

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM

<https://repositorio.usm.cl>

Tesis USM

TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2019

GUIA DE INSTALACION DE GASES MEDICINALES

MUÑOZ GONZALEZ, NICOLAS ANTONIO

<https://hdl.handle.net/11673/46844>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

GUIA DE INSTALACION DE GASES MEDICINALES

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero Ejecución Mecánico de
Procesos y Mantenimiento Industrial

Alumno: Sr. Nicolas Muñoz González.

Profesor Guía: Eduardo Aracena Cuellar.

DEDICATORIA

Agradezco a:

Mi Padre.

Mi Madre.

Hermanos.

Amigos.

A ti, Stephannie.

*“El pez pequeño que navegaba en esta piscina ya creció, es
hora de que salgas al océano”*

RESUMEN

Debido al creciente desarrollo de proyectos de gases medicinales en la construcción de hospitales en Chile, dados por el aumento en la población y la renovación de hospitales que ya cuentan con más de 50 años en servicio, nace la necesidad de contar con bibliografías claras que entreguen respuestas a diferencias que puedan generarse en los procesos de diseño construcción, coordinación y funcionamiento de los hospitales.

Para definir un sistema de gases medicinales en hospitales y centros de salud, se entiende como todo el conjunto de instalaciones y equipos que permitan conducir y controlar las necesidades impuestas en cada sala de cuidados y atención de personas

Con el fin de suplir esta necesidad, se ha concebido esta guía, que busca resolver interrogantes que son de índole común, pero que se presentan en los diferentes proyectos, utilizando planos, imágenes y figuras, de los sistemas de gases medicinales desarrollados en la construcción de los hospitales.

La descripción se inicia en el capítulo 1 con una definición de los parámetros de funcionamiento y los requerimientos que se exigen bajo las diferentes normas que interactúan en este tipo de proyectos y mencionando sus etapas desde una visión técnica.

En el capítulo 2 se describe las redes primarias de las instalaciones gases clínicos, ya sean equipos primarios o equipos secundarios. El capítulo 3 está enfocado al desarrollo de la red secundaria de las instalaciones, como el cálculo de cilindros de respaldo, Para finalizar.

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
RESUMEN	3
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
SIGLA Y SIMBOLOGÍA	12
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3 METODOLOGIA.	6
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
2.1.1 MARCO TEORICO	12
2.1.2 NORMATIVA GENERAL	14
2.1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE GASES MEDICINALES	15
2.1.4 Presión	15
2.1.5 Pureza y contaminación del aire	16
2.1.6 Aire.	16
2.1.7 Aire Medicinal	16
2.1.8 Oxígeno Medicinal	17
2.1.9 Óxido Nitroso	18
2.1.10 Nitrógeno	19
2.1.11 Dióxido de carbono	19
2.1.12 Vacío Medicinal	20
CAPÍTULO 3: CENTRALES DE SUMINISTRO DE GASES	21
3.1.1 REDES DE SUMINISTRO DE GASES	23
3.1.2 MATERIALES	23
3.1.3 Tuberías	23
3.1.4 Fittings:	23
3.1.5 Soldadura	24
3.1.6 Herramientas de corte	24
3.1.7 Cañerías	24
3.2 EQUIPOS PRIMARIOS DE GASES MEDICINALES	25

3.2.1	Compresores de Aire	25
3.2.2	Bombas de Vacío	27
3.2.3	Manifold	27
3.2.4	Secadores	28
3.2.5	Tomas Murales	30
3.2.6	Alarmas	30
3.2.7	Cajas de Válvulas	31
3.2.8	Columna de Gases	32
3.2.9	Entrada de respaldo de oxígeno	32
3.3	EQUIPOS SECUNDARIOS DE GASES MEDICINALES	33
3.3.1	Flujómetros Murales	33
3.3.2	Reguladores de Vacío	33
3.3.3	Humidificadores	34
3.3.4	Slides	34
3.3.5	Manómetros	34
	CAPÍTULO 4: RED DE RESPALDO PARA GASES MEDICINALES	36
4.1	NORMATIVA DE ALMACENAMIENTO DE GASES	38
4.2	RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE GASES	38
3.1.1	Alta presión:	39
3.1.2	Inflamabilidad:	39
3.1.3	Corrosión:	39
3.1.4	Oxidantes:	40
3.1.5	Frio Extremo:	40
4.3	RECIPIENTES	40
4.3.1	Tanques Criogénicos - Oxígeno Líquido	40
4.3.2	Vaporizadores:	41
4.3.3	Circuito de llenado	41
4.3.4	Circuito de la válvula de nivel máximo de líquido	42
4.3.5	Circuito del medidor de nivel de líquido	42
4.3.6	Sistema principal de válvulas de alivio del tanque	42
4.3.7	Sistema de elevación de la presión	43
4.3.8	Sistema economizador	43
4.3.9	Sistema de uso de gas (tubo de inmersión)	43
4.3.10	Extracción de líquido	44
4.3.11	Sistema de venteo	44
4.3.12	Sistema de vacío del tanque	44
4.3.13	Sistema regulador de la presión	44

5	CÁLCULOS DE CILINDROS EN MANIFOLD	45
5.1.1	Manifold de Respaldo Oxígeno	45
5.1.2	Manifold Aire Medicinal de Respaldo	46
5.1.3	Manifold de Respaldo Óxido Nitroso	47
5.1.4	Manifold de Respaldo Dióxido de Carbono	48
5.1.5	Manifold Respaldo de Nitrógeno	49
6	CONCLUSIONES	51
6.1.1	CONCLUSIONES	53
7	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	56
	ANEXOS	60
	ANEXO A: TABLAS DE SELECCIÓN DE CENTRAL DE AIRE	62
	ANEXO B: TABLAS DE SELECCIÓN DE CENTRAL DE AIRE	63
	ANEXO C: TABLA DE SELECCIÓN DE BOMBAS DE VACIO.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1, Compresor Scroll	26
Ilustración 2, Bomba de vacio.....	27
Ilustración 3, Manifold.....	27
Ilustración 4, Secadores.....	28
Ilustración 5, Tomas Murales.....	30
Ilustración 6, Alarma de Gases	30
Ilustración 7, Caja de Válvulas	31
Ilustración 8, Columna de gases.....	32
Ilustración 9, Caja de Respaldo de Oxigeno	32
Ilustración 10, Flujómetro	33
Ilustración 11, Reguladores de Vacío	33
Ilustración 12, Humificador de muro	34
Ilustración 13, Manómetros de Línea.....	34
Ilustración 14, Tanque Criogénico	40
Ilustración 15, Válvulas de Alivio.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, Clasificación de colores	25
Tabla 2, Clasificación de colores	25
Tabla 3, Tabla de selección de Compresor	26
Tabla 4, Tabla de Selección	29

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

Descripción	Símbolo	Unidad
Area	A	ñ
Densidad agua	ρ	[Kg/m ³]
Volumen	V	[m ³]
Caudal	Q	[m ³ /s]
Potencia	P	[Kw/Hp]
Temperatura	T°	°C, °F, °K
Presión Atmosférica	Patm	Pa
Velocidad	V	[m/s]
Numero de renovaciones	N	[°N rev]
Sección transversal	S	[m ²]
Tiempo	T	h
Coefficiente transmisión de calor	K	(W/m ² °K)
Carga térmica	Q	W
Humedad	H	[gr/m ³]

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Desde el año 2006 el Ministerio de Salud, inicio un plan de construcción de hospitales a lo largo del país, debido a que en la actualidad la esperanza de vida es mayor a los sesenta y cinco años, y cada vez más necesitan algún tipo de servicio médico de calidad. Esto sumado a que, en el año 2010 debido a la urgencia de acelerar la disponibilidad de infraestructura hospitalaria, fuertemente dañada por el terremoto 27-F, se inicia la construcción y reparación de más de 100 hospitales a lo largo de Chile, la cual se extiende hasta la actualidad. Todos estos hospitales son construidos bajo estándares de alta calidad y eficiencia para su funcionamiento.

Las instalaciones de gases clínicos, tienen como objetivo procurar el suministro de diferentes gases para quienes los necesiten, cumpliendo además las exigencias de seguridad y calidad que se requieren. El control de gases clínicos al interior de estructuras hospitalarias es un aspecto intrínseco al desarrollo de estos, cuando se trata de garantizar los más estrictos niveles de salud y confort, los cuales contribuyen significativamente al proceso de recuperación del paciente.

El sistema de gases clínicos de un hospital es conceptualizado como una instalación vital, ya que resulta ser una instalación sumamente importante y su presencia en áreas donde se atienden pacientes críticamente enfermos es fundamental, necesaria y prioritaria. Debido a la importancia que tienen los sistemas de gases clínicos en el proceso de dar soporte de vida a las personas, es básico que todos los componentes del sistema sean diseñados de acuerdo a los criterios, estándares y normas de diseño.

A efecto de facilitar el ordenamiento de las ideas y productos a obtener en el proceso de diseño, se ha estructurado una guía de diseño, la cual, en cada uno de los pasos, describe las acciones que se desarrollarán, de tal modo que sirva como una referencia ordenada y orientativa a los profesionales de la ingeniería que se dedican al diseño de sistemas de gases clínicos. Para este caso, las etapas principales de la guía de diseño que se describen y se toman en cuenta son las siguientes: consideraciones del diseño, definir e integrar el equipo de diseño, disponer de planos arquitectónicos, definir las necesidades de uso de gases clínicos, cuantificar el número de tomas y su respectivo caudal, analizar la ubicación física de la fuente de gases clínicos, analizar el sistema de las tuberías y dimensionar el sistema.

