lock capability. Graphics are labeled "Operator", "Inner-lock", "Outer-lock" with cut-off switches for both locks.

Model 2820-4003E has all the same features as the standard 2820-4003, but has a special circuit that will accept music from any source such as a tape deck, radio etc. The 2820-4003E has a combination volume, on/off rotary switch. Operator push-to-talk switch cancels entertainment audio.

A hand held push-to-talk microphone is standard with the 2820 Series for clear, concise communications. The panel mount style enclosure and rear input MS connectors facilitates easy installation and maintenance.

Model 2820-4003E is used in conjunction with the Model 3130 Entertainment Speaker (see following page).

Features

- Separate channel for two locks.
- Graphics designed for chamber operation.
- Panel mount - easy to install.
- High audio power - 12 watt.
- Push-to-talk microphone.
- MS type rear panel connections.
- Individual volume controls for operator & lock.
- Cut-off switch disables inner or outer lock.
- Allows both push-to-talk and simulcom (concurrent type operation).
- Power and battery status indicators.
- AC Power with battery back-up (automatic charging).
- External 12 vdc connection from MS connector rear panel.
- Remote operation with optional headset ex Model 2821-28 or 2822-28 (see accessories)



Electronics completely enclosed

Back view

Specifications

Power Requirement	115/220VAC,
Emergency Back-up Power	Rechargeable Gel Cell
Automatically recharges when AC powered (battery life - approx 12 hours)	
Input/Output Connection	MS type 14
(Includes mating connector)	

Ordering Information

Standard Model with Microphone	2820-4003
With Entertainment Amplifier	2820-4003E
Entertainment Speaker	3130
(see following page)	

Dimensions

Panel Height	8 in. (20.3 cm)	Depth	7.5 in. (19.1 cm)
Width	10.125 in. (25.7 cm)	Weight	13 Lbs. (5.9 kg)

**AMRON
INTERNATIONAL**

ANEXO 24

Hyperbaric Fire Extinguisher



Model 240

Amron Model 240 modified Amrex extinguisher provides improved fire fighting safety equipment designed for the pressures and confines of the chamber.

The Model 240 has been fully tested and approved for use in all U.S. Navy standard double lock recompression chambers. In actual operation the Model 240 is filled with potable water and then pressurized to 150 psig. Comes complete with a Schrader fill valve, pressure gauge and a pressure relief valve factory set at 165 psig to prevent over-pressurization.

Amron Model 240 can be used in a chamber pressurized to a maximum depth of 165 FSW (74 psig). If the Model 240 is activated at a maximum depth (165 FSW), and held until the water is exhausted, the pressure inside the extinguisher will equal the chamber pressure of 74 psig. With the chamber and extinguisher at equilibrium, the fire extinguisher can not implode or crush.

If the Model 240 is activated at a depth less than maximum depth, the pressure in the chamber will force open the valve seat, compressing the closure spring and thus equalize the extinguisher to the chamber pressure.

Specifications

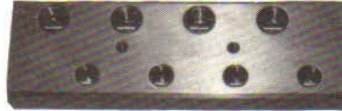
Hand Fire Extinguisher Class 2-A
Tested to ANSI/UL 711 and 626

Water Capacity	2.50 Gallon
Maximum Pressure	200 psi (1380 kPa)
Height (overall)	2-1/2 ft..
Diameter	22.50 in.
Empty Weight	6.50 Lbs.

**AMRON
INTERNATIONAL**

Chamber Equipment

Brass BIBS Manifold



**Amron
Chamber Bibs Manifold**

Model 8000-004 Brass Chamber Bibs Manifold

Model 8000-004 Brass Manifold has four supply ports and four exhaust ports for a maximum of four (4) Scott Masks with overboard discharge. For requirements of more than 4 masks, the manifold can be installed in series.

Dimensions

Supply Ports- 4ea.	1/8" FNPT
Exhaust Ports - 4ea.	3/8" FNPT
Supply Passage I.D.	0.422"
Exhaust Passage I.D.	0.562"
Mounting Holes- 2 ea.	1/4-20 UNC-2B
Threaded through on center line	
3.5 in., center to center.	

Height	2-1/2 in. (6.4 cm)
Width	7-7/8 in. (20.2 cm)
Thickness	1-1/4 in. (3.2 cm)
Weight	6-1/4 lbs. (2.8 kg)

Contact Amron for all your chamber equipment requirements. We are the leader for chamber components.

We carry more items than what we have selected for presentation in our product catalog

**759 West Fourth Avenue
Escondido, Ca. 92025 - U.S.A.**

Phone (619)-746-3834

Fax (619)746-1508

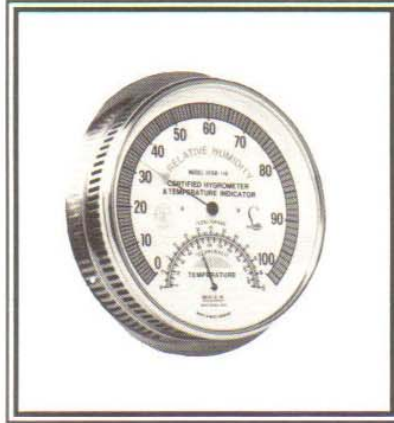
Telex 697101

**AMRON
INTERNATIONAL**

ANEXO 25

Hygrometers and Temperature Indicators

Certified Hygrometer & Temperature Indicator



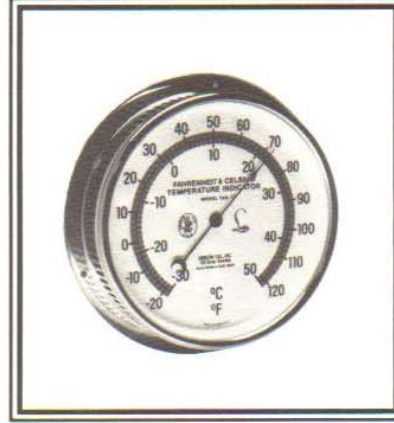
Model 9-HTAB-176

Model 9-HTAB-176 Certified Hygrometer and Temperature Indicator shows relative humidity and temperature **in both Fahrenheit and Centigrade**. The model 9-HTAB-176 is certified to be accurate within $\pm 3\%$.

