



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

BENEFICIOS E IMPORTANCIA DE TENER UNA PLANTA GENERADORA DE
OXÍGENO MEDICINAL EN LOS CENTROS MÉDICOS, 2021

Línea de investigación:

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Industrial
con mención en Gestión de Operaciones y Productividad

Autor:

Nestares Breñis, Luis Alberto

Asesor:

Wilson Huamanchumo, Martin Hamilton

(ORCID: 0000-0003-3931-7884)

Jurado:

Batallanos Casas, Williams Hernán

Bazán Briceño, Jose Luis

Ccasani Allende, Julian

Lima - Perú

2023



BENEFICIOS E IMPORTANCIA DE TENER UNA PLANTA GENERADORA DE OXÍGENO MEDICINAL EN LOS CENTROS MÉDICOS, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.defensoria.gob.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	lacamara.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**BENEFICIOS E IMPORTANCIA DE TENER UNA PLANTA GENERADORA DE
OXÍGENO MEDICINAL EN LOS CENTROS MÉDICOS, 2021**

Línea de investigación:

competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el grado académico de:

Maestro en Ingeniería Industrial con mención en gestión de operaciones y productividad

Autor:

Nestares Breñis, Luis Alberto

Asesor:

Wilson Huamanchumo, Martin Hamilton

Código ORCID-0000-0003-3931-7884

Jurado:

Batallanos Casas, Williams Hernán

Bazán Briceño, Jose Luis

Ccasani Allende, Julian

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

Agradecer en primer lugar a Dios por permitir haber llegado a esta etapa profesional, y a mi familia mis hermanos, en especial a mi madre por haberme guiado y a los Docentes por brindarnos las herramientas académicas necesarias para poder culminar el presente trabajo de investigación.

RECONOCIMIENTO

Mi especial reconocimiento para los Miembros del Jurado, quienes en conjunto con los distinguidos docentes de la FIIS- UNFV fueron parte de mi formación en mis estudios de pre grado, lo que me permitió incursionar en el sector público y privado en donde he contribuido profesionalmente con ética, valores y principios:

MG. BATALLANOS CASAS, WILLIAMS HERNÁN

MG. BAZÁN BRICEÑO, JOSE LUIS

DR. CCASANI ALLENDE, JULIAN

Por su criterio objetivo en la evaluación de este trabajo de investigación.

Asimismo, mi reconocimiento para mi asesor:

DR. WILSON HUAMANCHUMO, MARTIN HAMILTON

Por las sugerencias recibidas para el mejoramiento de este trabajo.

Muchas gracias para todos.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
RECONOCIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN	viii
RESUMO.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Planteamiento del problema.....	2
1.2.Descripción del problema	3
1.3.Formulación del problema	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4.Antecedentes	4
1.5.Justificación de la investigación	14
1.6.Limitaciones de la investigación.....	15
1.7.Objetivos.....	15
1.7.1. Objetivo general.....	15
1.7.2. Objetivos específicos	16
1.8.Hipótesis	16
II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1.Marco conceptual.....	17
III. MÉTODO	22

3.1. Tipo de investigación.....	22
3.2. Población y muestra.....	22
3.3. Operacionalización de las variables.....	23
3.4. Instrumentos.....	24
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Análisis de datos	24
3.7. Consideraciones éticas	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	69
IX. ANEXOS	77
Anexo A. Matriz de Consistencia.....	78
Anexo B. Instrumento de recolección de datos	79
Anexo C. Marco normativo	80
Anexo D. Análisis TIR	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	23
Tabla 2 Control de flujo diario en un centro médico	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de una unidad PSA.....	46
Figura 2	Inicio de los ciclos PSA en los generadores.....	47
Figura 3	Componentes típicos de un sistema de tratamiento de aire.....	48
Figura 4	Accionamientos de compresores.	49
Figura 5	Concentrador portátil.....	50
Figura 6	Índice de niveles del punto de rocío.....	52
Figura 7	Generadores portátiles empaquetados.....	53
Figura 8	Sistema coalescente [agua, aceite].	54
Figura 9	Multiplicador de presión.....	55
Figura 10	Dispositivo analizador de bacterias.....	56
Figura 11	Esquema general del chiller.....	56
Figura 12	Analizador de oxígeno.....	57

