

INTRODUCCIÓN

Debido a las grandes industrias, al uso de combustibles fósiles y la contaminación arrojada al aire, existe una gran abundancia de material particulado, también de virus y bacterias; que se encuentran suspendidas en el aire, esto conlleva a que se comiencen a generar complicaciones en la salud humana. Pues el aire de donde los seres humanos y otras especies obtienen el tan vital oxígeno que se necesita para subsistir ya no solo tendrá su composición normal de nitrógeno, oxígeno y otras sustancias dentro de las cuales encontramos gases nobles y el ozono. Al existir estos agentes contaminantes, el aire respirado no tiene la mejor calidad y por ende al respirarlo ingresan al cuerpo todas estas sustancias tóxicas que yacen en él.

A causa de esto la oxigenoterapia suministra oxígeno medicinal para contrarrestar problemas que se presenten en el sistema respiratorio, por medio de concentradores de oxígeno.

Por lo tanto el presente documento pretende socializar conceptos básicos sobre la oxigenoterapia domiciliaria, conceptos técnicos sobre los concentradores de oxígeno, la estructura de su maquinaria, su funcionamiento y mantenimiento, también abarcara aspectos legales que permiten el funcionamiento y distribución de este equipo en el territorio nacional dejando así una investigación de tipo informativa para contribuir a procesos oportunos mediante el uso de la oxigenoterapia y resaltar la importancia de los concentradores de oxígeno.

Palabras clave:

Oxígeno, concentradores de oxígeno (cox), oxigenoterapia, tamizaje

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 CRITERIOS

Debido al alto índice de contaminación de una ciudad como Bogotá, su clima tan variante y su posición geográfica la cual está ubicada en la Cordillera de los Andes con una altura superior a los 2.500 mts sobre el nivel del mar; es común que las enfermedades respiratorias pululen debido a los factores ya mencionados, a causa de esto surge una interrogante.

¿Cómo podrían los concentradores de oxígeno solucionar, contrarrestar o tratar las diferentes afecciones respiratorias que se puedan presentar en los seres humanos, teniendo en cuenta su funcionamiento y su tecnología actual?

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la tecnología ha avanzado a pasos agigantados en diversas áreas de la salud, y la terapia con oxígeno no es indiferente a este desarrollo tecnológico. Pero; ¿Serán los concentradores de oxígeno, dentro de toda la gama de equipos médicos que ofrece la tecnología actual; la mejor opción para que la oxigenoterapia atienda pacientes con afecciones respiratorias dentro de una ciudad como Bogotá, la cual posee una calidad del aire deteriorada y contaminada, con el fin de poder darle una mejor calidad de vida al paciente que está en la terapia de oxígeno, sabiendo que los concentradores no son un equipo de soporte vital si no un equipo para brindar apoyo terapéutico y generar una mejor calidad de vida?.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se realiza como opción de grado para presentar y sustentar la monografía a la Universidad ECCI para optar al título de Tecnólogo en Electromedicina cumpliendo así con los parámetros establecidos por la universidad, como lo es la aplicación de la Norma 1486 para la elaboración de trabajos instaurada por el Icontec.

Este trabajo también se realiza con el fin de incrementar los conocimientos actuales y profundizar en el tema de concentradores de oxígeno, para poder aportar mayor información sobre el funcionamiento y mantenimiento de estos equipos. De esta forma, este trabajo podrá contribuir a la academia mediante todo el conocimiento adquirido por medio de la praxis e investigación que requirió a la elaboración del mismo; y al ámbito laboral al identificar posibles mejoras de estos equipos.

Con esto se pretende socializar esta información, que de acuerdo a su correcta y oportuna intervención contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas, en cuanto a la salud se refiere.

3. HIPÓTESIS

Los concentradores de oxígeno son equipos médicos para brindar calidad de vida al paciente, son equipos eléctricos que obtienen el oxígeno proveniente del aire para suministrarlos a través de una cánula, y para ello utilizan tecnología de tamizaje; los concentradores de oxígeno son equipos muy usados para oxigenoterapia domiciliaria por su practicidad de uso y la calidad del oxígeno que proporciona, pues dicha calidad del oxígeno, oscila entre el 90 % y el 95 % de pureza según los estándares de calidad brindados por los fabricantes. Estos son equipos muy rentables y económicos al comparándolos con los termos de oxígeno líquido, ya que son equipos que no requieren de un mantenimiento constante, pues se recomienda un mantenimiento por doce meses de un uso no intensivo y un mantenimiento por seis meses de uso intensivo. Estos equipos son recomendados para pacientes crónicos y pacientes que tienen probabilidades muy altas de desarrollar una enfermedad crónica, son muy utilizados para mitigar los impactos negativos de la enfermedad.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Explicar la importancia y el buen uso de los concentradores de oxígeno, para que estos sean tomados en cuenta como la principal respuesta de la oxigenoterapia para combatir afecciones respiratorias, con un énfasis en su funcionamiento y la obtención del oxígeno que se suministra. Evidenciando las posibles desventajas que este pueda tener y las ventajas que tiene para brindar dentro del campo de la terapia de oxígeno domiciliario.

4.2 Objetivos Específicos

- Conocer más a fondo la historia de la oxigenoterapia desde sus inicios para ver la evolución que esta ha tenido.
- Reconocer cada pieza que conforma el equipo y su utilidad dentro del concentrador, para poder saber cómo es el funcionamiento adecuado de la maquinaria.
- Dar a conocer el debido mantenimiento que se debe aplicar en los concentradores de oxígeno para que estos funcionen adecuadamente teniendo presentes mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- Reconocer los requisitos básicos de seguridad personal para la realización del mantenimiento, con el fin de evitar cualquier tipo de lesión o afectación a la salud del talento humano.
- Presentar un documento monografía como opción de grado, cumpliendo los lineamientos académicos institucionales establecidos.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 Historia y evolución de la terapia con oxígeno

La oxigenoterapia nace con el fin de contrarrestar los efectos de las fallas respiratorias que se pueden definir como la incapacidad del sistema respiratorio de cumplir su función básica, que es el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono entre el aire ambiental y la sangre circulante¹ o también se puede definir como la “Deficiencia en el intercambio gaseoso causada por anomalías del sistema respiratorio que se traduce en hipoxemia”².

Es por ello que se han desarrollado unas maneras de contrarrestar y tratar este tipo de afecciones respiratoria que se pueden presentar en los seres humanos; una de ellas es la oxigenoterapia. Que consiste en suministrar oxígeno (O₂) con fines terapéuticos para aumentar la fracción de oxígeno inspirada “fio₂” en un paciente. Dicho oxígeno es suministrado al paciente por medio de cánulas nasales o mascarillas, y para poder suministrar este oxígeno existen sistemas de almacenamiento del oxígeno como pueden ser balas de oxígeno, o termos de oxígeno líquido, o los concentradores de oxígeno o “cox”. Los concentradores de oxígeno tienen como fin contrarrestar o tratar fallas respiratorias que consiste en problemas en el intercambio gaseoso de la sangre pero para poder llegar a las instancias actuales con la tecnología que soporta la terapia de oxígeno hubo una pequeña evolución.

La terapia de oxígeno se puede decir que inició en 1774, pues el científico Josep Priestly es el primero en darse cuenta de que el oxígeno se podía separar de óxidos sólidos, lo consigue separar enfocando los rayos del sol sobre una muestra de óxido de mercurio separando de esta forma el oxígeno; al lograr esta separación él dice que ha descubierto un nuevo aire dándole el nombre de aire desflogisticado, el cual sería renombrado en 1778 por el científico Lavoisier con el nombre de oxígeno. En su libro publicado Observaciones sobre la Respiración y el uso de la sangre, Josep Priestly identifica una relación directa entre el oxígeno y la sangre al someter ratas de laboratorio en trampas e identificar que sobrevivían al estar expuestas a este oxígeno.

1. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172010000400013&script=sci_arttext Fernando R. Gutiérrez Muñoz en Acute respiratory failure, pág. 1 (5/07/2017).

2. Fernández g., guías de práctica clínica basadas en la evidencia.- Bogotá 1998, pág. 45 (6 /07/17)

Imagen 1. Tanque antiguo de oxígeno con humidificador



Fuente: http://www.oxystore.es/blog/27_historia-del-oxigeno-y-del-oxigenoterapia-parte-1.html
(5/7/2017)

En 1798 el médico, profesor de química y científico inglés Thomas Beddoes hace un aporte a la oxigenoterapia inmenso, pues gracias a su determinante deseo de curar los pacientes con tuberculosis. Después de 1799 crea institución neumática, la clínica en Hope Square donde Beddoes comenzó a tratar enfermedades mediante la inhalación de gases, fue en este instituto neumático donde se inició el estudio del óxido nítrico para uso clínico.