Specifications

- Temp. Range: minus 0 to 100°C and 0-210° F.
- Relative Humidity Range: 0 to 100 %.
- Case: Solid Brass, gleaming finish, drilled for wall mounting.
- Dial Size: 6 in. overall dia. (15.2 cm).
- Dial Face: 5 in. (12.7 cm).
- Black numbers & lettering with red tipped pointer.
- Shipping Weight: 3 lbs. (1.4 kg.).

Thermometer in Fahrenheit & Celsius



Model 9-TAB-77

Model 9-TAB-77 Dial features temperatures in both fahrenheit and celsius. This instrument purchased from Amron is encased in a solid gleaming brass casing of almost infinite durability. Dial is printed in several colors with large numerals for easy reading. The mechanism is actuated by a bi-metal strip and guaranteed accurate to 1% of the range. Temperature range is minus 20° to 120° F and 0° to 50° C.

Specifications

- Casing: Solid brass.
- Dial Face: 5 in. (12.7 cm).
- Diameter: 6 in. (15.2 cm) overall.
- Weight: 1.2 lbs. (0.5 kg).
- Shipping weight 4 lbs. (1.8 kg).

Principle of Operation

An internal durotherm (man made fiber) element expands as humidity increases and contracts as humidity decreases. Expansion and contraction is precisely linked to the pointer. No batteries or external power supplies are needed. Unit is completely self-contained.

Calibration screw is accessible through slot in the side of case for periodic calibration to a known humidity standard.

ANEXO 26

Chamber Equipment

SCOTT® Pressur-Vak II Oxygen Inhalator



**Pressur-Vak II® Inhalator
with Overboard Discharge**

The Scott Pressur-Vak II controls administration of oxygen or gas mixtures without effecting the chamber environment by exhausting the exhaled gas out of the chamber.

Breathing gas should be reduced to approximately 65-125 psig above ambient. The reduced low pressure gas flows through the demand hose to the demand regulator. The exhaled gas is removed through the exhaust regulator and hose to the outside of the chamber.

In most cases, the vacuum system is the differential pressure between the inside and outside of the chamber.

For a pressure differential in excess of 60 FSW, a second vacuum regulator must be connected between the hose and chamber wall to limit the differential pressure across the exhaust regulator on the mask (see Tescom Regulator 26-2912-282A). A hull-stop valve should be an integral part of the system as a safety device to shut down the vacuum should a pressure loss occur.

Ordering Information

Example

803139

-00

-03

Basic Part Number Includes:		Optional 1st Stage Regulator 801804-01	Face Seal Size 803152- (Select one)
800954-01	Demand Regulator	-00 Includes First Stage Regulator	-01 Medium Short
801274-00	Exhaust Regulator	-01 Without First Stage Regulator	-02 Medium
803166-10	Dual Hose Assy		-03 Medium Long
803100-01	Manifold Assy		-04 Medium X-Long
			-XX No Face Seal

- Features:**
- Long duration comfort. Pressur-Vak II face seal available in four sizes.
 - New face seal's permit oxygen build-up in the chamber.
 - Interchange different with the new quick manifold. Allows each or her personal face seal.
 - Optional full head harness for comfort during long a.
 - Sanitary – Quick-disconnect allows easy cleaning.
 - Exhausts exhaled gas permitting minimum vacuum chamber.
 - Reduces decompression Navy oxygen decompression.
 - Optional 300 to 3,000 regulator maintains pressure to the demand.
 - Demand regulator permits flow operation.