1.2 **OBJETIVOS**

1.2.1. Objetivo general

Elaborar guía técnica de instalación de gases clínicos para recintos hospitalarios.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar levantamiento del marco normativo, reglamentario y legal en relación a las instalaciones de gases clínicos.
- Puntualizar información sobre instalaciones y gases clínicos mediante nomenclatura y definiciones adecuadas al contexto de la ejecución y coordinación de proyectos en esta área.
- Elaborar un manual o guía con las consideraciones técnicas necesarias para resolver problemas o discrepancias del proyecto o ejecución en el ámbito de la construcción y coordinación con otras especialidades.

1.3 METODOLOGIA.

En el siguiente apartado se hablará de cómo se resolverán los objetivos propuestos planteados en este trabajo, idealmente de una de forma ascendente o jerárquica, es de decir, de lo más general a lo particular.

En síntesis, se redactará la metodología o cuáles serán las técnicas para poder llevarlos a cabo, paso a paso.

Estas metodologías deben responder a cada objetivo específico propuesto de una forma lógica de los cuales obtendremos resultados, que serán los que podremos analizar y verificar si nuestro objetivo general se puede lograr.

- Para el Objetivo Específico número uno: Realización de levantamiento del marco normativo, reglamentario y legal en relación a las instalaciones de gases clínicos.

Para cumplir este primer objetivo, resulta indispensable realizar una investigación y levantamiento de normativas, leyes y reglamentos del Ministerio de Salud, necesarios para la construcción en el área de gases clínicos en recintos hospitalarios.

Con esto podremos realizar un marco normativo detallado en base a las legislaciones actuales que rigen a estas instalaciones, así obtendremos una guía de instalaciones clara y objetiva respecto a esta materia.

- Para el objetivo Específico número dos: Puntualizaremos información sobre instalaciones y gases clínicos mediante nomenclatura y definiciones adecuadas al contexto de la ejecución y coordinación de proyectos en esta área.

Para poder llevar a cabo el segundo objetivo propuesto, el cual se basa en el estudio técnico de instalaciones de gases clínicos nos basaremos en las especificaciones técnicas requeridas para el suministro de gases en la obra de “Normalización del Hospital Mauricio Heyerman de la Ciudad de Angol”, el cual se basa en definiciones, materiales y marcos normativos, para una instalación de calidad y confort.

Así podremos abarcar la totalidad de normas de ejecución para obtener una óptima coordinación de especialidades en transcurso de construcción de obras hospitalarias, y remodelaciones de líneas de suministros de gases clínicos.

Se presenta una serie de directrices de trabajo. El desarrollo de cada una de ellas, de manera secuencial, permite llevar a cabo una labor ordenada ahondando cada factor crítico que garantiza la sinergia entre los conceptos, su funcionalidad y su aplicación

- Para el objetivo Específico número tres: La elaboración un manual o guía con las consideraciones técnicas necesarias para resolver problemas o discrepancias del proyecto o ejecución en al ámbito de la construcción y coordinación con otras especialidades.

Para poder llevar a cabo el Tercer objetivo propuesto, el cual se basa en la elaboración de un manual de instalaciones de gases clínicos, Esta metodología se fundamenta en la utilización de herramientas teóricas que hacen referencia al entendimiento logrado en base a la identificación, categorización y caracterización de las normas, leyes y decretos dictados por el MINSAL. La comprensión de los conceptos que hacen referencia a “Instalaciones de gases Clínicos”. Nos permite la elaboración de esta guía, así se pueden marcar pautas de trabajo que cumplan con el propósito de establecer un conducto regular para el desarrollo de todas y cada una de las actividades necesarias para realizar las instalaciones. La propuesta se estructura en cuatro fases generales: Preparación, Recopilación de Información, Comprensión del Proceso, y Documentación de Información.

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DE LOS GASES MEDICINALES

2.1.1 MARCO TEORICO

En relación a las condiciones de temperatura y presión relativamente estables existentes en la superficie de nuestro planeta, se designa como «gas», a todo elemento o compuesto que exista habitualmente en este estado (estado gaseoso), diferente a los estados sólido y líquido, en las cercanías de las condiciones normales de temperatura y presión (15°C, 1 atm). (BOASIER, 1813) Se usa el concepto de «vapor» para la fase gaseosa de cualquier elemento o compuesto que, en las mismas condiciones, es normalmente líquido o sólido. Once elementos tienen esta condición de gases, así como un número aparentemente ilimitado de compuestos y mezclas, como el aire. Estos once elementos son: oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, cloro, flúor, helio, neón, argón, kryptón, xenón y radón. Gases comprimidos, licuados y criogénicos En general, todas las sustancias pueden estar en cualquiera de los tres estados más comunes de la materia (sólido, líquido o gas), dependiendo de las condiciones de temperatura y presión a que estén sometidas. El caso más familiar es el del agua, que a presión atmosférica está en estado sólido bajo 0°C, líquido entre 0 y 100°C y gas (vapor) sobre 100°C. Hemos definido como gases a aquellos elementos y compuestos que a presión y temperatura ambiente permanecen en estado gaseoso. La baja densidad característica de los gases hace que una pequeña cantidad de gas ocupe un gran volumen (1 kg de oxígeno (O₂) ocupa un volumen de 0,739 m³ o sea 739 litros, medidos a 15°C y 1 atm) por lo cual se hace indispensable someterlos a altas presiones y/o bajas temperaturas, para reducir su volumen para efectos de transporte y almacenamiento. Para conseguir altas presiones se utilizan cilindros de acero que trabajan con hasta 300 bar (4.350 psi) de presión. Dentro de los gases que se almacenan en cilindros de media y alta presión podemos hacer la siguiente división: Gases comprimidos Son aquéllos que tienen puntos de ebullición muy bajos, menor que -100°C, por lo que permanecen en estado gaseoso sin licuarse, aun a altas presiones, a menos que se sometan a muy bajas temperaturas. A este grupo pertenecen: el oxígeno (O₂), nitrógeno (N₂), argón (Ar), helio (He), hidrógeno (H₂) entre otros. Gases comprimidos - licuados Son aquellos que tienen puntos de ebullición relativamente cerca de la temperatura ambiente y que al someterlos a presión en un recipiente cerrado se licúan, por ejemplo, el dióxido de carbono (CO₂) y el óxido nitroso (N₂O) Gases criogénicos La alternativa de la alta presión para reducir el volumen que ocupa un gas es la licuación. Aquellos gases que no se licuan aplicando altas presiones, pueden ser licuados utilizando temperaturas criogénicas. Los casos más comunes en que se utiliza esta alternativa son: el oxígeno líquido (LOX), el nitrógeno líquido (LIN), y el argón líquido (LAR). Criogenia es la ciencia que estudia los procesos que ocurren a temperaturas inferiores a los -100°C. Esta definición incluye a todos los gases con punto de ebullición bajo la temperatura

anteriormente indicada, tales como: el oxígeno, nitrógeno y argón, con puntos de ebullición de -183°C , -196°C , -186°C respectivamente, los cuales son los fluidos criogénicos de mayor volumen e importancia. También se puede mencionar el hidrógeno y el helio, que poseen puntos de ebullición muy cercanos al cero absoluto, lo cual los hace gases líquidos muy especiales.

El estado gaseoso es un estado disperso de la materia, es decir, que las moléculas del gas están separadas unas de otras por distancias mucho mayores del tamaño del diámetro real de las moléculas. Resuelta entonces, que el volumen ocupado por el gas (**V**) depende de la presión (**P**), la temperatura (**T**) y de la cantidad o número de moles (**n**).

- Se adaptan a la forma y el volumen del recipiente que los contiene. Un gas, al cambiar de recipiente, se expande o se comprime, de manera que ocupa todo el volumen y toma la forma de su nuevo recipiente.
- Se dejan comprimir fácilmente. Al existir espacios intermoleculares, las moléculas se pueden acercar unas a otras reduciendo su volumen, cuando aplicamos una presión.
- Se difunden fácilmente. Al no existir fuerza de atracción intermolecular entre sus partículas, los gases se esparcen en forma espontánea.
- Se dilatan, la energía cinética promedio de sus moléculas es directamente proporcional a la temperatura aplicada

Los gases medicinales son imprescindibles en nuestras vidas, pero estos suelen pasarse desapercibidos entre las preferencias de la población. Quizá, porque ni siquiera nos damos cuenta de que estos son trascendentales para que podamos tener una mejor asistencia sanitaria, en la detección de enfermedades o que nuestro cuerpo no sufra en momentos determinados de nuestra existencia.

Por gases medicinales entendemos aquellos que por sus características específicas son utilizados para consumo humano y aplicaciones medicinales en instituciones de salud y en forma particular. Estos se han utilizado en el sector sanitario desde hace más de cien años volviéndose indispensables para muchas formas de diagnóstico y tratamiento modernos. Se utilizan, por ejemplo, para el soporte respiratorio, como agentes anestésicos, y para diagnosticar y tratar diversas patologías. Además, los gases medicinales se utilizan para el funcionamiento y calibración de los equipos médicos que pueda haber en un hospital o un centro de salud.