Posteriormente el médico anatomista François Chaussier gracias a los avances dados en la institución neumática de Beddoes, logra combatir la cianosis en recién nacidos mediante el suministro de oxígeno, y logra mitigar el impacto de la disnea en pacientes con tuberculosis. En 1887 el doctor Holzapple comienza a dar forma a la terapia con oxígeno tratando a un paciente joven, el cual lo aquejaba una neumonía. El doctor Holzapple logró obtener el oxígeno para suministrarlo al paciente mediante una reacción química a partir de clorato potásico y dióxido de manganeso, de esta forma pudo tratar al paciente.

después de unos años el alemán Carl Von Linde empresario e inventor alemán logra la obtención y comercialización del oxígeno mediante un invento que fue la máquina de absorción, es decir, el frigorífico. Para licuar el aire Linde utilizó un método basado en los trabajos de James Prescott Joule y de William Thomson (quien luego sería ennoblecido como lord Kelvin), y la introducción de la técnica de contracorriente. El aire es aspirado por la máquina, donde es comprimido, antes de enfriarse y ser descomprimido, con lo que en este punto se enfría. En la contracorriente intercambiadora de calor, el aire que ya se ha enfriado se emplea para enfriar más el aire comprimido, que se enfría de nuevo con la siguiente entrada de aire. La continua repetición del proceso conduce a una mayor reducción de la temperatura hasta que el aire es licuado³; de esta manera el logró conseguir oxígeno líquido casi puro.

Pasado todo esto vendría Alvan Barach quien fue un médico estadounidense el cual hizo importantes aportes a la rehabilitación respiratoria y la oxigenoterapia siendo considerado el padre de la misma, inició la terapia con oxígeno en pacientes con neumonía lobar administrándoles de manera continua el oxígeno, con el fin de saturar la sangre de oxígeno. El convirtió el sistema de oxígeno existente en un circuito cerrado donde con dos láminas de hilo enfriaba el aire y con cal sodada filtraba el nitrógeno para poder conseguir el oxígeno que sería suministrado a los pacientes.

En 1950 se desarrollan sistemas de suministro como mascarillas faciales o cánulas y posteriormente en 1967 Levinee y Patty introducen el oxígeno líquido en el mercado medicinal como una opción para el suministro de oxígeno en la terapia de oxígeno.

En la actualidad, la oxigenoterapia cuenta con varias maneras de almacenamiento y distribución del oxígeno, dentro de las cuales las más populares por su practicidad de uso son las balas de oxígeno y los concentradores de oxígeno.

En la actualidad dentro de la variedad de equipos para el suministro de oxígeno, los concentradores de oxígeno ha destacado entre todos, pues gracias al señor Carl Von Linde y Barach los concentradores manejan aire por compresión y obtención de oxígeno mediante tamizaje del aire.

3. biografía Carl von Linde https://es.wikipedia.org/wiki/Carl_von_Linde (9/7/2017)

5.2 Concentrador de oxígeno

Los concentradores de oxígeno son equipos médicos para brindar calidad de vida al paciente, son equipos que funcionan de manera neumática y también eléctrica que suministran oxígeno proveniente del aire, y para ello utilizan tecnología de tamizaje.

Imagen 2: Concentrador Millennium, de oxígeno marca respironics



Fuente. <http://oxigenoymas.com/concentrador-de-oxigeno-millenium.html>
(23/08/2017)

Los concentradores son equipos muy usados para la oxigenoterapia domiciliaria por su practicidad de uso, pues son equipos que no necesitan ser recargado con oxígeno como los termos de oxígeno líquido o las balas de oxígeno; pues estos equipos generan su propio oxígeno, aparte de esto los concentradores de oxígeno pueden funcionar ininterrumpidamente durante horas, con solo estar conectados a una red eléctrica. Fuera de esto la calidad del oxígeno que proporciona es muy buena, pues dicha calidad del oxígeno, oscila entre el 90 % y el 95 % de pureza⁴.

4. <http://www.hcare.philips.com.cn/upload/EverFlo%20Service%20Manual.pdf> manual técnico everflo Pág. 3-1; 6-8 (23/08/2017)

Estos equipos son utilizados en oxigenoterapia para pacientes adultos utilizando un flujo de oxígeno suministrado entre 3.5 L a 5.0 L sobre minuto según lo indique el terapeuta, el tiempo de uso también ha de ser indicado por el terapeuta. En el caso de los neonatos el uso del concentrador de oxígeno para terapia de oxígeno por medio de concentrador de oxígeno no es muy recomendado, pues el ruido producido por el equipo podría afectar los oídos del neonato, en estos casos se procede a utilizar una bala de oxígeno con un regulador de oxígeno ya sea de yugo o de tuerca con un dosificador de máximo 3.0 L por minuto; en el caso de pacientes pediátricos el concentrador de oxígeno se utilizara con un flujo máximo de suministro de oxígeno de 3 L por minuto según lo considere el terapeuta.

5.3 Marco Legal

Al ser los concentradores de oxígeno un equipo para tratar afecciones de salud, se le considera un equipo médico el cual cuenta con cierta normatividad la cual le permite su funcionamiento, distribución y uso dentro del territorio nacional según lo dicta la constitución de Colombia de 1991 en el Artículo 78; *“La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios”*⁵.

✓ Decreto 677 de 1995 del Invima

“Por el cual se reglamenta parcialmente el régimen de registros, el control de calidad, así como el régimen de vigilancia sanitaria de medicamentos, entre otros, en su artículo 12 establece la obligatoriedad de la implementación y cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura”⁶. Esto teniendo en cuenta que el oxígeno suministrado en la oxigenoterapia es considerado un medicamento.

5. www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-78 (15/10/17).

6. Invima- [www.invima.gov.co/pdf/medicamentos/ decreto_677_1995](http://www.invima.gov.co/pdf/medicamentos/decreto_677_1995) (15/10/17).

✓ **Resolución número 4410 del 2009- Ministerio de Salud**

Por la cual se expide el reglamento técnico que contiene el manual de buenas prácticas de manufactura de los gases medicinales. En el cual hablan conforme el decreto 2522 del año 2000 donde la superintendencia de industria y comercio expide una resolución que es la 3742 del 2001, en la cual se habla de los aspectos técnicos de los manuales técnicos, esto con el fin de generar una mayor calidad a la hora de la producción o la importación de un bien o servicio.

✓ **Resolución número 2011012580 del 25 de abril del 2011- INVIMA**

Por la cual se adopta la guía de Inspección de buenas prácticas de manufactura que deben cumplir los gases medicinales en los procesos de fabricación, llenado, control de calidad, distribución y comercialización. “Esta guía de inspección de Buenas prácticas de manufactura la deben cumplir los Gases Medicinales en los procesos de fabricación, llenado, control de calidad, distribución y comercialización”⁷, los cuales complementan la resolución 04410 de 2009.

✓ **Decreto 4725**

Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. Este decreto tiene como fin regular el régimen de registros sanitarios, también de regular los permisos para la comercialización de equipo médico y la vigilancia sanitaria con respecto a la producción, el procesamiento, el envase, empaque, almacenamiento, expendio, uso y mantenimiento de los equipos médicos para uso en humanos, entre otras.

También dictamina que es de obligatorio cumplimiento por partes de personas jurídicas o personas naturales que se dediquen a alguna de las actividades mencionadas anteriormente ejerciendo dicha actividad en el territorio nacional.

7. <http://www.opinionysalud.com/normatividad/RESOLUCIONES/2011/resolucion-2011012580>
(22/10/2017)

✓ **RESOLUCIÓN- 001672 Ministerio de Protección Social**

El Ministro de la Protección Social, en ejercicio de sus atribuciones legales, en especial las que le confieren el artículo 173 de la Ley 100 de 1993 y en desarrollo de lo dispuesto en el artículo 12 del Decreto 677 de 1995.

“Que el Decreto 677 de 1995 por el cual se reglamenta parcialmente el régimen de registros, el control de calidad, así como el régimen de vigilancia sanitaria de medicamentos, entre otros, en su artículo 12 establece la obligatoriedad de la implementación y cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura por parte de los laboratorios farmacéuticos”⁸.

“Que si bien los gases medicinales son considerados medicamentos, la reglamentación vigente para medicamentos y su guía de inspección, no es aplicable a las plantas fabricantes de los mismos, ya que los procesos de fabricación de gases medicinales son totalmente diferentes a los utilizados en la producción de medicamentos”⁹.

✓ **Decreto número 1595 del 2005 Ministerio de Industria y Turismo**

Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 del Decreto, Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, Decreto 1074 de 2015, y se dictan otras disposiciones.

✓ **Ley 9 de 1979**

Ésta Ley, da los lineamientos generales necesarios para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona con la salud humana; también reglamenta actividades y competencias de salud pública para asegurar el bienestar de la población.

8. <http://biblioteca.saludcapital.gov.co/resolucion-1672-de-2004.pdf> pág. 1 (22/10/2017)

9. <http://biblioteca.saludcapital.gov.co/resolucion-1672-de-2004.pdf> pág. 1 (22/10/2017)

✓ **Ley 100 de 1993**

Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. El actual eje del sistema de salud en Colombia.