Model 803201 Retrofit Kit

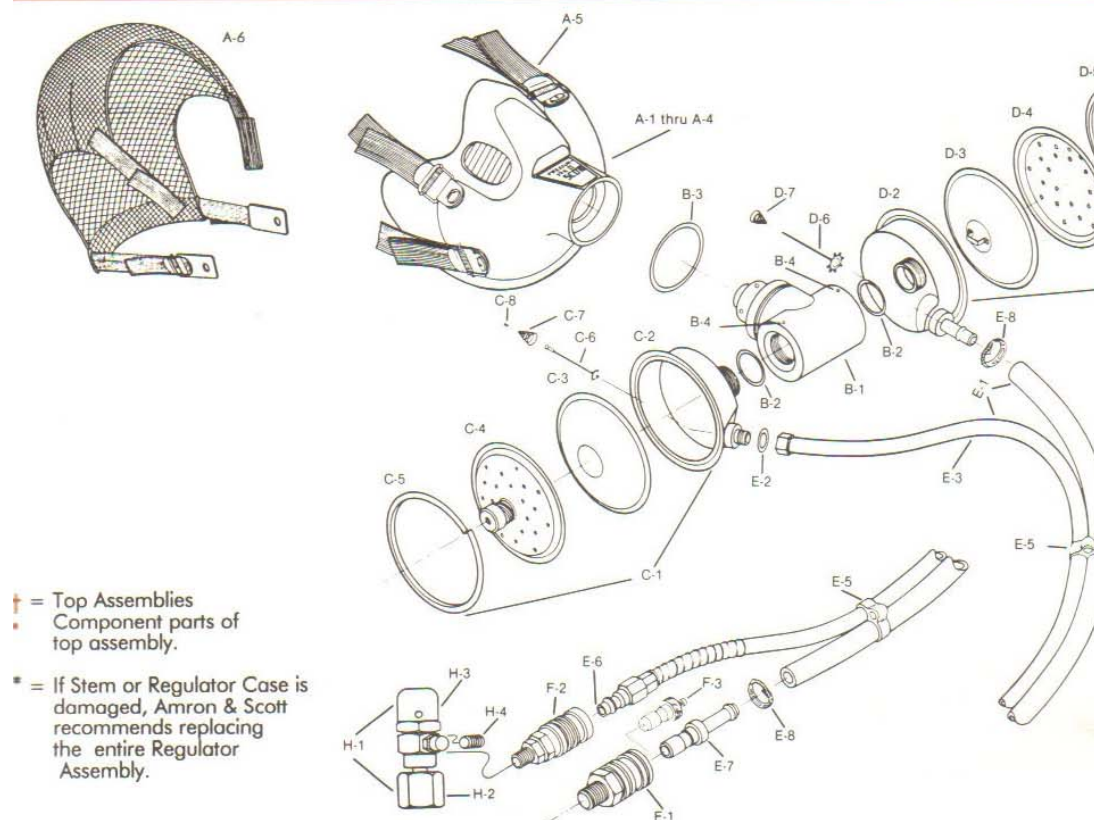
Retrofit your Scott 801238 Series Pressur-Vak II. **Kit includes**

- Lightweight Manifold Assembly with demand and exhaust regulator.
- Selection of Face Seal (select from Face seal quick disconnects from mask).

Warning:
The Pressur-Vak I surface decompression chamber is **not intended for** use in situations which require charge of exhaled gas.

Chamber Equipment

Pressure-Vak II Parts Listing & Exploded View



Item	Part No.	Description	Qty	Item	Part No.	Description
A-1	† 803152-01	Faceseal Assy. Med. Short	1	D-4	• 10003027	Cover, Exhaust Regulator
A-2	† 803152-02	Faceseal Assy. Medium	1	D-5	• 26010-01	Clamp
A-3	† 803152-03	Faceseal Assy. Med. Long	1	D-6	• 800963-00	Exhalation Valve
A-4	† 803152-04	Faceseal Assy. Extra-long	1	D-7	• 13796-00	Valve Spring
A-5	• 803115-01	Headstrap Set	1	E-1	† 803166-10	Dual Hose Assy. Complete
A-6	• 802240-02	Head Net (optional)	1	E-2	• 2827-49	Gasket, Demand Hose
B-1	† 803100-01	Manifold Assembly	1	E-3	• 26037-10	Demand Hose Assy. 10 ft.
B-2	• 2800C125A	O-ring - Regulator to Manifold	2	E-4	• 59719-10	Exhaust Hose Assy. 10 ft.
B-3	• 21506-01	O-ring, Manifold	1	E-5	• 10002573	Hose Grommet
B-4	N/A	Illustration only	—	E-6	• 18970-00	Hose Plug, Demand
C-1	† 800954-01	Demand Regulator Assembly	1	E-7	• 59852-00	Hose Plug, Exhaust
C-2	* 800956-00	Case, Regulator, Demand	1	E-8	• 20433-00	Hose Clamp
C-3	• 26004-01	Diaphragm, Demand	1	F-1	• 59853-00	Q.D. Socket 3/8 npt
C-4	• 801276-00	Cover	1	F-2	• 18969-00	Q.D. Socket 1/8 npt
C-5	• 26010-01	Clamp	1	F-3	• B-6QDP	Optional Plug for Item F1
C-6	• 26021-01	Valve Stem	1	H-1	† 801804-01	Pressure Reducing Regulator
C-7	• 13796-00	Valve Spring	1	H-2	• 8580-00	Coupling, Oxygen
C-8	* 13685-00	Valve Clamp	1	H-3	• 58370-00	Regulator, only
D-1	† 801274-00	Exhaust Regulator Assy.	1	H-4	• 6818-3	Plug
D-2	• 801275-00	Case, Regulator, Exhaust	1			
D-3	• 801272-00	Diaphragm & Stem Guide	1			

**AMRON
INTERNATIONAL**

ANEXO 27



ASMAR

Astilleros y Maestranzas de la Armada
Certificados ISO 9001

CARTA N° __220/0028/05__ /

Punta Arenas, 16 de septiembre de 2005

Señor
Nicolás Rosas
PTE

Estimado señor:

Por medio de la presente adjuntamos especificaciones técnicas del recipiente a presión destinado para una Cámara Hiperbárica, cabe señalar que de este tipo de recipientes (para gases, industriales, etc.) nuestro Astillero ya ha confeccionado muchos de ellos, las cuales se encuentran operando en diferentes lugares del territorio nacional.

Las características que se señalan a continuación hacen referencia al modelo solicitado por Ud que serán incluidos en la cámara.