2.1.2 NORMATIVA GENERAL

Las normas están diseñadas para llevar a cabo el diseño, ejecución, montaje y puesta en marcha de los sistemas de abastecimiento de gases medicinales, están se rigen por los siguientes estamentos.

- NCh382: Sustancias peligrosas, clasificación.
- NCh935/1: Prevención de incendio en edificios – Ensayos de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción general.
- NCh935/2: Cobre y aleación – Tubos de cobre sin costura para gas, requerimientos.
- NCh1025: Gases comprimidos – Cilindros de gas para uso médicos y para esterilización.
- NCh2168: Gases comprimidos – Oxígeno – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis
- NCh2169: Gases comprimidos – Nitrógeno – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.
- NCh2179: Gases Comprimidos – Dióxido de carbono – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.
- NCh2180: Gases Comprimidos – Óxido nitroso – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.
- NCh2197: Gases Comprimidos – Aire – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis
- Resolución Nro.00532 de 2017 Nuevas tecnologías y nuevos medicamentos
- Resolución Número 2003 del 28 de mayo de 2014: Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.
- Resolución 2011012580 del 25 de abril de 2011: Por la cual se adopta la guía de Inspección de BPM que deben cumplir los Gases Medicinales en los procesos de fabricación, llenado, control de calidad, distribución y comercialización.
- Resolución INVIMA 258 DE 2011: Guía de inspección gases medicinales
- Resolución 4410/2009: Por la cual se expide el reglamento técnico que contiene el Manual
- de Buenas Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.
- Resolución 1403 de 2007: Modelo de gestión del Servicio Farmacéutico.
- Resolución 4816 de 2007: Programa nacional de Tecnovigilancia

- Resolución 3183 de 2007: Certificación de buenas prácticas de manufactura gases medicinales.
- Resolución 3862 de 2005: Guía de Buenas Prácticas de Manufactura gases medicinales
- Decreto 2200 de 2005: Servicio Farmacéutico.
- Decreto 4725 de 2005: Dispositivos y equipos médicos
- Resolución 1672 del 28 de mayo de 2004: Por la cual se adopta el Manual de Buenas
- Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.
- Decreto 677 de 1995: BPM laboratorios farmacéuticos

2.1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE GASES MEDICINALES

El control de instalación de gases clínicos es un campo multidisciplinario que requiere conocer, no solo, el sistema de regulación sino también la naturaleza de los procesos a controlar. A continuación, se repasan algunos conceptos básicos de Gases clínicos.

Son aquellos gases que por sus características específicas son utilizados para el consumo humano y aplicaciones medicinales en instituciones de salud y en forma particular.

2.1.4 Presión

La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por una unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.

En el sistema internacional de unidades la presión se mide en una unidad denominada pascal (Pa) que es equivalente a una fuerza total de un newton (N) actuando uniformemente en un metro cuadrado (m^2). En el sistema inglés la presión se mide en libras por pulgada cuadrada que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.

2.1.5 Pureza y contaminación del aire

La pureza o calidad del aire es controlada mediante la eliminación de partículas contaminantes, de polvo, gérmenes y olores indeseables por medio de filtros.

El aire de una ciudad, en condiciones normales, contiene millones de partículas de polvo, olores, humos, vapores y químicos; sus partículas son demasiadas pequeñas, por lo tanto, los sistemas de climatización cuentan con filtros necesarios para retener dichas partículas generando la importancia de la limpieza del aire para la salud y mantener confortable un espacio.

La renovación del aire elimina olores desagradables, humos y vapores, contribuyendo a la mejora del ambiente.

2.1.6 Aire.

El aire es un gas incoloro, insípido e inoloro, mezcla de distintos gases. Se divide en dos grupos: El aire seco y el aire húmedo. El seco es, naturalmente, el que carece de humedad; el húmedo, el que la tiene.

El aire posee la propiedad de ser un transportador que puede llevar frío, calor, humo, vapor, suciedad, polvo, humedad, olores y también sonido. Se puede acondicionar de diferentes maneras, tales como:

- Enfriando, quitándole temperatura al aire
- Calentando, agregando temperatura al aire
- Quitando humedad, reteniendo la humedad del aire
- Añadiendo humedad al seco o parcialmente seco, agregando humedad al aire
- comprimiéndose

2.1.7 Aire Medicinal

Es una mezcla de gases transparentes que no tienen olor ni sabor. La composición de la mezcla es relativamente constante. El aire no es inflamable ni corrosivo. El aire líquido es transparente con un leve matiz azulado. En medicina el aire comprimido se utiliza en conjunto con tratamientos de alta humedad que usan atomizantes, en tratamientos pediátricos y en general en todo tipo de terapias respiratorias en que este es contra indicado el aumento en el contenido de oxígeno atmosférico (MINSAL, 2009)

El aire medicinal se obtiene mediante la compresión de aire atmosférico purificado y filtrado o de la mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporciones 21% y 79% respectivamente.

Las condiciones fundamentales que debe cumplir el aire medicinal son:

- Libre de partículas
- Bacteriológicamente apto
- Libre de aceites
- Libre de agua

Se utiliza principalmente para lo siguiente;

- Elemento motriz en los respiradores
- Permite formar mezclas con otros gases
- Limpieza de campos operatorios
- Vehículos transportadores de medicamentos
- Evacuación de gases anestésicos mediante efecto Venturi
- Fluido motriz para herramientas neumáticas de traumatología

2.1.8 Oxígeno Medicinal

Es un gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión. Constituye más de un quinto de la atmósfera. Este gas es inodoro, incoloro y no tiene sabor. Todos los elementos (salvo gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en la intensidad con la temperatura. En medicina es utilizado en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias.

Para uso medicinal el oxígeno se produce por el método de destilación fraccionada, que consiste básicamente en el enfriamiento del aire previamente filtrado y purificado. Por métodos de compresión-descompresión se logra el enfriado del aire hasta una temperatura aproximada a los -183°C . luego con el aire ya licuado se realiza una destilación donde cada uno de sus componentes puede ser separado. (MINSAL, 2009)

Frecuentemente es utilizado para lo siguiente:

- Esencial para la vida
- Enfermedades en las que se disminuye la capacidad ventilatoria: edema pulmonar, neumonía, embolismo pulmonar
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Enriquecedor de la concentración de oxígeno del aire a respirar
- Terapia hiperbárica

2.1.9 Óxido Nitroso

En condiciones normales la presión y temperatura es un gas incoloro, prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1,85 veces más pesado que el aire. Es relativamente soluble en agua, alcohol, aceites y varios otros productos alimenticios. Tiene la particularidad que al disolverse en agua no cambia la acidez, como ocurre con el CO₂. En la medicina y odontología, el principal uso del óxido nitroso mezclado con oxígeno, es como analgésico inhalable

El óxido nitroso fue el primer gas empleado en la medicina, hace 175 años. Es extremadamente seguro para uso medicinal por ser no inflamable y presentar las siguientes características: bajo coeficiente de solubilidad, efecto de la concentración y del segundo gas, analgésico y sedación, no se metaboliza en el organismo y posee mínimos efectos colaterales (MINSAL, 2009)

Se utiliza para lo siguiente:

- Inductor de la anestesia
- Analgesia y sedación en menor concentración
- Sedante en procedimiento odontológicos y médicos

2.1.10 Nitrógeno

El nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, en donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en cirugía (equipos de criocirugía).

El nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78,03% en volumen, 75,5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura inferior a -196°C , es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua. Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Se combina sólo con algunos de los metales más activos, como litio y magnesio, formando nitruros, y a temperaturas muy altas puede combinarse con hidrógeno, oxígeno y otros elementos. Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas. (NCh2169, 2009)

Es utilizado para lo siguiente:

- En la criopreservación (Biobancos) para la conservación a largo plazo de líneas celulares, muestras de tejido, células madre, sangre, componentes sanguíneos, otras células y otros fluidos corporales.
- En la criocirugía para procedimientos quirúrgicos menores.
- Como componente de múltiples mezclas de gases.
- Como medio de desplazamiento de material estéril, medio de desplazamiento no-oxidante en viales farmacéuticos y como propulsor en dispensadores de aerosol presurizados.
- Como fuente de presión neumática para dar potencia a dispositivos médicos que funcionan con gas.
- Como refrigerante para láser de dióxido de carbono quirúrgico.

2.1.11 Dióxido de carbono

El dióxido de carbono medicinal tiene varias aplicaciones en la medicina. Puede ser utilizado como gas para insuflar en cirugías mínimamente invasivas (laparoscopia, endoscopia y artroscopia) ampliando y estabilizando las cavidades del cuerpo, permitiendo contar con una mejor visibilidad del campo quirúrgico. Además, en su fase líquida, puede ser utilizado para proporcionar temperaturas bajas de hasta -76°C , para la crioterapia o la analgesia local por aplicación externa sobre la superficie de la piel.