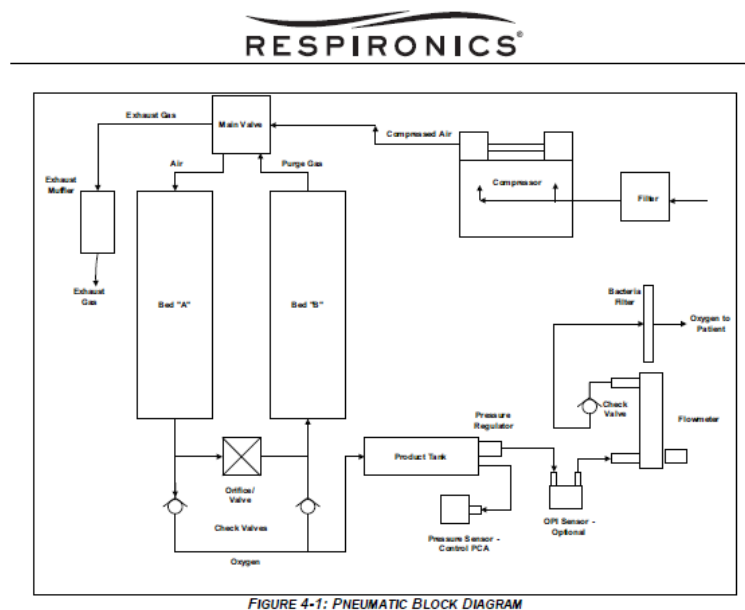
✓ **Resolución 434 de 2001**

Por la cual se dictan normas para la evaluación e importación de tecnologías biomédicas, se define las de importación controlada y se dictan otras disposiciones. Esta norma, da los lineamientos iniciales para todo lo relacionado con dispositivos médicos: equipos biomédicos, lo cuales fueron modificados por el Decreto 4725 de 2005.

6. METODOLOGÍA

6.1 Funcionamiento neumático

Imagen 3: Diagrama neumático del concentrador de oxígeno everflo marca respironics



Fuente. <http://www.hcare.philips.com.cn/upload/EverFloServiceManual.pdf> manual técnico everflo Pág. 4-2 (23/08/2017)

El concentrador de oxígeno es un equipo que concentra oxígeno para suministrarlo a pacientes que requieran de terapia de oxígeno, ya sea de bajo o alto flujo; este oxígeno proporcionado es obtenido del aire, pues el concentrador posee un compresor que se encuentra en la parte interna del equipo, el cual está succionando el aire del ambiente, haciendo que dicho aire pase por un filtro bacteriológico, en el cual se queda el polvo e impurezas del aire u agentes sólidos que pudiesen entrar al equipo y causar un daño en la parte interna del equipo, lo cual provocaría un daño al usuario al cual se le va a suministrar oxígeno.

Posteriormente el aire es comprimido al pasar por el compresor, y siguiendo su camino, el aire llega a unas válvulas las cuales se encuentran en la parte superior de unas columnas de zeolita, más conocidas como canisters; estas, por medio de tecnología de tamizaje filtran este aire a medida que él va ingresando al canister. Dentro del canister, gracias a la zeolita que es un mineral aluminosilicatos con una estructura cristalina con ventanas y jaulas, lo que la hace un material poroso; permite y hace sencillo separar el oxígeno del resto de gases que contiene el aire, y esto se da gracias a la "PSA" (Pressure Swin Adsorption) Absorción por Oscilación de Presión, pues la zeolita absorberá el nitrógeno que es el 78 % de la composición del aire y le permitirá paso al aire que quedara enriquecido en oxígeno.

El oxígeno obtenido sigue su paso a través de una válvula que lo lleva a un tanque reservorio y el resto de gases sobrantes que se encuentran dentro del canister son expulsados por medio de la válvula que yace en la parte superior de los canisters, pues esta válvula los conduce a un muelle u exosto donde son liberados al aire nuevamente. Este proceso de vaciado ocurre mientras la otra columna se va llenando de aire para hacer la respectiva obtención de oxígeno y continúan funcionando de esta forma ininterrumpidamente; uno se va llenando para obtener el oxígeno y el otro está expulsando los gases sobrantes al aire.

Luego de este proceso de separación de gases, el oxígeno que se encuentra en el reservorio sale del tanque por un regulador de presión que se encuentra a 5.5 psi, esta presión es controlada continuamente por medio de un sensor de presión que se encuentra en la tarjeta de control; luego dicho oxígeno continúa su camino y pasa a través de un componente que se encuentra ubicado generalmente en la tarjeta de control del equipo, "para el modelo con el cual se está realizando este trabajo se encuentra en la tarjeta"; este dispositivo se llama "opi" por su acrónimo y siglas en inglés, Indicador de Porcentaje de Oxígeno, el cual nos indica el porcentaje de oxígeno que ha sido obtenido y el cual será dosificado al paciente.

Este porcentaje en la concentración de O₂ debe estar por encima del 87% de pureza según lo indican diversos manuales de uso y mantenimiento de diferentes marcas¹⁰, pero acá en Colombia por estándares de calidad empresas como Linde o Praxair recomiendan que la pureza de oxígeno sea por encima del 90%.

Es importante que el flujo de oxígeno pase por este punto pues es allí donde realmente se sabrá si el aire que se está suministrando tiene el porcentaje de oxígeno establecido por el fabricante. Para poder saber qué porcentaje se está obteniendo, existe un analizador de oxígeno que según la *resolución 04410 de 2009* del manual de buenas prácticas de manufactura de gases. Son equipos analizadores de oxígeno que operan con los principios de combustible, o electroquímico, galvánico, paramagnéticos o de celda polarográfica; los cuales nos indican el porcentaje de oxígeno que tiene el aire que se está suministrando¹¹. Este dispositivo se coloca a la salida de aire del equipo o *diss* de suministro para poder hacer la debida revisión.

Luego de pasar por la “opi” el aire continua su camino a través de un filtro bacteriológico donde ya se quedan los últimos residuos que pueda tener el aire, para así llegar al *diss* de salida por donde será suministrado el oxígeno para la terapia por medio de una cánula, la cual llevará el aire enriquecido con oxígeno al paciente.

6.2 Funcionamiento eléctrico

Para que la parte neumática funcione correctamente es necesario de una parte eléctrica y también electrónica la cual ha de controlar los componentes electrónicos, pues las válvulas necesitan inducción eléctrica para su debido funcionamiento o el compresor necesita corriente para que funcione y así cada una de las partes del equipo que necesiten electricidad o monitoreo de alarmas; es por esto que cada una de las funciones del concentrador residen en un elemento que se podría asemejar con el cerebro pues este está encargado del correcto funcionamiento, dicho elemento es una tarjeta de control o controlador PCA el cual se puede subdividir en dos secciones; una parte se encargará de la distribución de la energía y del voltaje y la otra parte se encargara de la supervisión, alarmas, control, e interfaz de datos.

10. <http://www.hcare.philips.com.cn/upload/EverFloServiceManual.pdf> manual técnico everflo Pág. 3-1; 6-8

11. (Resolución 04410 del 2009. reglamento técnico manual de buenas prácticas de manufactura de los gases medicinales.

Imagen 4: Diagrama del control eléctrico del concentrador de oxígeno everflo marca respironics

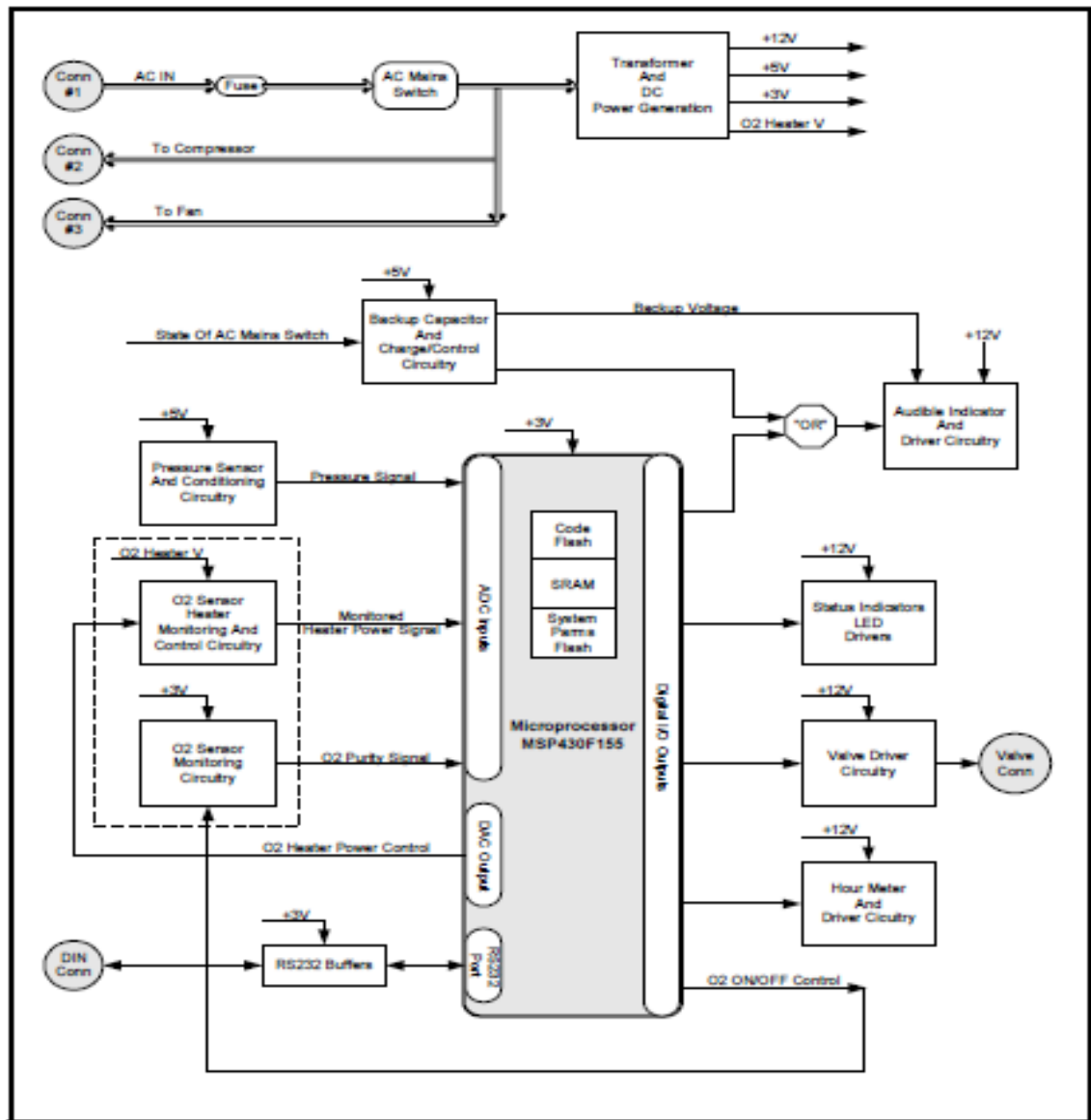


FIGURE 4-2: EVERFLO PCA CONTROLLER BLOCK DIAGRAM

Fuente. <http://www.hcare.philips.com.cn/upload/EverFloServiceManual.pdf> manual técnico everflo Pág. 4-2 (23/08/2017)