CARACTERÍSTICAS

- Material SA-516 grado 70
- 1300 mm x 3400 mm de largo (20 mm de espesor)
- Cabezales tipo elípticos
- 2 esclusas
- Medical lock lateral
- 3 claraboyas de inspección
- 2 camillas abatibles en cámara
- Piso de aluminio diamantado
- Caja protectora panel de control
- Suministro de gases aire-oxígeno (cañerías de cobre tipo K)
- Válvulas de bola tipo WORCESTER (aire)
- Válvulas de aguja tipo SWAGELOK (oxígeno)
- Válvulas de alivio tipo CONBRACO (cámara-antecámara)
- Perfiles rectangulares de apoyo
- Dos asas para levante
- Pintura de zinc epóxica exterior e interior
- Construcción de acuerdo a códigos ASME "Boiler and Pressure Vessel" y "Safety Standard for Pressure Vessel for Human Occupancy"
- Certificación de la Gobernación Marítima de Punta Arenas

ASMAR Dirección

Prat 856 • Piso 13
Valparaíso • Chile
Tel.: (56-32) 260000
Fax: (56-32) 260157
E-mail: asmaris@asmar.cl
Http: www.asmar.cl

ASMAR Talcahuano Astillero Reparador

Av. Jorge Montt 250
Talcahuano
Tel.: (56-41) 504200
Fax: (56-41) 504001

Astillero Constructor

Av. Jorge Montt 250
Talcahuano
Tel.: (56-41) 504900
Fax: (56-41) 504004

ASMAR Valparaíso

Av. Altamirano 1015
Valparaíso
Tel.: (56-32) 272000
Fax: (56-32) 272099

ASMAR Magallanes

Av. Bulnes 05275
Punta Arenas
Tel.: (56-61) 214151
Fax: (56-61) 211143





ASMAR

Dicha Cámara tiene un valor de venta aproximado de UF\$ 600 (Seiscientas Unidades de Fomento) más IVA., dependiendo de requerimientos específicos.

Atentamente,

JUAN RIVERA ZARATE
JEFE DEPTO. COMERCIAL MARITIMO
ASMAR - MAGALLANES

ASMAR Dirección
Prat 856 • Piso 13
Valparaíso • Chile
Tel.: (56-32) 260000
Fax: (56-32) 260157
E-mail: asmaris@asmar.cl
Http: www.asmar.cl

ASMAR Talcahuano
Astillero Reparador
Av. Jorge Montt 250
Talcahuano
Tel.: (56-41) 504200
Fax: (56-41) 504001

Astillero Constructor
Av. Jorge Montt 250
Talcahuano
Tel.: (56-41) 504900
Fax: (56-41) 504004

ASMAR Valparaíso
Av. Altamirano 1015
Valparaíso
Tel.: (56-32) 272000
Fax: (56-32) 272099

ASMAR Magallanes
Av. Bulnes 05275
Punta Arenas
Tel.: (56-61) 214151
Fax: (56-61) 211143



ROBOTICA SUBMARINA
BUCEO PROFESIONAL
OCEANOGRAFIA

Egña 425

Casilla Postal N° 441

Fono / Fax: (+56) 85 / 43 4324

Giro: Ingeniería Oceanográfica

R.U.T: 77.646.570-4

Puerto Montt - Xa Región - Chile

MARISCOPE
Chilena
www.mariscope.cl
info@mariscope.cl

Señores _____	Atte. Sr. Nicolás Rosas _____	N° de Cotización _____	650
Dirección _____		Fecha _____	14-Sep-05
Comuna _____	Ciudad _____	Condiciones de Pago _____	Prepago
Teléfono _____	Fax _____	Plazo de Entrega _____	30 Días
email _____		Validez Cotización _____	15 Días

Cantidad	Descripción	Costo UN.	TOTAL
1	Set de 6 botellas de aire comprimido de 50 l a 300 bar	\$2.070.000	\$2.070.000
			
Sub Total			\$2.070.000
19% IVA			\$393.300
Total			\$2.463.300



Technical Diving Equipment



Representante Oficial Exclusivo para Chile



Association of Diving Contractors Internacional



Diving Instructor World Association

ANEXO 28



Fabricante de Cámaras Hiperbáricas



Dirección: C/. Lotos, 15
30.205 – Cartagena
ESPAÑA
Tel: +34 968 527070 ; + 34 968 501721(fax)
e-mail : iberco@iberco.com www.iberco.com

Cartagena España 14 de septiembre 2005

COTIZACIÓN N° 196-14

Sr.
Nicolás Rosas Ríos
Chile-Valdivia

CÁMARA HIPERBARICA MODELO - IB -130

DESCRIPCIÓN

Cámara multiplaza de dos compartimientos, especialmente diseñada para permitir cualquier tipo de tratamiento, así como inmersiones simuladas, ayuda a la enseñanza oxigenación Hiperbárica, pruebas de estanquidad de equipos de buceo, etc. Este modelo se caracteriza por tener a la vista todos los circuitos de gases lo que facilita su manejo y mantenimiento. Cumple la Normativa española

Su reducido tamaño y peso la hacen ideal para situarla a pie de obra, o donde convenga, pues es fácilmente transportable en un camión mediano, siendo ideal para montar en un contenedor, estándar de 20 o 40 piés, embarcación o vehículo.

CARACTERÍSTICAS :

Material.....	Acero-C
Diámetro	1.300 mm.
Longitud total.....	3.400 mm.
cámara.....	2.400 mm.
antecámara.....	1.000 mm.
Diámetro puertas.....	700 mm. (800 mm cuando dispone de bayoneta Adivp-1)
Diámetro paso medicamentos.....	300 mm.
Peso equipo base.....	1.600 Kg.