En condiciones normales, es un gas incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante, existente en la atmosfera en baja concentración, entre 0,03% y 0,06% en volumen. Su punto tripe (donde coexisten los estados sólidos, líquidos y gas) se produce a $-56,57^{\circ}$ C y 5,185 Bar. Bajo esa presión el CO₂ sublima, es decir pasa directamente de solido a gas sin pasar por la fase liquida, que es lo que sucede a presión normal (1 atm) a $-78,5^{\circ}$ C. el CO₂ solido es comúnmente conocido como Hielo seco. A presiones mayores de 5,185 bar y temperaturas menores de $31,06^{\circ}$ C (Punto Crítico), el CO₂ se presenta en forma líquida y gaseosa simultáneamente, fases que coexisten en equilibrio en un contenedor cerrado. (NCh2179, 2009)

Se utiliza principalmente para lo siguiente:

- Estimula el centro respiratorio, controlando la velocidad y profundidad de la respiración
- Es poderoso como vasodilatador cerebral y regulador del ácido base de la sangre
- Agente arterial de contraste
- Laparoscopia: Facilita acceso y visualización
- Criocirugía en cirugía oftalmológica

2.1.12 Vacío Medicinal

Se trata de la depresión del aire atmosférico. Se obtiene mediante bombas de vacío y es considerado como gas medicinal.

El vacío es simplemente una depresión de aire atmosférico. Actualmente como forma parte de las instalaciones centralizadas de gases medicinales es considerado como tal. La presión puede variar a lo largo de la instalación, pero generalmente se encuentra en torno a unos 75 KPa. (MINSAL, 2009)

Se utiliza principalmente para lo siguiente:

- Limpieza de vías respiratorias.
- Drenajes generales de sangre y secreciones.
- Limpieza de heridas en cirugía.
- Limpieza del campo de trabajo en quirófano.

CAPÍTULO 3: CENTRALES DE SUMINISTRO DE GASES

3.1.1 REDES DE SUMINISTRO DE GASES

Consiste en una serie de redes de distribución y lazos de control, que permiten el suministro de los gases medicinales a los pacientes, además que llegue con la misma calidad con la que es producido el gas. Los sistemas centralizados hacen mucho más segura las acciones médicas, evitando el movimiento en áreas críticas o pobladas.

Tuberías

Es el elemento central de que la red, que permite conducir gases a la presión adecuada desde la central de suministro hasta el punto de consumo. dicha tubería quedar protegida de los factores como la corrosión, congelamiento y/o altas temperaturas.

3.1.2 MATERIALES

3.1.3 Tuberías

Se usará cañería de cobre sin costuras tipo K, para todos los gases de presión positiva, de acuerdo a ATMS B-819. En la red de vacío y evacuación de gases anestésicas de presión negativa, se usará cañería de cobre tipo L.

3.1.4 Fittings:

Se debe hacer uso de fittings de cobre forjado a soldar de acuerdo a ASME B 16.50, los cuales deben cumplir los mismos requisitos de limpieza para uso en sistemas médicos y particularmente para uso con oxígeno.

En lo posible, se minimizará el uso de fittings, debido a que ello aumenta las pérdidas de carga en la red. No se debe permitir doblar tuberías.

Se aceptarán uniones atornilladas, las que serán solo las estrictamente indispensables y se usara cinta de teflón u otro sellante adecuado para el oxígeno.

Con lo descrito y a modo de norma general, los elementos de unión, derivación, cambios de dirección, etc. Prefabricados, moldeados y/o estampados, deberían reunir las especificaciones de las cañerías de cobres tipo K.

3.1.5 Soldadura

Se empleará soldadura de plata al 15%, sin fundente, libre de cadmio (Cd) y soplete oxiacetilénico o propanico cuidando que su penetración sea pareja y perfecta apariencia.

La varilla de soldadura debe contener: Fosforo, cobre y plata. Su composición química se debe certificar por el fabricante del aporte mediante un documento firmado y sus análisis de laboratorio.

Durante el proceso de soldadura fuerte de las conexiones de la tubería, se debe crear al interior del tubo una atmosfera para la limpieza, purgando continuamente ya sea con dióxido de carbono, argón o nitrógeno, para prevenir la formación de óxido de cobre en la superficie interior del tubo.

3.1.6 Herramientas de corte

La herramienta a utilizar para cortar cañerías, deberá ser la de corta tubos, no otros como marcos de sierra o esmeriles.

3.1.7 Cañerías

Una vez que se ha realizado el tratamiento químico de limpiado de cañerías, se deberá proceder a pintarlas de acuerdo a su código de colores (Tabla 1 y 2) y una vez que estén secas se desarrollará el trabajo de instalación. Esto es para asegurarse que todas las cañerías estén pintadas, ya sea expuestas, embutidas, por cielo falso, CPI, entretechos. Además, que sirve para evitar el cruzamiento de cañerías.

Gases o servicio a identificar	Tubería de color según NCh1025	Código RAL	Leyenda de color contrastante	Código RAL
Gases puros				
Dióxido de carbono	Gris	9006	Negro	9017
Helio	Café	8014	Blanco	1013
Nitrógeno	Negro	9017	Blanco	1013
Oxido nitroso	Azul	5010	Blanco	1013
Oxígeno	Blanco	1013	Negro	9017
Mezclas de gases				
Aire	Negro con banda blanca	9017 / 1013	Blanco sobre negro	-
Oxígeno más dióxido de carbono	Blanco con banda gris	1013 / 9006	Negro sobre blanco	9017
Helio más oxígeno	Café con banda blanca	8014 / 1013	Blanco sobre café	1013

Tabla 1, Clasificación de colores

Fuente: NCh 1025

Servicio a identificar	Tubería de color	Código RAL	Leyenda de color contrastante	Código RAL
Vacío	Amarillo con banda púrpura	1032 / 4006	Negro	9017
Evacuación de gases anestésicos	Púrpura	4006	Blanco	1013

Tabla 2, Clasificación de colores

Fuente: NCh 1025

3.2 EQUIPOS PRIMARIOS DE GASES MEDICINALES

3.2.1 Compresores de Aire

El compresor scroll (Ilustración 1) es un compresor de desplazamiento positivo. No es un equipo muy conocido, pero tiene una aplicación típica en las aplicaciones exentas de aceite.

El compresor scroll tiene un desplazamiento orbital. La compresión se realiza por reducción de volumen. El conjunto compresor está formado por dos rotores con forma espiral; uno de ellos es fijo en la carcasa y el otro es móvil, accionado por el motor. Están montados con un desfase de 180°, lo que permite que en su movimiento se creen cámaras de aire cada vez más pequeñas.



Ilustración 1, Compresor Scroll

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

Modelo	HP	KW	Sistema	Capacidad del sistema ¹ a 50 psig	
				CFM	l / s
Sistemas de montaje en base SPC (conexión de punto único)					
SAS02D-080V-D	2	1.5	Dúplex	7.0	3.3
SAS03D-080V-D	3	2.2		10.4	4.9
SAS05D-080V-D	5	3.7		17.2	8.1
SAS07D-080V-D	7.5	5.5		25.2	11.9
SAS10D-120V-D	10	7.5		34.8	16.4
SAS15D-120V-D	15	11		50.4	23.8
SAS05T-120V-T	5	3.7	Triple	34.4	16.2
SAS07T-120V-T	7.5	5.5		50.4	23.8
SAS10T-200V-T	10	7.4		69.6	32.9
SAS15T-200V-T	15	11		100.8	47.6
SAS05Q-120V-Q	5	3.7	Cuadruplex	51.6	24.4
SAS07Q-200V-Q	7.5	5.5		75.6	35.7
SAS10Q-200V-Q	10	7.4		104.4	49.3
SAS15Q-200V-Q	15	11		151.2	71.4
SAS15P-200V-P	15	11	Pentaplex	201.6	95.2
SAS15H-240V-H	15	11	Hexaplex	252.0	118.9

Tabla 3, Tabla de selección de Compresor

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.2 Bombas de Vacío

Equipos para producir presión negativa, la que se transmite a través de las redes de distribución y se traduce en fuerza aspirativa para ser usada en diversos procedimientos médicos



Ilustración 2, Bomba de vacío

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.3 Manifold

Sistema de respaldo en el suministro de gases al centro hospitalario. Esta batería de respaldo está conformada por grupos de cilindros que pueden contener alguno de los gases de uso clínico. Ya sea, Manifold o múltiple de cilindros de Oxígeno, Óxido Nitroso, Nitrógeno u Oxido Carbono. Pueden ser además otros gases fuera del oxígeno, no es el conjunto de llaves para administrar los flujos.



Ilustración 3, Manifold

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.4 Secadores

Máquinas para extraer la humedad al aire que será utilizado en los procedimientos hospitalarios.



Ilustración 4, Secadores

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

La solución de Punto de Rocío Alarmas

Diseñado específicamente para el cuidado de la salud, el secador no se ven afectados por las condiciones de flujo de las fuertes fluctuaciones que se encuentran en casi todas las aplicaciones hospitalarias. Independientemente de las condiciones de carga, los sistemas producen un punto de rocío constantemente bajo y muy por debajo de los requisitos exigidos por la NFPA 99 . Al eliminar el 50% más de agua que los secadores de refrigerante, se eliminan las alarmas de punto de rocío . Válvula de transferencia 441 El punto débil en la mayoría de los secadores desecantes son sus válvulas de conmutación.