6.2.1 Poder de alimentación

La alimentación eléctrica de todo el equipo llega a través de una línea AC la cual llega a la PCA donde se distribuye al compresor, al módulo de conversión AC a DC y al ventilador de refrigeración, el cual se encuentra situado al lado del compresor con el fin de extraer del interior del equipo el aire caliente que es producido a causa del constante funcionamiento del compresor generando una alta temperatura, de esta forma se está evitando un sobre calentamiento del equipo. Los voltajes “in” que se generan son utilizados para alimentar el resto del circuito el cual consta de sensores, un indicador audible que se activa cuando existe alguna anomalía en el funcionamiento del equipo a manera de alarma auditiva, y leds que se activan como testigos visuales de buen funcionamiento o alarmas visuales; también hay amplificadores y acondicionadores de señal, buffers de comunicación y componentes discretos.

Toda esta electrónica que yace en la PCA se centra en torno al microprocesador, que en el caso del concentrador everflo la PCA tiene un microprocesador MSP430F155, el cual es el único elemento de procesamiento dentro del concentrador de oxígeno. Es por ello que se dice que la PCA es uno de los elementos más importantes del concentrador, pues gracias al software que se encuentra encriptado en el microprocesador y su hardware asociado, es que el equipo controla las válvulas de los canisters para la obtención de O₂, controla y monitorea los niveles de presión, controla el sensor de oxígeno (opi), también el horometro u contador de horas, el cual indica el número de horas que ha trabajado el equipo, para que el técnico de mantenimiento pueda inferir los posibles daños o posibles acciones a hacer con el equipo, toda esta información se puede obtener mediante otro componente que se encuentra en la PCA y es un puerto de transferencia de datos, con protocolo de información RS3232 .

6.2.2 Distribución de poder

Como ya se mencionó anteriormente la alimentación AC llega a la PCA a través de un cable de línea que se inserta en un conector “A”, el cual tiene una protección por medio de un fusible para la alimentación AC de la red eléctrica, el interruptor de encendido y el circuito eléctrico, esto por si el circuito llegara a fallar pasando de posición on a off mientras se encuentra en uso; por ende dicha protección tiene un respaldo energético, un “super-cap”; y este es un condensador de Faraday, el cual cumple la función de energizar una parte del circuito cuando la alimentación AC se encuentra ausente, y el interruptor de encendido o de red se encuentra en posición

ON, esto con el fin de indicar que se ha presentado una pérdida de energía de alimentación en la red AC (esto podría ser una mala conexión interna, o un cable de poder dañado , o el fusible fundido etc...) por ende el sistema de alarmas visuales y auditiva se activaran por la energía de respaldo del “super cap.” se encenderán los leds como testigos visuales y sonara la alarma auditiva .

El capacitor de respaldo en un funcionamiento normal se energiza totalmente en unos treinta minutos de funcionamiento del equipo y utiliza el +5 del VDC, y puede hacer sonar la alarma auditiva durante ocho minutos continuos cuando tiene toda su carga. Luego la alimentación AC a través del interruptor On/Off se distribuye al compresor por medio de un conector “B”, al ventilador que refrigera el compresor por medio de un conector “C” y al módulo de energía contenido en el PCA.

6.2.3. Generación de energía DC

El módulo de energía de la PCA consta de un transformador, el cual alimenta un puente rectificador de diodos de onda completa con un condensador de filtro para que se generen 22 VDC. Este transformador tiene dos devanados, con lo que se puede operar de 120 VCA a 230 VCA esto dependiendo de la zona donde vaya a ser utilizado el equipo, en el caso de Colombia se utilizaría a 120+/- VAC pues la red eléctrica es a 110 VAC. El transformador utiliza un segundo fusible el cual protege exclusivamente al circuito del transformador de alguna sobre carga o corto circuito.

El módulo de energía en su buen funcionamiento genera los siguientes voltajes: +12VDC el cual es utilizado para alimentar las dos válvulas de los canisters, las alarmas audible y las visuales como lo son los leds, también alimentará el contador de horas y la interfaz de comunicación con puerto RS232.

+5VDC son utilizados para el funcionamiento y supervisión del sensor de presión el cual se encuentra ubicado a la salida del reservorio de oxígeno; también para la carga del capacitor de respaldo “super-cap”.

+3VDC se utilizan como la alimentación del microprocesador y el circuito de monitoreo del sensor de oxígeno a suministrar.

Voltaje del calentador de oxígeno - El voltaje del calentador O2 se utiliza para alimentar el calentador contenido en el sensor de O2, El cual consumirá 2 VDC

6.3. Mantenimiento

Según el Ministerio de comercio industria y turismo en el decreto 1595 del 2015, con el fin de garantizar una calidad en la entrega de un servicio con forme lo estipulado en el mismo, es necesario realizar un debido mantenimiento; ya sea preventivo, correctivo o predictivo. El titular o importador del equipo biomédico deberá garantizar la capacidad de ofrecer el servicio de soporte técnico permanente durante la vida útil del mismo, así como los repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento y calibración que permita conservar los equipos en los rangos de seguridad establecidos inicialmente por el fabricante¹².

Por ende es necesario Establecer los pasos para realizar el adecuado mantenimiento de los concentradores de oxígeno, los cuales serán destinados a la atención de pacientes que requieren soporte respiratorio con aporte de oxígeno del tipo domiciliario, supervisado por los servicios de terapia respiratoria. Esto con el fin de mantener el equipamiento en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y confiable, para no interrumpir el servicio al paciente que lo requiera.

El responsable directo de esta actividad es el técnico de mantenimiento, y el jefe del área de mantenimiento. Pues las empresas productoras de equipos biomédicos, sus representantes en el país y titulares de permiso de comercialización, deberán contar con responsables técnicos, con título universitario y/o especialización en el área específica para los procesos de adquisición, instalación y mantenimiento de este tipo de tecnología¹³.

6.3.1 Procedimiento

Antes de realizar las actividades de mantenimiento, es necesario que el personal que realizara el respectivo mantenimiento, lea cuidadosamente el manual operativo y de servicio del fabricante, esto con el fin de comprender el funcionamiento del equipo, y de cada uno de sus componentes e indicadores y los procedimientos de mantenimiento propiamente descritos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

12. (ABC dispositivos médicos invima Pág.43 parágrafo 4 punto b)

13. (ABC dispositivos médicos invima Pág.43 parágrafo 4 punto c)

Todos los concentradores y todo equipo electrónico posee un manual, el cual explica los aspectos básicos y generales de la máquina, en este caso el equipo everflo de la empresa respironics cuenta con un manual instructivo para el usuario conforme lo estipula el Ministerio de Salud “el tenedor será responsable del correcto funcionamiento del dispositivo médico considerado equipo biomédico, el cual deberá garantizarlo de manera directa o contratando los servicios del fabricante o el importador o con un tercero según los parámetros establecidos en el presente Decreto; “El propietario o tenedor del equipo biomédico deberá asegurarse que su uso y funcionamiento estén de acuerdo con lo establecido en los manuales entregados por el fabricante en el momento de la venta del mismo, así como de su calibración y mantenimiento”¹⁴. Y manual técnico para los técnicos de mantenimiento.

Debido a que estos equipos son para pacientes que sufren diversas enfermedades de carácter respiratorio, es necesario tener mucho cuidado al realizar el mantenimiento, pues la mayoría de veces estos equipos al ingresar al área de mantenimiento, llegan contaminados con diferentes virus y microorganismos contagiosos los cuales podrían poner en riesgo la integridad del personal de mantenimiento.

Debido a esto es necesario que el personal que está a cargo del mantenimiento acate las normas de bioseguridad y el protocolo de seguridad del área de mantenimiento. Se vuelve necesario que utilicen los elementos de protección personal durante el proceso de mantenimiento de los equipos desde el momento en el que se recibe, cuando se está inspeccionando, cuando se abre y desinfecta y hasta el momento en el que se entrega.