EQUIPAMIENTO :

En su modelo base el equipamiento es el siguiente:

INTERIORMENTE EN CÁMARA:

- Una litera y dos asientos abatibles, con cojines y colchoneta de material ignífugo.
- Tres mascarillas hiperbáricas para oxígeno, con sus correspondientes válvulas de regulación.
- Dos puntos de luz.



Fabricante de Cámaras Hiperbáricas



Dirección: C/. Lotos, 15
30.205 – Cartagena
ESPAÑA
Tel: +34 968 527070 ; + 34 968 501721(fax)
e-mail : iberco@iberco.com www.iberco.com

- Un intercomunicador, conexionado con el cuadro de mando.
- Un teléfono accionado por el sonido, como emergencia.
- Un silenciador / amortiguador de ruido en las tuberías de presurización.
- Un sistema de exhaustación al exterior del oxígeno de mascarillas, con válvula de regulación.
- Una válvula interna en cada servicio, de corte.
- Paso de alimentos con cierre exterior rápido, a bayoneta.
- Elementos de higiene personal.
- Extintor hiperbárico, de agua, portátil.

INTERIORMENTE EN ANTECAMARA :

- Un asiento abatible con cojín de material ignífugo.
- Una mascarilla hiperbárica para oxígeno, con válvula de regulación.
- Un punto de luz.
- Un intercomunicador, conexionado con el cuadro de mando.
- Un silenciador / amortiguador de ruido en las tuberías de presurización.
- Una válvula de compensación para apertura rápida de la puerta de la cámara..

CUADRO DE MANDOS:

Adosado a la cámara está el cuadro de mandos de diseño compacto, agrupando los servicios por compartimientos (cámara - antecámara)

Su distribución es la siguiente:

- Parte superior, reservada para manómetros y demás instrumentos (termómetro, analizador de oxígeno, etc.) según el modelo.
- Parte intermedia, válvulas de suministro de oxígeno, interruptores luces, etc.
- Parte inferior, valvulería en general, ataques y exhaustaciones aire, exhaustación respiración, ventilación cámara con control por rotámetro (según modelo).

SISTEMA DE COMPRESIÓN:

- Dos compresores marca LW 450 ES silent
- Banco de aire de 8 + 8 botellones de aire (10 válvulas A.P.) + manómetro + valv. seguridad, cada botellón de aire u oxígeno a 200bar/ 50 litros
- Sistema de filtración (Prefiltro + Partículas + Carbón activo) con manómetro diferencial, para acondicionar el aire procedente de los compresores.



Fabricante de Cámaras Hiperbáricas



Dirección: C/. Lotos, 15
30.205 – Cartagena
ESPAÑA
Tel: +34 968 527070 ; + 34 968 501721(fax)
e-mail : iberco@iberco.com www.iberco.com

ESPECIFICACIONES COMUNES

DATOS TÉCNICOS.

Presiones de trabajo P_t	=	6 bar.
Presión de prueba	=	$1,3 \times P_t$ bar.
Temperatura de diseño	=	0 - 50 °C.
Código de diseño	=	ASME VIII-Div. 1 Det Norske Veritas

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Radiografiado	: 100 % longitudinales y circunferenciales.
Medición de Espesores	: Para control, detección de hoja.
Ultrasonidos	: Soldadura del fondo intermedio
Líquidos penetrantes	: Couplings y mirillas
Pruebas hidráulicas	: Tres (Cámara, Antecámara y Paso alimentos)
Pruebas neumáticas	: Tres

INSTRUMENTOS.

Manómetros cámara y antecámara	: WIKA
Clase	: 0,6 (Precisión $\pm 0,6$ %)
Escalas (Doble)	: 0 – 6,0 bar y 0 - 60 mca
Analizador de oxígeno	: 0 – 99,9% (Display de 3 dígitos con una cifra decimal)
Analizador de CO ₂	: 0 – 7.000 ppm (0-7%)
Caudalímetro	: 0 - 500 lit/ minuto .

VALVULERIA Y ACCESORIOS.

Válvulas ataque y exhaustación	= Tipo aguja, Latón.
Válvulas de corte y emergencia	= Tipo bola, Latón .
Accesorios	= Tipo Ermeto, Latón.
Tuberías	= Cobre, diferentes diámetros.
Para el oxígeno todas las válvulas serán de aguja y desengrasadas.	

ACABADO.

Interior = Imprimación y acabado interior con pintura ignífuga VIKING - blanca
Exterior = Imprimación y acabado poliuretano 2 componentes - color blanco.



Fabricante de Cámaras Hiperbáricas



Dirección: C/. Lotos, 15
30.205 – Cartagena
ESPAÑA
Tel: +34 968 527070 ; + 34 968 501721(fax)
e-mail : iberco@iberco.com www.iberco.com

Oferta

Equipo básico, precio : **98.200,- €** + 7% IVA (Incluido el transporte a Chile)
Plazo de entrega : 4 meses normalmente.(A confirmar en la aceptación de pedido)
Forma de pago : 50% al hacer el pedido, resto a convenir.
Portes : No incluidos
Validez de la oferta : 6 meses
Garantía : 2 años de mano de obra y piezas.
Garantía extendida a 5 años, mano de obra y piezas: 3.500 €

EQUIPOS OPCIONALES.- (No incluidos en equipo básico)