La válvula 441 utiliza dos placas de cerámica deslizantes que forman un sello casi perfecto, casi indestructible. A medida que estas placas de cerámica se deslizan durante cada cambio de torre desecante, se limpian por sí mismas de cualquier partícula que comúnmente destruya los diseños de válvulas comunes. El resultado es una válvula libre de mantenimiento con una fiabilidad extraordinaria.

Eficiencia del secador - Depuración del punto de rocío

Los secadores desecantes sin calor utilizan un control de purga dependiente del punto de rocío para garantizar las pérdidas de energía más bajas posibles para la regeneración del desecante al tiempo que proporcionan un punto de rocío totalmente estable y confiable. El aire de purga se minimiza con la conmutación de la torre según las lecturas del punto de rocío, por lo que cuando la demanda de aire médico es baja, también lo es su consumo de energía

Modelo	Sistema	Flujo de entrada ¹ (SCFM)	
		75 psig	100 psig
Sólo uso de anillos no líquidos			
LDD-35D-DRC	Dúplex Con opción de monitor de CO	27	35
LDD-55D-DRC		44	55
LDD-75D-DRC		59	75
LDD-105D-DRC		82	105
LDD-155D-DRC		121	155
LDD-200D-DRC		156	200
LDD-35D-DR	Dúplex Sin Monitor de CO	27	35
LDD-55D-DR		44	55
LDD-75D-DR		59	75
LDD-105D-DR		82	105
LDD-155D-DR		121	155
LDD-200D-DR		156	200

Tabla 4, Tabla de Selección

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.5 Tomas Murales

Puntos murales de suministro interno (salidas) de los gases medicinales, en el área de uso de éstos.



Ilustración 5, Tomas Murales

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.6 Alarmas

Equipos que permiten medir y monitorear la presión de los diversos gases en las líneas que van a los distintos puntos de consumo. Emiten señales audiovisuales en caso de que se produzcan fluctuaciones de la presión por debajo o por sobre el rango normal de las presiones de los gases.



Ilustración 6, Alarma de Gases

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

Las alarmas de notificación de gases médicos proporcionan señales de alarma maestra y de área.

Usando la colorida pantalla LCD de pantalla táctil de 10.2 ”, los usuarios pueden ajustar el brillo de la pantalla y el color de la placa de gas. La pantalla LCD táctil permite la programación de todas las alarmas y la configuración en el sitio sin el uso de herramientas. Las alarmas Mega3 también pueden monitorear cualquier dispositivo equipado con salidas de 4-20 mA. Ahora es posible medir flujos, niveles, concentraciones, humedad y otros parámetros y llevar esas lecturas directamente al panel de alarma más cercano o a cualquier dispositivo habilitado para red.

Los sensores de gas pequeños con diagnóstico de latido del corazón que le permiten saber que el sensor está funcionando correctamente, pueden montarse localmente (dentro de la alarma) o remotamente (dentro de una caja de válvulas de zona o directamente en la tubería de gas médico).

Además, se puede realizar una auto prueba de diagnóstico completa de la alarma para verificar las señales de alarma (verde y rojo), los indicadores LED en el panel frontal, la bocina audible y las pantallas de todos los puntos de ajuste de la alarma. La prueba puede iniciarse utilizando los controles de pantalla táctil fáciles de usar

3.2.7 Cajas de Válvulas

Sitios físicos donde se ubican los puntos de corte de las redes de los gases medicinales. Se utilizan para realizar un corte del suministro en forma oportuna en caso de emergencia o para hacer mantenimiento y reparaciones de equipos.



Ilustración 7, Caja de Válvulas

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.8 Columna de Gases

Equipos primarios para el suministro de gases dentro de las salas hospitalarias, donde se requiere optimizar el espacio y facilitar el uso de los gases medicinales a los usuarios.



Ilustración 8, Columna de gases

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.2.9 Entrada de respaldo de oxígeno

Las tomas de oxígeno de emergencia proporcionan una conexión para una fuente auxiliar de oxígeno al hospital en situaciones de emergencia o mantenimiento. La construcción robusta y robusta proporciona protección contra los elementos y se puede asegurar para evitar el acceso no autorizado.



Ilustración 9, Caja de Respaldo de Oxígeno

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.3 EQUIPOS SECUNDARIOS DE GASES MEDICINALES

3.3.1 Flujómetros Murales

Dispositivos que se pueden acoplar a las tomas murales, ya sea de aire u oxígeno, para dosificar la cantidad de gas entregado al paciente. La unidad de flujo más usual es el L / min.



Ilustración 10, Flujómetro

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.3.2 Reguladores de Vacío

Dispositivos que se pueden acoplar a las tomas murales, ya sea de aire u oxígeno, para dosificar la cantidad de gas entregado al paciente. La unidad de flujo más usual es el L / min.



Ilustración 11, Reguladores de Vacío

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.3.3 Humidificadores

Recipientes utilizados para aportar humedad al oxígeno indicado al paciente y así evitar resequedad de sus mucosas. Se ubican luego del flujómetro para hacer pasar el oxígeno por el líquido que contiene el humidificador y crear burbujas, lo que provoca la humectación del gas.



Ilustración 12, Humificador de muro

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

3.3.4 Slides

Soportes para los frascos de aspiración, cuya ubicación es mural, al lado de los reguladores de vacío.

3.3.5 Manómetros

Accesorios que permiten visualizar las distintas presiones que se manejan en el sistema.



Ilustración 13, Manómetros de Línea

Fuente: Manual de equipos Beancomedaes

CAPÍTULO 4: RED DE RESPALDO PARA GASES MEDICINALES

4.1 NORMATIVA DE ALMACENAMIENTO DE GASES

Resolución Nro.00532 de 2017 Nuevas tecnologías y nuevos medicamentos

Resolución Número 2003 del 28 de mayo de 2014: Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.

Resolución 2011012580 del 25 de abril de 2011: Por la cual se adopta la guía de Inspección de BPM que deben cumplir los Gases Medicinales en los procesos de fabricación, llenado, control de calidad, distribución y comercialización.

Resolución INVIMA 258 DE 2011: Guía de inspección gases medicinales

Resolución 4410/2009: Por la cual se expide el reglamento técnico que contiene el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.

Resolución 1403 de 2007: Modelo de gestión del Servicio Farmacéutico.

Resolución 4816 de 2007: Programa nacional de Tecnovigilancia

Resolución 3183 de 2007: Certificación de buenas prácticas de manufactura gases medicinales.

Resolución 3862 de 2005: Guía de Buenas Prácticas de Manufactura gases medicinales

Decreto 2200 de 2005: Servicio Farmacéutico.

Decreto 4725 de 2005: Dispositivos y equipos médicos

Resolución 1672 del 28 de mayo de 2004: Por la cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.

Decreto 677 de 1995: BPM laboratorios farmacéuticos

4.2 RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO DE GASES

Los peligros asociados con la manipulación y el uso del oxígeno se derivan de su capacidad para soportar la combustión. Mientras mayor sea la cantidad de oxígeno presente en la atmósfera menor será la cantidad de energía necesaria para provocar una ignición y, además, el oxígeno aumenta sustancialmente la velocidad de la combustión.

Partículas pequeñas de metal o plástico hacen ignición cuando se ven sometidas a impactos en presencia de altas concentraciones de oxígeno. La asfixia se presenta rápidamente y sin avisar. Se deben tomar todas las precauciones posibles para asegurar la disponibilidad de un suministro adecuado de oxígeno. Ni los respiradores, ni las máscaras de gas suministran oxígeno. Solamente filtran o purifican. Si hay posibilidad de asfixia, el plan de emergencias debe contemplar que los brigadistas que atienden la situación en la fase inicial estén equipados con máscaras de suministro de aire, o el área debe estar lo

suficientemente ventilada para asegurar que se dispone de aire apropiado para la respiración. Bajo ciertas condiciones, los gases que de otra manera serían inofensivos, podrían matar. Los gases utilizados en las instituciones hospitalarias, como el dióxido de carbono y nitrógeno, pueden asfixiar a una persona ya que estos gases al entrar en contacto con el aire desplazan el oxígeno.

3.1.1 Alta presión: Muchos gases son envasados a altas presiones. Cuando se liberan repentinamente o bajo condiciones no controladas y entran en contacto con alguna persona, pueden erosionar o destruir los tejidos humanos. Igualmente en el caso de liberación repentina de un gas a alta presión desde un cilindro roto o cuya válvula sea dañada accidentalmente, puede ocurrir que el cilindro salga disparado sin control.

3.1.2 Inflamabilidad: En presencia de un oxidante, algunos gases arderán si son encendidos por electricidad estática o por una fuente de calor como una flama o un objeto caliente. El aumento de concentración de un oxidante acelera el rango de combustión. Los materiales que no son inflamables bajo condiciones normales, pueden arder en una atmósfera enriquecida de oxígeno.

Nunca permita que sustancias tales como aceite, grasa u otras que puedan hacer combustión fácilmente estén en contacto con válvulas, reguladores, medidores y accesorios de oxígeno. El aceite y los productos derivados de hidrocarburos pueden combinarse con una violencia explosiva si hacen ignición. Se deben eliminar todas las fuentes de ignición y no se debe permitir fumar ni que haya llamas abiertas en los alrededores de una estación de oxígeno. Algunos gases son pirofóricos, es decir, no necesitan una chispa o una fuente de calor para incendiarse. Estos gases estallan en llamas cuando entran en contacto con el aire. Toxicidad: Algunos gases son tóxicos y pueden causar daños o la muerte si son inhalados, absorbidos a través de la piel o ingeridos. El grado de toxicidad varía de un gas a otro. Por ejemplo, el monóxido de carbono es un gas tóxico emitido por los escapes de los automóviles. La exposición de este gas puede resultar peligrosa para las personas, en concentraciones de más de 50 partes por millón (ppm) en un período de más de 8 horas.