Los pasos a seguir en el buen mantenimiento de un concentrador de oxígeno inician en primera estancia con un análisis de funcionamiento; esto se da conforme el autor pues él lo recomienda basándose en su conocimiento adquirido mediante la práctica al haber trabajado más de un año con dichos equipos, y las recomendaciones que da el fabricante en el manual de uso:

- Revisión externa
- Revisión interna
- Proceder a solucionar algún daño que tenga el equipo si es necesario

14. (MINSALUD en la guía rápida para las mediciones en equipos biomédicos pág. 9 punto 4)

- Realizar las mediciones del equipo, concentración de oxígeno, presión, funcionamiento de alarmas
- Si después de realizar las pruebas de funcionamiento de flujo y concentración de oxígeno estas no están dentro de los parámetros del o generan algún error se deben proceder a corregir nuevamente, si no es posible la corrección se debe evaluar si el equipo es dado de baja.
- Limpieza general del equipo interna y externa.
- Prueba final y realización del formato de funcionamiento
- Entrega de equipo

6.3.1.1 Revisión externa

El procedimiento establecido a continuación se debe realizar usando los elementos de protección adecuados: gafas de seguridad, respirador o tapa bocas, guantes de nylon poliuretano, bata blanca, uniforme anti fluidos, botas punta de acero y protector auditivo. Ya con estos elementos, el personal puede disponer de un concentrador de oxígeno para el debido mantenimiento de la siguiente manera.

En primera estancia al ingresar el equipo al laboratorio el personal debe conectarlo y ponerlo en funcionamiento durante un periodo de treinta minutos, en los cuales el equipo se calentara y se podrá diagnosticar un correcto o mal funcionamiento del mismo. Mientras esto pasa el personal de mantenimiento deberá hacer una inspección detallada de la parte externa del equipo: carcasa, ruedas, cable AC, horómetro, interruptor, etiquetas, filtros de entrada y también debe escuchar el sonido del compresor para saber si este se encuentra funcionando correctamente o es necesario cambiarlo

Esto se realiza de una manera detallada debido a que si alguna parte externa del equipo se encuentra en mal estado podría poner en riesgo la parte interna de equipo y su debido funcionamiento; en muchos casos cuando la carcasa donde se encuentra toda la parte eléctrica y neumática está rota, se convierte en un nido potencial de insectos como arañas sancudos y cucarachas entre otros, y roedores como ratas y ratones y esto se da debido a la temperatura que se produce por el funcionamiento del compresor; el escuchar el sonido del compresor al prender el equipo es supremamente importante, pues ya que el concentrador de oxígeno es un equipo que da calidad de vida a paciente, este se encuentra en funcionamiento durante periodos muy extensos y un sonido fuerte producido por el compresor podría incomodar al paciente o llegar a causar una afección en el oído del mismo.

También es importante observar que al momento de encender el equipo los testigos visuales de buen funcionamiento se enciendan correctamente y que la alarma audible suene al momento de encenderlo; esto nos asegura que dado el caso el equipo tenga un error o problema los testigos tanto visuales como auditivos funcionarán correctamente. Verifique que todas las etiquetas, placas de identificación, tablas de conversión estén en el equipo y sean legibles, de no ser así, solicite las etiquetas para que sean repuestas.

6.3.1.2 Revisión interna

Antes de iniciar con la revisión interna el equipo debe encontrarse apagado para poder abrirlo sin que se pueda presentar una situación en la cual la integridad física del personal se pueda ver afectada.

Lo siguiente es abrir el equipo teniendo cuidado de no dañar ninguna pieza y/o de desprender algún cable y proceder a revisar los siguientes aspectos: como estos equipos están conduciendo el aire del ambiente a su interior, dentro de él se acumula mucho polvo y tierra por lo que se hace necesario conducir el equipo al área de soplado para deshacerse de todo este polvo dejando así la parte interna del equipo limpia de polvo para poder ver su funcionamiento y comenzar con la inspección.

Luego de tener el equipo sin polvo en su parte interna procedemos a conectarlo para revisar su funcionamiento interno, se inicia por medir el porcentaje de oxígeno de salida, el cual debe estar entre el 90% y el 99% de pureza, y una presión de entre 5.6 a 6.3 psi , esto respetando los valores dados por el fabricante y teniendo en cuenta que en una ciudad como Bogotá debido a la altura el porcentaje de oxígeno puede variar debido a la altura y la presión, por eso aunque el fabricante estipule que se puede dejar la concentración de oxígeno en un 86% , empresas como linde, praxair,oximaster y muchas otras prefieren dejar la concentración encima del 90% para evitar una caída en el porcentaje de oxígeno que se está suministrando al paciente.

Si el equipo presentara alguna falla con la presión o el porcentaje de oxígeno es necesario revisar las mangueras de los canisters, o el regulador de presión que se encuentra en la salida de los canisters, muchas veces se presentan fugas lo cual hace que la presión y la concentración de oxígeno varíen de una manera exagerada, para verificar esto, se aplica un solución que genere espuma, puede ser agua con jabón; esta solución se aplica a las conexiones neumáticas, a las mangueras que

van conectadas de los canisters a la opi y la manguerilla que va del canister al regulador de presión, si estas presentan fuga se debe corregir apretando bien las conexiones neumáticas o cambiando el regulador de presión de los canisters. Si al hacer esto no se soluciona el problema, es necesario revisar que las válvulas no estén sucias, pues cuando las válvulas se encuentran sucias fallan y esto no permiten el correcto cambio de gases dentro de los canister lo que genera una pérdida de oxígeno notoria, para saber si las válvulas se encuentran dañadas o no solo se debe escuchar el sonido que genera al realizar el cambio de canister a canister, pues producirá un sonido como de taponamiento con un sonido eléctrico de obstrucción, si esto ocurre lo que se debe hacer es cambiar las válvulas.

Si haciendo todo lo anterior el equipo no está suministrando el porcentaje de oxígeno requerido es necesario cambiar los canisters, pues la zeolita que contienen dentro ya se encuentra muy húmeda por lo cual ha dejado de hacer la separación de oxígeno en su interior. En países como Colombia donde el clima no se rige por estaciones y al contrario posee pisos térmicos, los canisters se ven muy afectados lo cual termina convirtiéndolos en el repuesto más cambiado en los concentradores de oxígeno, pues al ser un país del trópico Colombia posee mucha humedad en su ambiente y esto deteriora rápidamente los canisters.

Cuando el daño es eléctrico o los testigos no funcionan hay dos opciones, la primera sería revisar que la tarjeta esté funcionando correctamente lo cual se puede evidenciar al encender el interruptor de on/off, si el compresor y ventilador se encienden y el resto del equipo no, puede ser un daño en el interruptor. De tal forma, se desmonta el interruptor, se abre y se limpian sus contactos internos, se coloca nuevamente y se enciende, si no arranca el equipo se deben revisar los terminales eléctricos del equipo y asegurarse que todo esté bien conectado.

Si después de hacer esto, todo está debidamente conectado y el equipo arranca pero el compresor no enciende se debe revisar primero que los conectores de AC estén llegando bien a la tarjeta, si están bien se mira que los conectores del compresor estén bien conectados en la tarjeta, si esto está bien la última opción es revisar el condensador que se encuentra al lado del compresor, pues este le ayuda a encender y muchas veces dicho condensador se encuentra dañado y por eso no arranca el compresor, si al cambiar el condensador el compresor no enciende se debe mirar si es la tarjeta la que se encuentra dañada o es el compresor, esto se puede mirar con un multímetro midiendo la entrada de poder de la tarjeta y el terminal de suministro de energía al compresor, o si se prefiere se puede cambiar

de tarjeta y encender el equipo; si el daño continua ya la última opción que queda es cambiar el compresor.

Luego de hacer los debidos ajustes y las correcciones pertinentes se debe revisar la concentración de oxígeno y la presión nuevamente; si se encuentran dentro de los parámetros de buen funcionamiento; se procede a hacer la debida limpieza.

6.3.1.3 Limpieza del equipo

Para realizar la limpieza y desinfección del equipo el equipo se debe encontrar apagado y desconectado; con un líquido llamado reveal aplicado en un trapo se limpia y desinfecta la parte interna del equipo, cada una de las caras de la carcasa, los canisters, el espacio del compresor y el ventilador; se debe tener cuidado con la tarjeta mientras se realiza este procedimiento de limpieza, pues si esta se moja se daña inmediatamente.

Después de tener el equipo desinfectado en la parte interna se procede a armarlo con mucho cuidado de que la carcasa no vaya a trozar los cables y se cierra bien. Se aplica la misma solución en la parte externa de tal manera que el reveal se pueda esparcir con una esponja, se deja actuar esta solución unos 5 minutos y se remueve con un trapo impregnado de una solución llamada virex dejándola actuar durante 10 min y luego con un trapo seco se termina de limpiar el concentrador en su parte externa.

Cabe resaltar que durante este procedimiento al igual que en el proceso de mantenimiento es necesario que el personal cuente con los elementos de protección personal, pues estos químicos con los cuales se limpia pueden lastimar el cuerpo si hay un contacto directo o ingesta o si se respiran los vapores expedidos por estos químicos.

Luego de que el equipo está totalmente desinfectado y limpio; se procede a colocar las etiquetas de funcionamiento y recomendaciones de uso, las de precauciones, las de información del equipo y el Invima todo esto conforme lo dicta el Invima, “el etiquetado estará diseñado por el fabricante y el distribuidor para comunicar a los usuarios y /o pacientes, Información relacionada con la seguridad y el desempeño de un dispositivo como también Para identificar al dispositivo”¹⁵.