El modelo IB-130, puede ser equipado con cuantos complementos sean necesarios para conseguir adaptarlo a unas necesidades específicas. Entre otros, destacamos:

- Tercer manómetro (reserva) en cuadro, valido para cámara y antecámara. 460,-€
- Cada mascarilla adicional a las (3) incluidas. 480,-€
- Instalación dentro de contenedor de 20 pies calorifugado (contenedor incluido). 6.750,-€
- Calefacción eléctrica 2.000 w, con circuitos de aislamiento eléctrico y controlador 2.650,- €
- Kit 4 Servomandos IBERCOMATIC – 2.000, para manejo más cómodo. 3.300,- €
- Sistema de eliminación de CO2 con cal sodada. 1.900,- €
- Manómetro de presión interior, instalado en Cámara. 760,- €
- Circuito cerrado de TV para visión del interior cámara, en B/N (TV14” + cctv).990,- €
- Circuito cerrado de TV para visión del interior cámara, en Color (TV14” + cctv) 1.990,- €
- Cuadro de ataque de aire Alta / Baja presión, con 2 reductoras 200 / 16 bar. (Instalado sobre la cámara) 1.200,- €
- Ataque de aire en alta presión, de emergencia (Válvula de aguja de AP). 225,- €
- Colector de 1 + 1 botellón de Oxígeno (4 válvulas A.P.) + manómetro y retenciones (Instalado sobre la cámara) 850,- €
- 4 ruedas locas 500 kg, desmontables, para desplazamientos sobre superficies

lisas.	370,- €
- Acoplamiento de bayoneta homologada OTAN para acoplamiento a cartuchos hiperbáricos	2.800,-€
- Instalación y Curso de Manejo y mantenimiento en América	2.740,- €

Esta lista no es cerrada, al ser fabricantes nos podemos adaptar a sus necesidades reales.

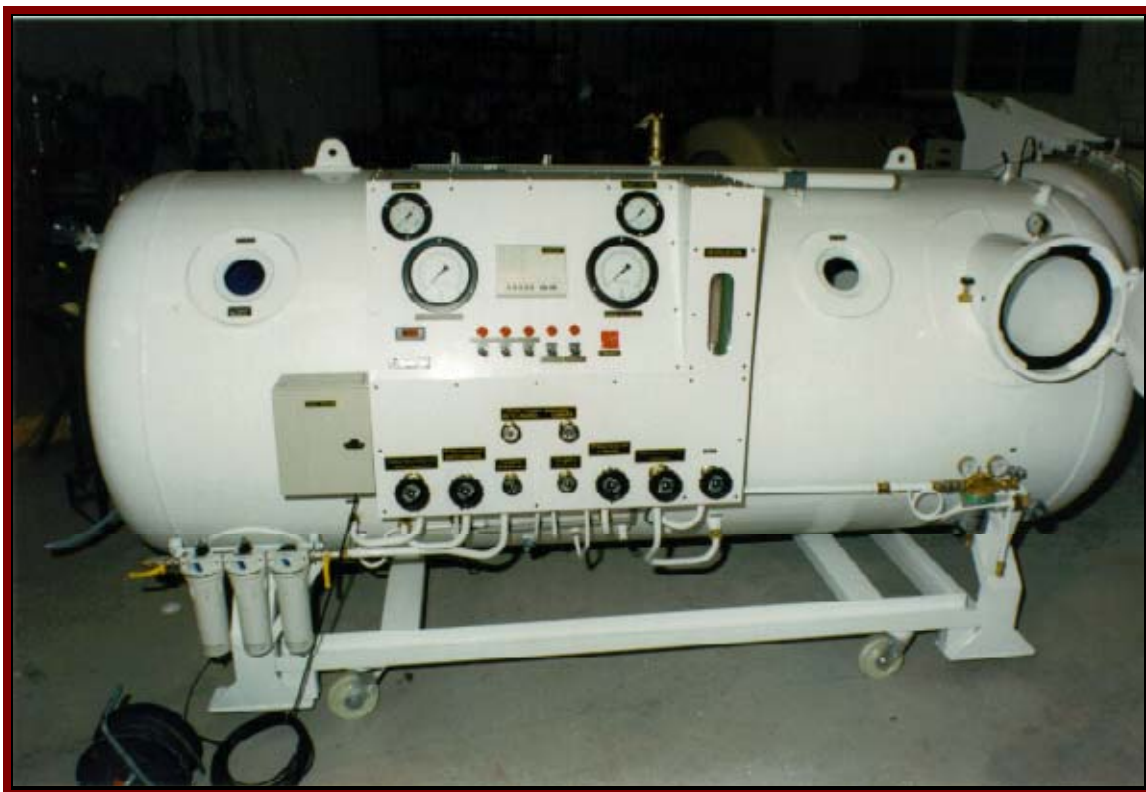
Se despide sin otro particular, atentamente

Jacinto Paredes Cerezuela
Ingeniero Industrial
Gerente General IBERCO S.A.

**Vista desde el interior de la Cámara Hiperbárica
Modelo - IB -130**



**Vista desde el exterior de la Cámara Hiperbárica
Modelo - IB -130**



El aspecto exterior puede ser diferente, nos adaptamos a las preferencias del usuario.

ANEXO 29

Lima 1 de Septiembre del 2005

COTIZACION No. 428-05

**Sr.
Nicolás Rosas
Valdivia. Chile**

**MODELO DE CÁMARA HIPERBÁRICA:
OXICAB ML-60-D**

DESCRIPCION

Cámara multiplaza, con capacidad para 6 pacientes sentados o dos pacientes en camilla. Este modelo soporta hasta 6 ATA (73.5 psi.).