3.1.3 Corrosión: Algunos gases son corrosivos. Atacan químicamente, produciendo daños irreversibles en tejidos humanos tales como los ojos, la piel o las membranas mucosas. También atacan químicamente y corroen el metal, el hule y muchas otras sustancias. Algunos gases no son corrosivos en forma pura, pero pueden resultar extremadamente destructivos en presencia de humedad o de otros gases. Una ligera fuga de sulfuro de

hidrógeno, por ejemplo, puede convertirse en una fuga enorme debido a que el H₂S reaccionará con el oxígeno del aire y corroerá el contenedor que lo almacena.

3.1.4 Oxidantes: Algunos gases son oxidantes, es decir, crean riesgos de incendio aun cuando ellos mismos no sean inflamables. El oxígeno, por ejemplo, no es inflamable, pero acelera vigorosamente la combustión. Dicho de otro modo, cualquier cosa que pueda arder, arderá más aprisa y a mayor temperatura en presencia de una atmósfera enriquecida con oxígeno.

3.1.5 Frio Extremo: Los gases criogénicos (oxígeno, nitrógeno, y argón líquido) y algunos gases licuados, tienen temperaturas extremadamente bajas. Al entrar en contacto con los tejidos de la piel, pueden congelarlos y destruirlos con gran rapidez. Muchos materiales son incompatibles con las bajas temperaturas de estos gases. El material de fabricación de algunas tuberías, por ejemplo; son perfectamente rígidos a temperatura ambiente, pero pierde ductilidad y resistencia al impacto cuando se someten a temperaturas criogénicas.

4.3 RECIPIENTES

4.3.1 Tanques Criogénicos - Oxígeno Líquido

Cuando las necesidades de consumo lo justifican, como es el caso de un hospital, puede instalarse un tanque criogénico, que puede almacenar grandes cantidades de oxígeno en forma líquida.

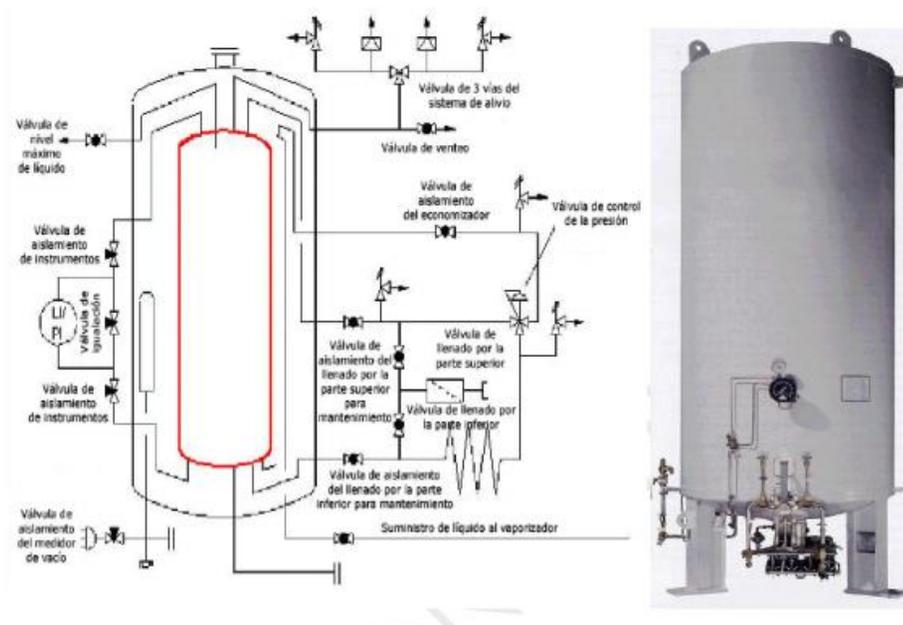


Ilustración 14, Tanque Criogénico

Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.

Un sistema de suministro de oxígeno líquido está conformado por varios componentes y sistemas diseñados para garantizar un suministro seguro y continuo de producto al cliente (Anexo A)

4.3.2 Vaporizadores:

El tanque de líquido criogénico está conectado a un vaporizador que sirve para convertir en vapor el líquido criogénico del tanque de almacenamiento a granel. Los vaporizadores estándar de aire ambiente usan la convección natural del aire circundante para evaporar el fluido criogénico y suministrarle producto gaseoso al cliente. A la tubería del vaporizador se le añaden aletas para mejorar la transferencia de calor desde el aire ambiente hacia la pared del tubo.

NOTA: La acumulación de hielo sobre los vaporizadores es normal. Sin embargo, los funcionarios de mantenimiento deben verificar que la acumulación de hielo no sea excesiva y retirarla mediante el riego con abundante agua utilizando manguera. No intente retirar el hielo golpeándolo con martillos u otras herramientas similares. Si la acumulación de hielo es excesiva, comuníquese con la empresa de suministro y soporte.

4.3.3 Circuito de llenado

El circuito de llenado del tanque de oxígeno se utiliza exclusivamente para el llenado del tanque. El circuito consta de válvulas de llenado por la parte inferior y por la parte superior, válvula anti-retorno de la línea de llenado, válvula de alivio de la línea, filtro de malla de la línea (si lo hay), conexión de llenado y drenaje de la manguera de la línea de llenado (válvula de purga).

Generalmente, un llenado por la parte inferior aumenta la presión del tanque y un llenado por la parte superior la disminuye. Las conexiones de llenado deben tener una tapa contra polvo puesta en todo momento, salvo durante el proceso de llenado.

4.3.4 Circuito de la válvula de nivel máximo de líquido

Un flujo de líquido a través de la línea de la válvula de nivel máximo de líquido da una indicación visual de que el tanque está lleno. El circuito consta de la válvula de nivel máximo de líquido y la tubería. La línea de la válvula de nivel máximo de líquido se inicia en la parte superior del tanque interno debajo de la abertura de venteo del tanque y se extiende a través del espacio de vapor del tanque por una distancia determinada. Permite que el espacio de vapor tenga un volumen suficiente, usualmente el 5% de la capacidad del tanque, para que el líquido pueda expandirse.

4.3.5 Circuito del medidor de nivel de líquido

El propósito del circuito del medidor de nivel de líquido es determinar el nivel de líquido y la presión del tanque. El circuito consta de un manómetro y un indicador del nivel de líquido, que es un medidor de presión diferencial. El medidor de nivel de líquido no da una medida real de la altura del líquido en el tanque, sino que suministra una indicación del nivel de producto. El indicador de nivel de líquido lee la diferencia de presiones entre la presión de vapor del espacio de vapor en la parte superior del tanque y la presión ejercida por el peso del fluido sobre el fondo del tanque

4.3.6 Sistema principal de válvulas de alivio del tanque

El propósito del circuito principal de válvulas de alivio del tanque es aliviar el exceso de presión del tanque interno si la presión excede la MAWP (presión de trabajo máxima permitida) del tanque.



Ilustración 15, Válvulas de Alivio

Este circuito consta de dos dispositivos de seguridad para el tanque, dos discos de ruptura, una válvula con suiche de seguridad (válvula desviadora) y dos válvulas de prueba de seguridad (en algunos tanques antiguos no se puede instalar un circuito de seguridad dual). Las válvulas de seguridad se vuelven a asentar cuando la presión del tanque disminuye hasta un nivel apropiado. Cuando los discos de ruptura fallan se deben cambiar por unos nuevos.

4.3.7 Sistema de elevación de la presión

El propósito del circuito elevador de la presión es mantener automáticamente la presión mínima fijada para el tanque. El circuito elevador de la presión consta de un regulador elevador de la presión, una espiral elevadora de la presión, una válvula de líquido elevador de la presión, una válvula de retorno de vapor y válvulas de alivio de la línea.

4.3.8 Sistema economizador

El propósito del circuito del economizador es permitir que el exceso de presión de gas del espacio de vapor o "merma" del tanque salga y sea dirigida hacia la tubería del cliente.

Una presión del tanque mayor que la presión de ajuste del regulador del economizador hace que el regulador se abra. Esto permite que fluya gas del espacio de vapor del tanque a través del sistema y hacia los equipos del hospital. La remoción de gas del espacio de vapor disminuye la presión del tanque. Normalmente, el regulador del economizador se ajusta aproximadamente entre 15 y 25 PSIG por encima de la presión de ajuste del regulador elevador de la presión.

El circuito del economizador consta de un regulador del economizador, una válvula de cierre de la salida de vapor, una válvula anti-retorno de la salida de vapor y dos válvulas de alivio de la línea. Algunos tanques tienen un regulador con un diseño que combina el regulador elevador de la presión y los reguladores de los economizadores.

4.3.9 Sistema de uso de gas (tubo de inmersión)

El propósito del circuito de uso de gas (tubo de inmersión) es suministrar oxígeno líquido. El circuito consta de una válvula de uso de gas (tubo de inmersión) y la tubería asociada.