15. (ABC dispositivos médicos invima Pág.44)

Luego de culminar la actividad del mantenimiento y hacer las respectivas mediciones para la verificación del buen funcionamiento del equipo es indispensable llenar una tabla, en la cual se denota las actividades realizadas al equipo. También se debe describir el tipo de mantenimiento realizado, los valores finales de la medición de la presión, y porcentaje de oxígeno que está siendo suministrado por el equipo y el flujo al que se realiza esta medición, también se escribirá en esta tabla si se le cambió alguna pieza al equipo y cual fue, se escribirá la marca del equipo, número de serie y el estado en el cual sale del laboratorio de mantenimiento ya sea en estado funcional o en estado de baja.

La siguiente tabla que se muestra pese a que es antigua comparándola con las que se manejan en la actualidad las cuales son virtuales, nos muestra los campos que se deben llenar en un formato de mantenimiento para los concentradores de oxígeno.

Imagen 5: Registro de mantenimiento preventivo de un concentrador de oxígeno

SECCION 6—MANTENIMIENTO

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº de Modelo IRC _____ Nº de Serie _____

En Cada Inspección

Registre la Fecha del Mantenimiento					
Registre el Tiempo Transcurrido en el Cronómetro					
Limpie los Filtros del Gabinete					
Revise la Velocidad de Flujo l/min Prescrita					
Una vez al Año, Durante el Programa de Mantenimiento Preventivo o Entre Pacientes					
Limpie/Reemplace el Gabinete Filtros					
Revise el Filtro de la Salida HEPA*					
Revise el Filtro de la Entrada Del Compresor*					
Revise la Concentración de Oxígeno (Modelos SensO ₂)					
Revise la Alarma de Pérdida de Energía					
Según sea Necesario					
Limpie el Intercambiador Térmico					
Reemplace el Silenciador de Escape					
Reacondicione el Extremo Superior del Compresor					
Cada 180 Días para IRC5P					
Revise la Concentración de Oxígeno					

*NOTA: Consulte la sección sobre Mantenimiento preventivo del Manual de servicio.

Para Number: 1143759 27 Serie Perfecto.

Fuente. Imagen escaneada de Manual de concentradores perfecto invacare (28/09/2017)

6.4 Planificación del trabajo

6.4.1 Diagrama de trabajo

En el siguiente diagrama de Gantt se explica la manera en que se dispuso el tiempo para la realización del documento, denotando cada una de las actividades realizadas para la elaboración del mismo; cada cuadro correspondiente a los meses donde se desarrolló el trabajo representa cuatro semanas las cuales

Cuadro n° 1: Diagrama de Gantt

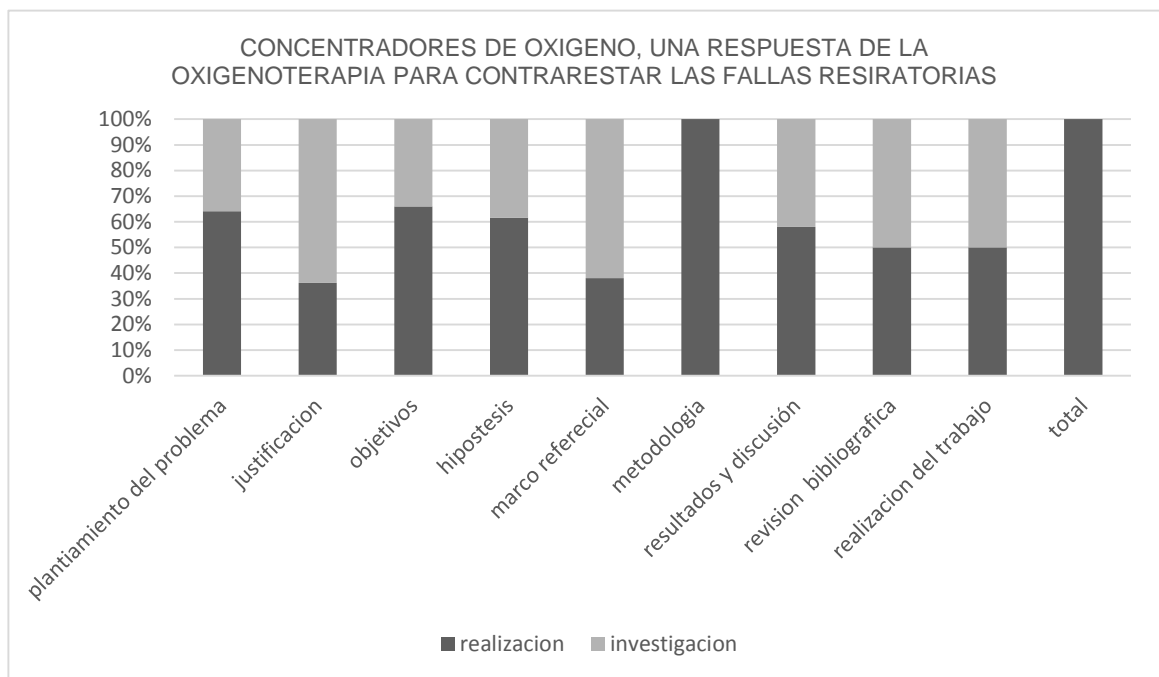
Tiempo empleado \ Actividad	Ago 2016	Sep 2016	Nov 2016	Feb 2017	Abr 2017	May 2017	Jun 2017	Jul 2017	Agos 2017	Sep 2017	Oct 2017
Planteamiento del problema	■	■									
Justificación		■									
Objetivos			■								
Hipótesis					■	■					
Marco de referencia			■	■							
Metodología	■	■	■				■	■			
Marco legal						■	■	■			
Resultados Y Conclusiones									■	■	■
Elaboración del documento							■	■	■	■	■
Investigación documental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Autor

6.4.2 Diagrama de barras

En el siguiente diagrama de barras, se muestra cada una de los que conforman este trabajo; expresando en porcentajes el tiempo empleado en cada una de las actividades realizadas para la ejecución de este trabajo. Mostrando para cada actividad el porcentaje de investigación y elaboración de la misma.

Cuadro n° 2: Diagrama de barras

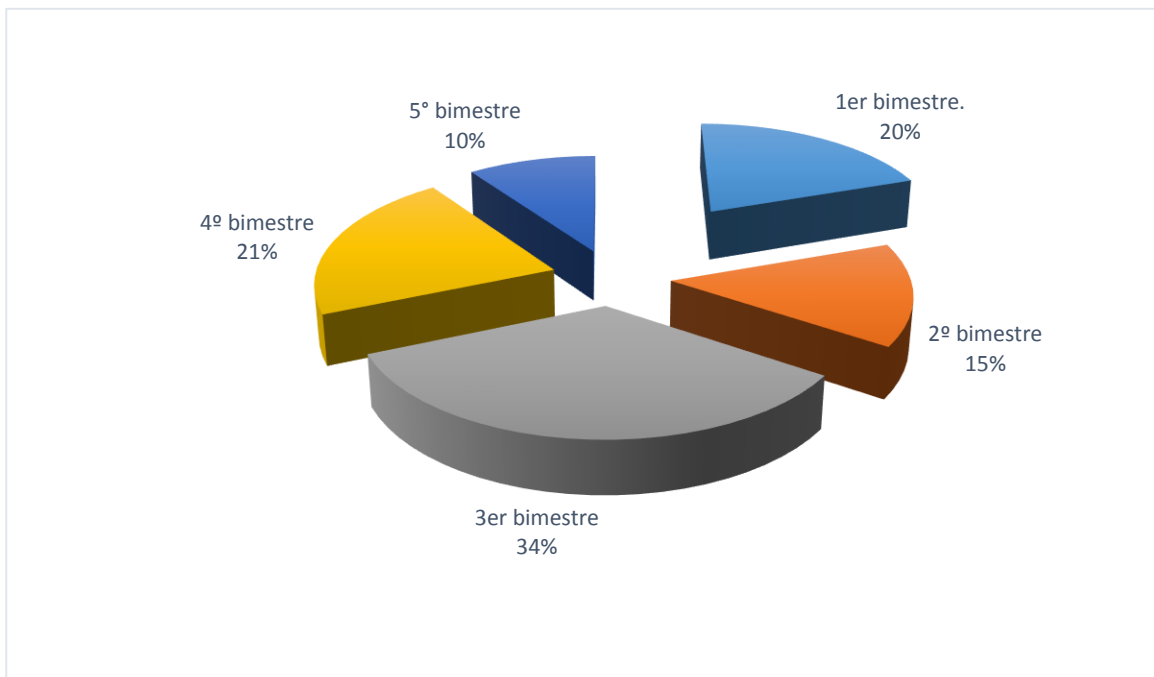


Fuente. Autor

6.4.3 Diagrama de pie

En el siguiente diagrama de pie, se muestra cada bimestre y el porcentaje de tiempo utilizado para la realización del trabajo.

Cuadro n °3: Diagrama circular



Fuente. Autor

7. RESULTADOS

Este trabajo evidencia que los concentradores de oxígeno gracias su tecnología, por medio de la cual obtienen el oxígeno; realmente si pueden tener un mayor impacto en las terapias de oxígeno en pacientes con problemas respiratorios brindando de esta manera una mejor calidad de vida y un impacto positivo contrarrestando afectaciones que le provoque el problema respiratorio que padezca.