Esta diseñada para atender pacientes con problemas de buceo, además de la atención a pacientes con problemas médicos en general.

Cuenta con antecámara para la evacuación o ingreso de pacientes durante el tratamiento, sin necesidad de despresurizar la cámara. La antecámara cuenta con dos asientos adicionales.

CARACTERISTICAS TECNICAS

- **Material:** Acero Especial acuerdo a normas ASME
- **Capacidad en cámara:** 6 Asientos / Dos camillas
- **Capacidad en antecámara:** 2 Asientos
- **Presión Máxima de trabajo:** 6 ATA (73.5 psi.)
- **Diámetro interno:** 2.10 mts.
- **Altura Total:** 2.30 mts
- **Largo Total:** 3.40 mts.
- **Visores:** Tres (3) visores laterales circulares de 30 cm. de diámetro y uno en la puerta de ingreso.
- **Ingreso:** Puerta vertical de 170 cm. x 75 cm.
- **Compartimiento para pase de medicamentos:** 25 cm. diámetro
- **Panel de control** adosado a la cámara.
- **Iluminación interna** con lámparas desde el exterior.

EQUIPAMIENTO Y COMODIDADES INTERNAS

- Sistema de suministro de oxígeno individual para cada paciente, a través de Manifolds con regulador del flujo de oxígeno y humidificador.
- Sistema automático de expulsión de aire contaminado. Permite la expulsión fuera de la cámara del aire exhalado por los pacientes durante el tratamiento, lo que evita la contaminación interna de la misma.
- Controles completos para operación de la cámara tanto del exterior como del interior de la misma.
- Sistema de intercomunicación entre cámara, antecámara y Operador externo.
- Sistema contra incendios. (Dos sprinklers en cámara y uno en antecámara)
- Extintor de 2Kg, tipo ABC en el interior de la cámara.
- Alojamiento y perforaciones necesarios para la colocación de equipos médicos opcionales de acuerdo a necesidades del cliente.
- Piso interno de la cámara de aluminio, según las normas de seguridad.
- Sistema de TV con audio interno para entretenimiento de los pacientes. Incluye aparato T.V.
- Dos modelos de asientos a escoger por el cliente
- Mesitas individuales porta vasos y revistas para cada paciente.

TABLERO DE MANDO

- Adosado a la cámara.
- Circuito Cerrado de TV para monitoreo constante de los pacientes.
- Mando automático para presurización de cámara con regulador de flujo.
- Mando automático para despresurización de cámara con regulador de flujo
- Manómetros de control de presión de oxígeno, con alarma.
- Manómetros de control de aire comprimido de los bancos de suministro de aire.
- Manómetros (3) de control de la presión interna de la cámara
- Manómetro indicador de la presión del tanque de agua comprimida contra incendios.
- Timer para el control del tratamiento, con alarma.
- Sistema de comunicación constante con cámara y antecámara.

- Válvula automática de seguridad para control de presión máxima.
- Botonera de emergencia para el sistema automático contra incendios que permite realizar en forma simultanea (Con solo oprimirlo) las siguientes operaciones:
 - Desactiva el ingreso de Oxígeno
 - Desactiva la presurización
 - Activa la despresurización
 - Activa los regadores de agua comprimida (sprinklers)

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

- Dos Compresores de alta presión especiales libres de contaminación de aceite, de modelo y capacidad adecuados al volumen de los bancos de aire.
- Filtros de aire especiales, para purificación máxima de este elemento utilizado para comprimir la cámara.
- Bancos de aire comprimido compuestos por tanques de acero especial con capacidad suficiente (700 Litros) para la presurización de la cámara según el modelo.

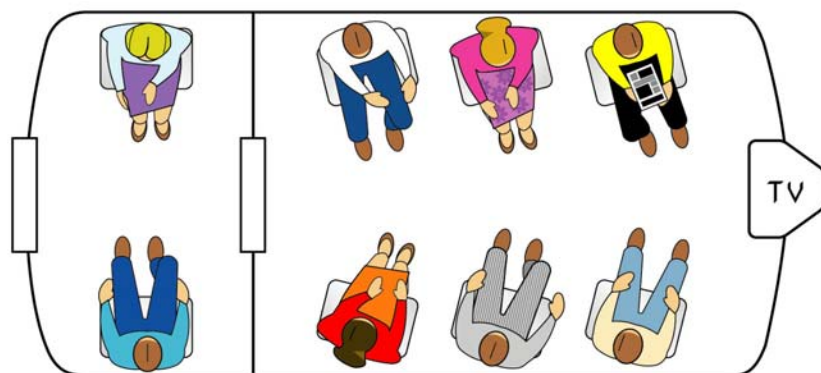
EQUIPOS OPCIONALES

- Sistema de aire acondicionado
- Analizador de CO₂.
- Analizador de Oxígeno.
- Ventilador mecánico hiperbárico.
- Bomba de infusión hiperbárica.
- Pulso oxímetro.
- Otros, a solicitud del cliente.