4.3.10 Extracción de líquido

El propósito de la línea de extracción de líquido es suministrar líquido directamente al tanque en el caso de las aplicaciones que utilizan producto líquido, o líquido a los vaporizadores en el caso de las aplicaciones que consumen grandes cantidades de gas.

4.3.11 Sistema de venteo

El propósito del circuito de venteo es permitir aliviar manualmente la presión del espacio de vapor del tanque. El circuito consta de una válvula de venteo.

4.3.12 Sistema de vacío del tanque

El propósito del circuito de vacío del tanque es controlar la adsorción de calor y ayudar a mantener la integridad térmica del tanque. Los equipos que normalmente están asociados al sistema de vacío del tanque incluyen una válvula para el medidor de vacío, un tubo para el medidor de vacío, una válvula de evacuación y el dispositivo de seguridad del espacio anular, que usualmente es una placa sostenida en su sitio gracias al vacío del tanque.

4.3.13 Sistema regulador de la presión

El sistema regulador de la presión reduce la presión del producto que suministra el tanque hasta presiones aceptables para la línea después de que el producto ha sido vaporizado.

El sistema regulador de la presión también incluye válvulas anti-retorno para reducir la probabilidad de que el tanque se contamine a través de la línea de suministro al cliente.

5 CÁLCULOS DE CILINDROS EN MANIFOLD

5.1.1 Manifold de Respaldo Oxígeno

Para el cálculo de la central de Oxígeno, y de acuerdo a tablas y estudios realizados, se tomará como flujo promedio $28 \text{ m}^3/\text{mensual} \times \text{cama}$. De acuerdo a N° total de camas consideradas en este Proyecto 300 camas. Se tiene un consumo total de $8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}$.

- Flujo promedio = $28 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{cama})$
- N° de camas = 300 camas.
- Consumo Total = Flujo promedio \times N° de camas
- Consumo Total = $28 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{cama}) \times 300 \text{ camas}$
- Consumo total = $8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}$
- Capacidad Cilindro = 10 m^3 .
- Total de Cilindros = $\frac{\text{Consumo total}}{\text{Capacidad Cilindros}}$
- Capacidad Cilindros
 - Total de Cilindros = $\frac{8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}}{10 \text{ m}^3/\text{Cilindro}}$
 - Total de Cilindros = 840 Cilindros/mensual
- Total de Cilindros/día = $\frac{840 \text{ Cilindros/mensual}}{30 \text{ días}}$
- Total de Cilindros/día = 28

Por lo tanto, se considerará un Manifold de Respaldo de 28 Cilindros en total (14 en uso y 14 en reserva), para así poder abastecer en forma constante durante 1 día.

5.1.2 Manifold Aire Medicinal de Respaldo

Para el cálculo de la central de Aire Medicinal, y de acuerdo a tablas y estudios realizados, se tomará como flujo promedio $28 \text{ m}^3/\text{mensual} \times \text{cama}$. De acuerdo a N° total de camas consideradas en este Proyecto 300 camas. Se tiene un consumo total de $8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}$.

- Flujo promedio = $28 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{cama})$
- N° de camas = 300 camas.
- Consumo Total = Flujo promedio \times N° de camas
- Consumo Total = $28 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{cama}) \times 300 \text{ camas}$
- Consumo total = $8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}$
- Capacidad Cilindro = 10 m^3 .
- Total de Cilindros =
$$\frac{\text{Consumo total}}{\text{Capacidad Cilindros}}$$
- Total de Cilindros =
$$\frac{8.400 \text{ m}^3/\text{mensual}}{10 \text{ m}^3/\text{Cilindro}}$$
- Total de Cilindros = 840 Cilindros/mensual
- Total de Cilindros/día =
$$\frac{840 \text{ Cilindros/mensual}}{30 \text{ días}}$$
- Total de Cilindros/día = 28

Por lo tanto, se considerará un Manifold de Respaldo de 28 Cilindros en total (14 en uso y 14 en reserva), para así poder abastecer en forma constante durante 1 día.

5.1.3 Manifold de Respaldo Óxido Nitroso

Para el cálculo de la central de Óxido Nitroso, y de acuerdo a tablas y estudios realizados, se tomará como flujo promedio $15 \text{ m}^3/\text{mensual} \times \text{Pabellón}$. De acuerdo a N° total de Pabellones 7 considerados en este Proyecto, se tiene un consumo total de $105 \text{ m}^3/\text{mensual}$, por lo tanto debido al rango de consumo, se concluye instalar un manifold de cilindros para el suministro de este gas. Considerando además que los cilindros normalmente usados son de 15 m^3 de capacidad, se tendrá que:

- Flujo promedio = $15 \text{ m}^3 / (\text{mensual} \times \text{Pabellón})$
- N° de Pabellón = 7
- Consumo Total = Flujo promedio \times N° de Pabellones
- Consumo Total = $15 \text{ m}^3 / (\text{mensual} \times \text{Pabellón}) \times 7 \text{ Pabellones}$
- Consumo total = $105 \text{ m}^3/\text{mensual}$
- Capacidad Cilindros = $15 \text{ m}^3 / \text{cilindro}$
- Total de Cilindros = $\frac{\text{Consumo total}}{\text{Capacidad Cilindros}}$
- Total de Cilindros = $\frac{105 \text{ m}^3/\text{mensual}}{15 \text{ m}^3/\text{cilindro}}$
- Total de Cilindros = 7 Cilindros/mensual

Más Servicios en, Preanestesia, Partos, Tomografía, Seriografía. Consumo aproximado 4 Cilindros.

$$\text{Total de Cilindros} = 7 + 3 = 10$$

Por lo tanto, se considerará un Manifold de 10 cilindros en total (5 en uso y 5 en reserva), para así poder abastecer en forma constante durante 30 días aproximados.

5.1.4 Manifold de Respaldo Dióxido de Carbono

Para el cálculo de la central de Dióxido de Carbono, y de acuerdo a tablas y estudios realizados, se tomará como flujo promedio $10 \text{ m}^3/\text{mensual} \times \text{Pabellón}$. De acuerdo a N° total de Pabellones 7 considerados en este Proyecto, se tiene un consumo total de $70 \text{ m}^3/\text{mensual}$, por lo tanto debido al rango de consumo, se concluye instalar un manifold de cilindros para el suministro de este gas. Considerando además que los cilindros normalmente usados son de 15 m^3 de capacidad, se tendrá que:

- Flujo promedio = $10 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{Pabellón})$
- N° de Pabellón = 7
- Consumo Total = Flujo promedio \times N° de Pabellones
- Consumo Total = $10 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{Pabellón}) \times 7 \text{ Pabellones}$
- Consumo total = $70 \text{ m}^3/\text{mensual}$
- Capacidad Cilindros = $15 \text{ m}^3/\text{cilindro}$
- Total de Cilindros = $\frac{\text{Consumo total}}{\text{Capacidad Cilindros}}$
- Total de Cilindros = $\frac{70 \text{ m}^3/\text{mensual}}{15 \text{ m}^3/\text{cilindro}}$
- Total de Cilindros = 5 Cilindros/mensual

Por lo tanto, se considerará un Manifold de 6 cilindros en total (3 en uso y 3 en reserva), para así poder abastecer en forma constante durante 30 días aproximados.

5.1.5 Manifold Respaldo de Nitrógeno

Para el cálculo de la central de Nitrógeno, y de acuerdo a tablas y estudios realizados, se tomará como flujo promedio $32 \text{ m}^3/\text{mensual} \times \text{Pabellón}$. De acuerdo a N° total de Pabellones 1 consideradas en este Proyecto, se tiene un consumo total de $32 \text{ m}^3/\text{mensual}$, por lo tanto debido al rango de consumo, se concluye instalar un manifold de cilindros para el suministro de este gas. Considerando además que los cilindros normalmente usados son de 10 m^3 de capacidad, se tendrá que:

- Flujo promedio = $32 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{Pabellón})$
- N° de Pabellón = 1
- Consumo Total = Flujo promedio \times N° de Pabellones
- Consumo Total = $32 \text{ m}^3/(\text{mensual} \times \text{Pabellón}) \times 1 \text{ Pabellón}$
- Consumo total = $32 \text{ m}^3/\text{mensual}$
- Capacidad Cilindros = $10 \text{ m}^3/\text{cilindro}$
- Total de Cilindros =
$$\frac{\text{Consumo total}}{\text{Capacidad Cilindros}}$$
- Total de Cilindros =
$$\frac{32 \text{ m}^3/\text{mensual}}{10 \text{ m}^3/\text{cilindro}}$$

Total de Cilindros = 3,2 Cilindros/mensual

Por lo tanto, se considerará en este caso un Manifold para Nitrógeno de 4 cilindros en total (2 en uso y 2 en reserva), para así poder abastecer en forma constante durante 30 días aproximados.

6 CONCLUSIONES

6.1.1 CONCLUSIONES

Luego de haber planteado nuestro objetivo número uno y teniendo la metodología de trabajo clara para poder desarrollarlo, nos encontramos con que el levantamiento de decretos y leyes incorporados en las normas chilenas de construcción por parte del MINSAL, son indispensables para poder realizar un marco normativo. Esto nos ayudó a poder esclarecer los altos estándares de confort de las instalaciones de gases clínicos en recintos hospitalarios. Siendo la Resolución Número 2003 del 28 de mayo de 2014 y NCh382 Fundamentales para la creación del marco normativo de nuestra guía.