Los concentradores en una ciudad como Bogotá pueden llegar a presentar problemas con la presión de absorción debido a la altura de Bogotá, pero gracias a la maquinaria del concentrador, internamente se puede graduar su presión, suministrando de esta forma una pureza de oxígeno de calidad; en cuanto al factor de la contaminación que presenta una ciudad cosmopolitan, los concentradores son capaces de contrarrestarla con filtros bacteriológicos y filtros de aire que harán que el oxígeno suministrado no tenga impurezas que puedan ingresar al organismo a la hora de ser suministrado a algún paciente.

Si bien es cierto que los concentradores de oxígeno son equipos los cuales dependen de un suministro de corriente para su funcionamiento, el valor de uso es más económico que el de un termo de oxígeno líquido, pues el termo de oxígeno líquido depende de la capacidad de almacenamiento y requiere ser llenado con una periodicidad constante, eso sin contar los gastos de transporte que van incluidos dentro de los contratos de servicio de los termos de oxígeno líquido domiciliario y el mantenimiento que estos requieren.

8. CONCLUSIONES

1. Se evidencia que debido a la humedad del ambiente, en países como Colombia y otros de Suramérica que se encuentren en zonas tropicales con mucha humedad, la zeolita se deteriora rápidamente, obligando a cambiar los canister fuera de su tiempo estimado de vida útil, pues si no se hace, el porcentaje de oxígeno no será el adecuado para la terapia.
2. Se vuelve imperativo generar conciencia en el usuario de una buena higiene en el equipo, pues debido a factores como la temperatura y oscuridad, dentro del equipo pueden proliferar animales e insectos que pueden poner en riesgo la vida del usuario y el buen funcionamiento del equipo.
3. Es de suma importancia que todo el personal que entre en contacto con los concentradores de oxígeno desde el momento en el que llega al área de mantenimiento, tenga sumo cuidado y acaten las normas de bioseguridad pues estos equipos podrían estar contaminados con agentes nocivos para la salud humana como lo puede ser el tuberculosis “TBC” .
4. Para un mejor uso en ciudades como Bogotá o Lima donde la altura no es a nivel del mar, el fabricante debería estipular en el manual técnico, una presión para hacer el debido mantenimiento del equipo, pues este obtiene el oxígeno por diferencia de presión dentro de los canisters y en ciudades que se encuentran a grandes alturas la obtención del oxígeno en los canister puede caer debido a la presión.
5. Respondiendo a la interrogante planteada en los objetivos ¿qué es mejor entre el concentrador y el termo de oxígeno líquido?; se evidencia que el concentrador de oxígeno es un equipo de fácil manutención y practicidad, lo cual lo coloca en una posición arriba del termo de oxígeno, pues al no requerir llenado de oxígeno, al ser un equipo de fácil limpieza por parte del usuario, y contar con un mantenimiento de bajo costo; al compararlo con el termo de oxígeno sería la opción ideal para un paciente oxígeno dependiente por su practicidad de uso. Pese a esto, se debe tener en cuenta la necesidad del paciente, pues si este requiere de un uso muy limitado de oxígeno le sería más viable a la entidad prestadora del servicio de salud brindar el servicio por medio del termo de oxígeno líquido.

6. Para países que se encuentren en zonas tropicales y zonas húmedas, se debería adecuar una trampa de agua a la salida del compresor, de esta forma la trampa de agua capturaría la humedad del aire que está entrando al equipo, evitando que los canisters al realizar la separación de gases en su interior, pues la humedad daña la zeolita y esto produce un deterioro prematuro en los canister. La implementación de una trampa de agua asegura un óptimo funcionamiento en los canister.
7. Se entrega y sustenta satisfactoriamente la monografía de grado, cumpliendo los parámetros establecidos por la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- Canada-invacare.com, Manual técnico perfecto O2 invacare.pdf
- Compañía colombiana de oxígeno, zeolita canisters- concentradores de oxígeno PDF
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) Bogotá.
- Ministerio de salud mayo 2015, guía rápida para las mediciones en equipos biomédicos.
- Ministerio de Salud y protección social Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA Bogotá 2013 Abc del invima para equipos médicos.
- Respironics, Inc. and affiliates, 2009, Manual técnico everflo servicie mechnal information.
- Respironics, Inc. and affiliates, 2000. Manual técnico respironics millennium.
- <http://www.hospitaldelsur.gov.co/images/espanol/PDF/juridica/normograma/norma-tecnica-colombiana/ntc-5318.pdf>; (23/8/2016)
- https://www.invacare.com/doc_files/1145759.pdf;(18/8/2016)
- <http://www.medicare.com.mx/preguntasconcentradoroxigeno.pdf>(12/09/2016)
- <http://www.ricardodesimone.com.ar/NacEspanol/PSA/iso.html>;(12/09/2016)
- http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872001001200005&script=sci_arttext(12/09/2016)
- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300289614001938>
- <https://prezi.com/dh1hilm8raqk/antecedentes-historicos-de-la-terapia-respiratoria>;(02/11/2016)
- http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172010000400013&script=sci_arttext;(14/04/2017)
- http://www.urosario.edu.co/urosario_files/17/17275e04-dfa7-4ec2-93fe-db398554527a.pdf;(06/06/2017)
- http://www.oxystore.es/blog/27_historia-del-oxigeno-y-del-oxigenoterapia-parte-1.html;(25/07/2017)

ANEXOS

Anexo A: Concentrador de oxígeno marca respironics



Fuente: Manual técnico respironics everflo service
(15/09/2017)

Anexo B: Concentrador de oxígeno internamente, cara anterior con sus componentes; canisters, compresor y componentes electrónicos.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo C: Concentrador de oxígeno internamente, cara posterior.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo D: Compresor marca THOMAS del concentrador de oxígeno Respironics



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo E: Compresor everflo de respironics con cables de poder, tubo de escape del concentrador y tubo de succión del aire.



Fuente: Manual técnico respironics
(15/09/2016)

Anexo F: Canisters marca respironics.



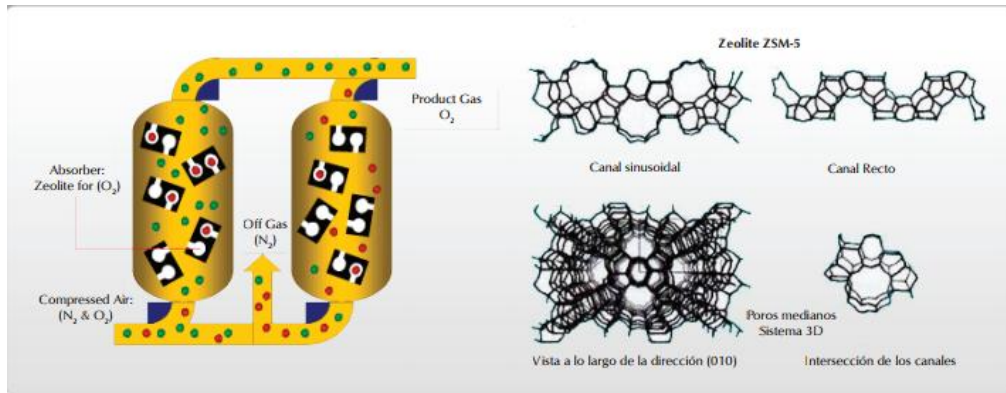
Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo G: Válvulas solenoides de los canisters marca respironics con reservorio de oxígeno y exosto



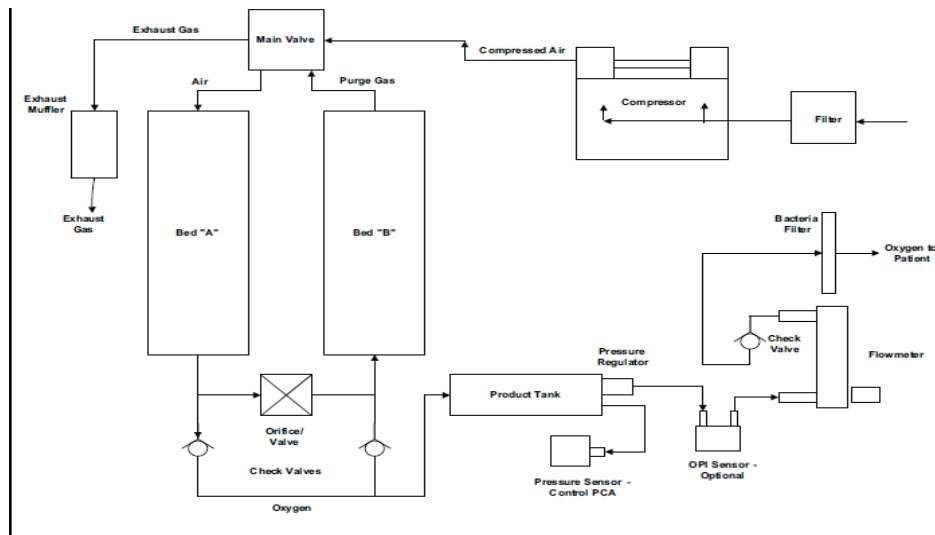
Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo H: Ilustración de la estructura cristalina de la zeolita y separación del oxígeno al interior de los canisters.