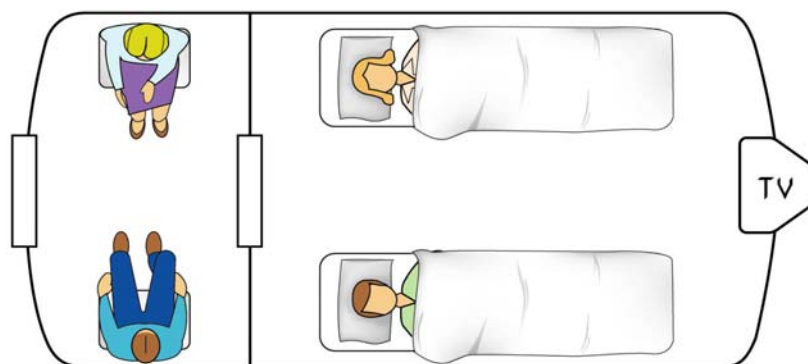
CERTIFICACIONES

- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- PVHO-1 - Pressure Vessel for Human Occupancy
- NFPA - National Fire Protection Association

DISTRIBUCION INTERNA DE LA CAMARA



**SEIS PACIENTES SENTADOS
(SIN CONTAR LOS DE LA ANTECAMARA)**



**DOS PACIENTES EN CAMILLA
(SIN CONTAR LOS DE LA ANTECAMARA)**

Nota: Existen varias posibilidades de distribuir a los pacientes dentro de la cámara, teniendo en consideración que cada camilla ocupa tres asientos.

PRECIO F.O.B. DE LA CÁMARA

El precio de la cámara F.O.B. Callao incluido el embalaje para su transporte vía marítima en contenedor es de: U.S.\$ 110,800.00

CONDICIONES DE VENTA:

1. Los precios indicados están expresados en dólares americanos

2. **Forma de pago:** Carta de crédito irrevocable, confirmada y pagadera a la vista a la orden de Hyperbaric S.A.C.
3. **Tiempo de entrega:** 45 días de la fecha de recepción de la carta de crédito.
4. **Validez de la oferta:** 60 días
5. **Garantía de la cámara:** Dos años
6. **Estos precios incluyen los costos de viaje al Perú de una persona designada por el cliente para inspeccionar y verificar el correcto funcionamiento de la cámara previo a su embarque y cobro de la carta de crédito.**
7. **A solicitud del cliente podemos añadir a nuestra cotización la instalación y puesta en marcha del equipo en el país y lugar en donde nos indiquen.**
8. **Se acompaña a la cámara, las certificaciones de construcción, manuales de instalación, manuales de operación y manuales de mantenimiento.**
9. **Esta oferta no incluye los tanques de oxígeno, sus equipos de regulación y la infraestructura necesaria en el local del cliente para su instalación.**

Sin otro particular, quedamos a la espera de sus gratas órdenes.

Atentamente,

**Gerardo Prieto Arrieta
Gerente General**

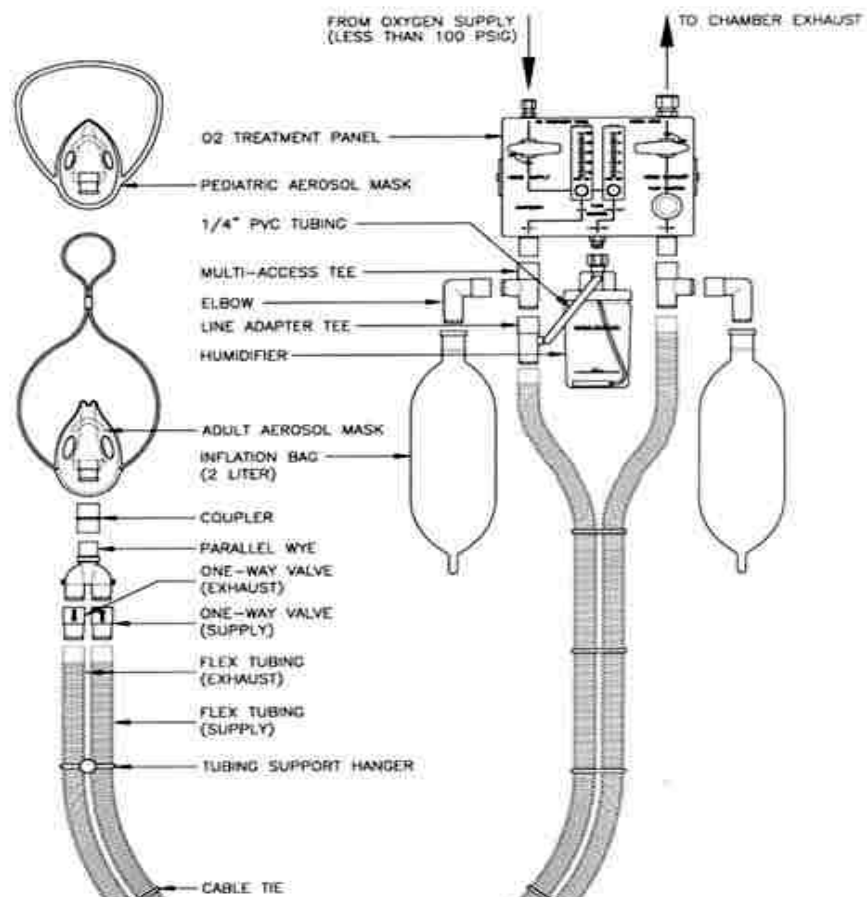
**CÁMARA HIPERBÁRICA MULTIPLAZA
MODELO OXICAB ML-60-D**





MANIFOLD DE SUMINISTRO DE OXIGENO

INDIVIDUAL PARA CADA PACIENTE



Drawing shows Model 8890 Treatment Panel with 8890-200 Mask Assembly which includes masks, tubing, connectors, inflation bag and humidifier.