Es importante seguir las recomendaciones de las normas para gases clínicos donde queda perfectamente establecido una cantidad de recursos técnicos, como diferentes tipos de dispositivos e identificaciones donde se garantiza la imposibilidad de interconectar gases de diferentes tipos, evitando así accidentes producto del error humano.

El desarrollo de nuestra metodología número dos que tiene como fin poder desplegar la distinta información para realizar una buena instalación. La profundización de la norma NCh1025 nos ayuda a esclarecer nomenclatura y definiciones adecuadas al contexto de la ejecución. Para así poder esclarecer posibles dudas en códigos de colores y señalización de las instalaciones de gases clínicos.

Es importante tomar en cuenta a momento de realizar la instalación todas las técnicas ya establecidas para tuberías de cobre ya que son las que se utilizan en este tipo de gases. Debido al alto requerimiento de gases medicinales en las instituciones prestadoras de salud es de vital importancia contar con un personal debidamente calificado y certificado para prestar el servicio de instalaciones.

Se debe dar a conocer la forma de funcionamiento e importancia de las redes de gases clínicos y se hará con claridad en esta guía de instalaciones.

Es por ello que, se dan por cumplido los objetivos de esta guía técnica de gases clínicos en hospitales, considerando que, con este texto el lector podrá tener una mayor claridad y celeridad al momento de adquirir experiencia al participar en un proyecto de instalaciones de gases clínicos, ya que tendrá una buena comprensión del medio, suscitando la aparición de nuevas preguntas que podrán ser resueltas rápidamente con un especialista del área, al conocer el lenguaje con el cual este se desenvuelve.

Con esta guía podremos resolver discrepancias entre las distintas especialidades que desarrollan proyectos en construcciones hospitalarias, ya sean discrepancias de instalaciones o normativas generales de ejecución. Ya que se definieron los sistemas y equipos que forman parte de las redes de gases clínicos de un hospital. Estableciendo sus características, operación y funcionalidad. De esta manera el lector podrá poder predecir la repercusión que tiene la toma de una decisión dentro del planteamiento o desarrollo del proyecto. Y así no sobredimensionar la calidad de las instalaciones de los gases, aparte que podrá resolver discrepancias con la selección de los equipos primarios y secundarios de las redes.

7 **BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

INFORME semanal N° 45 Normalización hospital Carahue, Carahue, Chile: INGETAL S.A., 2017 20 p.

Ministerio de Salud (Chile). Pauta de requisitos pabellón cirugía mayor. PAS25. Santiago, Chile: Departamento en calidad de salud. 200

PORGES, F. Handbook of Heating, Ventilating and air Conditioning. 8ª ed. London: Butterworths, 1982. 266 p. ISBN: 0-408-00519-X.

NCh382: Sustancias peligrosas, clasificación.

NCh935/1: Prevención de incendio en edificios – Ensayos de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción general.

NCh935/2: Cobre y aleación – Tubos de cobre sin costura para gas, requerimientos.

NCh1025: Gases comprimidos – Cilindros de gas para uso médicos y para esterilización.

NCh2168: Gases comprimidos – Oxígeno – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis

NCh2169: Gases comprimidos – Nitrógeno – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.

NCh2179: Gases Comprimidos – Dióxido de carbono – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.

NCh2180: Gases Comprimidos – Óxido nitroso – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis.

NCh2197: Gases Comprimidos – Aire – Clasificación, requisitos de calidad y métodos de muestreo y análisis

Resolución Nro.00532 de 2017 Nuevas tecnologías y nuevos medicamentos

Resolución Número 2003 del 28 de mayo de 2014: Por la cual se definen los

procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.

Resolución 2011012580 del 25 de abril de 2011: Por la cual se adopta la guía de Inspección de BPM que deben cumplir los Gases Medicinales en los procesos de fabricación, llenado, control de calidad, distribución y comercialización.

Resolución INVIMA 258 DE 2011: Guía de inspección gases medicinales

Resolución 4410/2009: Por la cual se expide el reglamento técnico que contiene el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.

Resolución 1403 de 2007: Modelo de gestión del Servicio Farmacéutico.

Resolución 4816 de 2007: Programa nacional de Tecnovigilancia

Resolución 3183 de 2007: Certificación de buenas prácticas de manufactura gases medicinales.

Resolución 3862 de 2005: Guía de Buenas Prácticas de Manufactura gases medicinales

Decreto 2200 de 2005: Servicio Farmacéutico.

Decreto 4725 de 2005: Dispositivos y equipos médicos

Resolución 1672 del 28 de mayo de 2004: Por la cual se adopta el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de los Gases Medicinales.

Decreto 677 de 1995: BPM laboratorios farmacéuticos

ANEXOS

ANEXO A: TABLAS DE SELECCIÓN DE CENTRAL DE AIRE

Sistema de montaje en base SPC

Modelo	HP	KW	Sistema	Capacidad del sistema ¹ a 50 psig	
				CFM	l / s
Sistemas de montaje en base SPC (conexión de punto único)					
SAS02D-080V-D	2	1.5	Dúplex	7.0	3.3
SAS03D-080V-D	3	2.2		10.4	4.9
SAS05D-080V-D	5	3.7		17.2	8.1
SAS07D-080V-D	7.5	5.5		25.2	11.9
SAS10D-120V-D	10	7.5		34.8	16.4
SAS15D-120V-D	15	11		50.4	23.8
SAS05T-120V-T	5	3.7	Triple	34.4	16.2
SAS07T-120V-T	7.5	5.5		50.4	23.8
SAS10T-200V-T	10	7.4		69.6	32.9
SAS15T-200V-T	15	11		100.8	47.6
SAS05Q-120V-Q	5	3.7	Cuadruplex	51.6	24.4
SAS07Q-200V-Q	7.5	5.5		75.6	35.7
SAS10Q-200V-Q	10	7.4		104.4	49.3
SAS15Q-200V-Q	15	11		151.2	71.4
SAS15P-200V-P	15	11	Pentaplex	201.6	95.2
SAS15H-240V-H	15	11	Hexaplex	252.0	118.9

ANEXO B: TABLAS DE SELECCIÓN DE CENTRAL DE AIRE

Sistemas de montaje en base expandibles SPC (conexión de punto único)					
SAS05D-120V-T	5	3.7	Duplex ampliable a triplex	17.2	8.1
SAS07D-120V-T	7.5	5.5		25.2	11.9
SAS10D-200V-T	10	7.4		34.8	16.4
SAS15D-200V-T	15	11		50.4	23.8
SAS05T-120V-Q	5	3.7	Triplex ampliable a cuadriplex	34.4	16.2
SAS07T-200V-Q	7.5	5.5		50.4	23.8
SAS10T-200V-Q	10	7.4		69.6	32.9
SAS15T-200V-Q	15	11		100.8	47.6
SAS15Q-200V-P	15	11	Cuadriplex ampliable a pentaplex.	151.2	71.4
SAS15P-240V-H	15	11	Pentaplex expandible a Hexaplex	201.6	95.2
<p>1. Todas las capacidades se muestran como capacidades del sistema NFPA (compresor de reserva en espera) y se muestran en pies cúbicos de entrada por minuto (ICFM).</p> <p>2. Condiciones normales de operación a una temperatura máxima de 105 ° F. Consulte a la fábrica para condiciones ambientales más altas.</p>					

ANEXO C: TABLA DE SELECCIÓN DE BOMBAS DE VACIO.

Modelo	HP	KW	Sistema	Capacidad del sistema ¹	
				SCFM	l / s
Sistemas verticales					
VDV01S-030V	1.5	0.9	Simplex	5.3	2.5
VDV02S-030V	2	1.5	Simplex	8	3.8
VDV01D-030V	1.5	0.9	Dúplex	5.3	2.5
VDV02D-030V	2	1.5	Dúplex	8	3.8
VDV03D-080V	3	2.2	Dúplex	13.5	6.4
VDV05D-080V	5	3.6	Dúplex	20	9.4
Sistemas de montaje en tanque					
VDT01D-080H	1.5	0.9	Dúplex	5.3	2.5
VDT02D-080H	2	1.5	Dúplex	8	3.8
VDT03D-120H	3	2.2	Dúplex	13.5	6.4
VDT05D-120H	5	3.6	Dúplex	20	9.4
Sistemas de montaje en base SPC (conexión de punto único)					
VDS07D-120V	7.5	5.6	Dúplex	29	13.7
VDS10D-120V	10	7.4	Dúplex	56	26.4
VDS07T-200V	7.5	5.6	Triple	59	27.8
VDS10T-200V	10	7.4	Triple	112	52.8
VDS07Q-200V	7.5	5.6	Cuadruplex	88	41.5
VDS10Q-200V	10	7.4	Cuadruplex	168	79.2
1. Todas las capacidades se muestran como capacidades del sistema NFPA (bomba de vacío de reserva en espera). Todas las capacidades se miden a 19 "Hg					
2. Condiciones normales de funcionamiento a una temperatura ambiente máxima de 105 ° F. Consulte a la fábrica para condiciones ambientales más altas.					