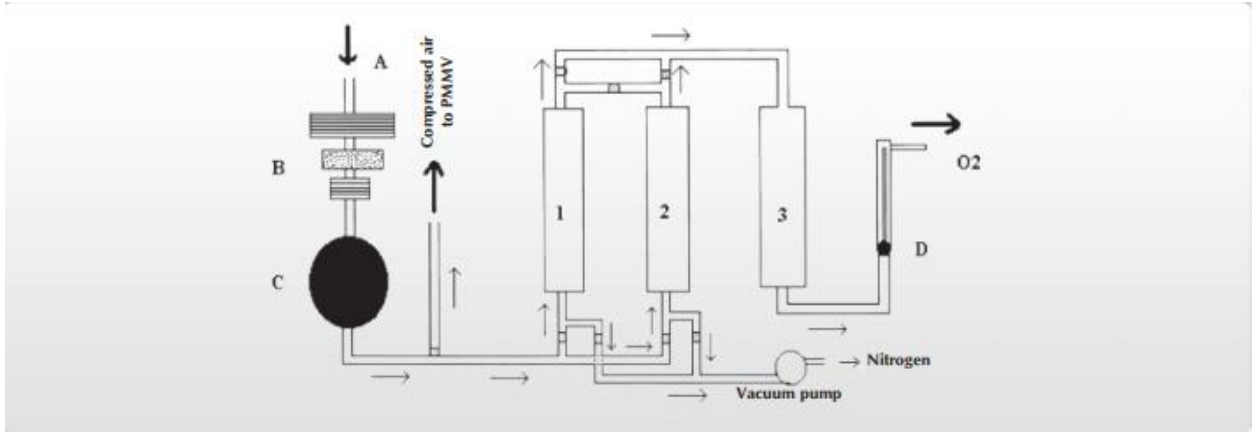
Fuente: Compañía Colombiana de oxígenos
(23/06/2017)

Anexo I: Diagrama del funcionamiento neumático del concentrador de oxígeno everflo de la marca respironics.



Fuente: Manual técnico respironics everflo servicie
(15/09/2017)

Anexo J: Diagrama del funcionamiento neumático del concentrador de oxígeno everflo de la marca respironics



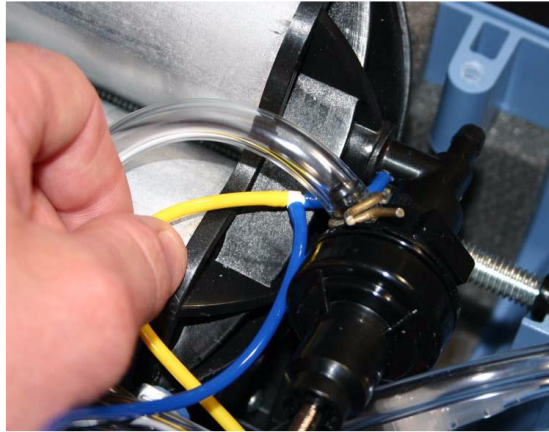
Fuente: Manual técnico invacare perfecto2
(15/09/2017)

Anexo K: Regulador de presión de los canisters, con manguerilla del sensor de presión de oxígeno



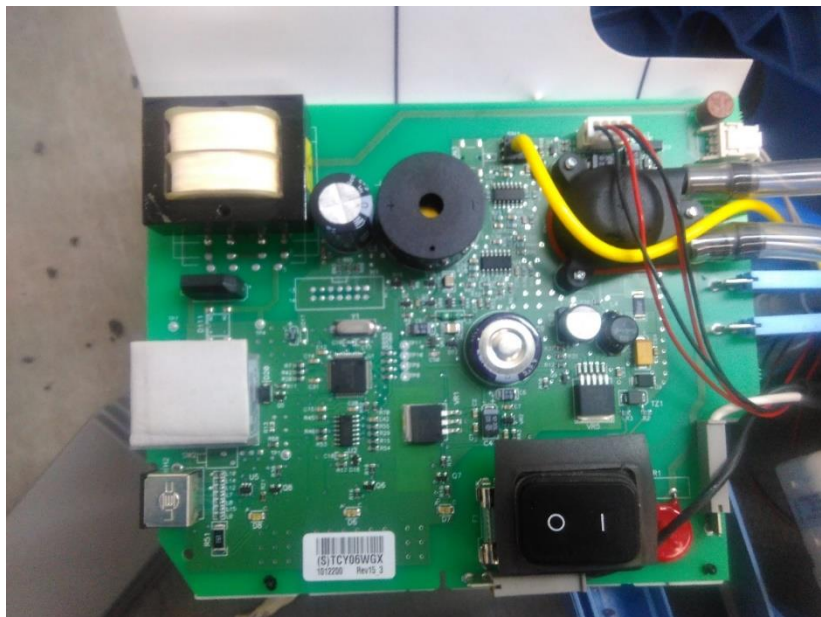
Fuente: Manual técnico respironics everflo service
(15/09/2017)

Anexo L: Regulador de presión de los canisters, con manguerilla del sensor de presión de oxígeno y manguera de paso de oxígeno.



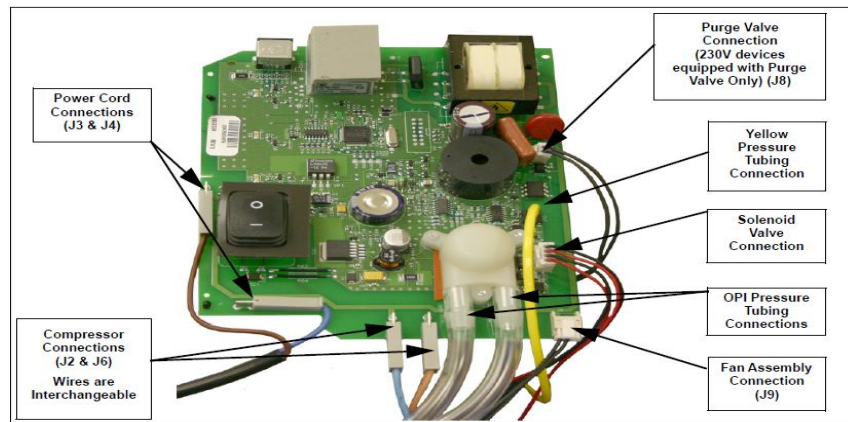
Fuente: Manual técnico respironics everflo service
(22/09/2017)

Anexo M: Tarjeta principal



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo N: Tarjeta principal con cada una de sus partes.



Fuente: Manual técnico respironics everflo service
(22/09/2017)

Anexo Ñ: Concentrador de oxígeno y bala de oxígeno de la empresa oxymaster.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo O: Cabezal de una bala de oxígeno con regulador de yugo, pertenecientes a la empresa oxymaster.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo P: Bala de oxígeno de la empresa oxymaster.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo Q: Concentrador de oxígeno en funcionamiento, con un flujo a 2L por minuto y humidificador.



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo R: Concentrador de oxígeno, bala de oxígeno, cilindro de oxígeno



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo S: Bala de oxígeno con regulador de oxígeno de yugo



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo T: Paciente en terapia con oxígeno suministrado por medio de un concentrador inhalando el oxígeno



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo U: Paciente en terapia con oxígeno suministrado por medio de un concentrador exhalando dióxido de carbono



Fuente: Foto tomada por Autor

Anexo W: Registro de mantenimiento de un concentrador de oxígeno de la empresa AGA actualmente Linde

AGA
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA 2800 HRS DE TRABAJO
CONCENTRADORES DE OXIGENO MEDICINAL DeVilbiss

CLIENTE _____ DIRECCION _____
EJECUTOR DEL SERVICIO _____ FECHA _____
SERIE DEL EQUIPO _____ REGIONAL _____

PLAN DE TRABAJO 2800 HRS DeVilbiss

Para iniciar este plan de trabajo se le debe suministrar oxigeno a el paciente con el sistema de reserva suministrado por AGA Fano S.A, de la siguiente manera.

1. Revise el estado general del regulador, (manómetro de alta, manómetro de baja o en su defecto flujoómetro y tuercas de conexión) Buenos _____ Malos _____
Nota. Si alguno de los anteriores elementos se encuentra en mal estado, instale un nuevo regulador.
2. Asegúrese que el regulador instalado en el cilindro se encuentre bien apretado.
3. Abra lentamente la válvula del cilindro de Oxigeno.
4. Conecte los elementos necesarios para suministrarle Oxigeno al paciente.

Después de estar suministrando Oxigeno al paciente por medio del cilindro de reserva, proceda a apagar el equipo (botón On,Off), desconéctelo de la toma eléctrica y realice la siguiente revisión.

ESTADO GENERAL DEL EQUIPO				
	BUENO	MALO	ROTO	OBSERVACION
1. CUBIERTA EXTERIOR.	—	—	—	_____
2. RUEDAS. (cuatro)	—	—	—	_____
3. INTERRUPTOR DE ENCENDIDO. (On,Off)	—	—	—	_____
4. PILOTOS DE SEÑALIZACION. (dos)	—	—	—	_____
5. PERILLA DEL MEDIDOR DE FLUJO.	—	—	—	_____
6. MEDIDOR DE FLUJO.	—	—	—	_____
7. NIPLE DE SALIDA OXIGENO.	—	—	—	_____
8. CORTACIRCUITOS. (botón reset)	—	—	—	_____

MANUAL DE MANTENIMIENTO HOMECARE
Pablo Peña - Ingeniería y Servicios Técnicos
© Mis documentos AGA

Fuente: Foto tomada por Autor