RESUMEN

Este estudio investigativo tuvo como finalidad la determinación de los beneficios y la importancia de contar con una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos durante el año 2021. Para determinar y describir los rasgos y características pertinentes del fenómeno investigado, se llevó a cabo una investigación descriptiva. Se adoptó un enfoque cualitativo, lo que implicó la utilización de datos para investigar temas de investigación y suscitar otros nuevos a lo largo del procedimiento deductivo, también este estudio tuvo un diseño no experimental, ya que no se requirió manipular intencionalmente el factor causal para determinar su correspondencia con los resultados. En su lugar, se describieron y analizaron la incidencia e interrelación de las variables en un instante entregado. Además, la población estuvo conformado por 3 especialistas en plantas generadoras de oxígeno medicinal en centros médicos. Como principal conclusión se tuvo que los beneficios de un generador de oxígeno es que este brinda oxígeno al paciente de forma constante a fin de compensar alguna deficiencia respiratoria. Sobre todo, que, se dispone de oxígeno y aire medicinal cada que se requiera. Ante el incremento en la demanda de oxígeno medicinal, resulta beneficioso contar con una planta generadora de oxígeno y tener un espacio suficiente para su instalación. El oxígeno medicinal al ser considerado como un medicamento es importante para procesos terapéuticos como alivio de dificultad respiratoria, base para técnicas anestésicas, estabilización de latidos del corazón, contribuye a la restauración de tejidos entre otros.

Palabras claves: beneficios e importancia, oxígeno medicinal, centros médicos, planta de oxígeno.

RESUMO

Na presente investigação, o objetivo foi determinar quais serão os benefícios e a importância de ter uma planta geradora de oxigênio medicinal em centros médicos, 2021. Para o qual foi desenvolvido um estudo descritivo, pois procurou especificar propriedades, características e traços importantes de qualquer fenômeno analisado. O estudo enquadrou-se na abordagem qualitativa, uma vez que a recolha e análise dos dados foi realizada para refinar as questões de investigação ou revelar novas questões no processo de interpretação. Da mesma forma, o desenho da pesquisa foi não experimental, já que a manipulação do fator causal não foi necessária para determinar sua relação com os efeitos, além disso, sua incidência e inter-relação em um determinado momento das variáveis é apenas descrita e analisada. Além disso, a população foi composta por 3 especialistas em plantas geradoras de oxigênio medicinal em centros médicos. A principal conclusão foi que o benefício de um gerador de oxigênio é que ele fornece oxigênio constantemente ao paciente para compensar qualquer deficiência respiratória. Acima de tudo, esse oxigênio e ar medicinal estão disponíveis sempre que necessário. Diante do aumento da demanda de oxigênio medicinal, é aconselhável contar com uma central geradora de oxigênio e um local físico (amplo) específico de acordo com a demanda para sua instalação. O oxigênio medicinal, sendo considerado um medicamento, é importante para processos terapêuticos como alívio do desconforto respiratório, base para técnicas anestésicas, estabilização dos batimentos cardíacos, contribui para a restauração dos tecidos, entre outros.

Palavras-chave: benefícios e importância, oxigênio medicinal, centros médicos, planta de oxigênio

I. INTRODUCCIÓN

Hacia finales de 2019, la ciudad de Wuhan, ubicada en el país chino, se constituyó en el núcleo de la enfermedad neumonitis de origen inédito que no manifestaba a procedimientos comunes. En poco tiempo, los casos de contagio se propagaron de manera acelerada en diferentes partes del mundo, en esa situación, se descubrió que un nuevo coronavirus conocido como asociado al SRAS era la causa principal de la enfermedad; como consecuencia, en marzo de 2020, la enfermedad, denominada COVID-19, fue reconocida públicamente como epidemia mundial por la Organización Mundial de la Salud (Ramos, 2021).

En la situación peruana, específicamente el seis de marzo del 2020 se manifestó en la ciudad limeña, el primer caso de esta enfermedad, con el transcurso del tiempo, el brote se extendió por todo el país, poniendo de manifiesto la falta de oxígeno en hospitales y clínicas (Ramos, 2021).

Es importante destacar que los establecimientos de salud requieren un consumo significativo de tratamiento usando oxígeno, lo cual conlleva a un elevado costo en la adquisición de esta medicina farmacéutica, por tanto, resulta beneficioso contar con instalación local para producir oxígeno medicinal, que asegure un suministro continuo del producto (Silva, 2019).

Los abastecimientos sanitarios deben buscar la mejora continua en sus servicios, respecto a los sectores sanitario público y privado, para poder alcanzar los más altos niveles de exigencia y competencia (Eliana, 2013).

Por lo anteriormente mencionado, en el trabajo se estableció como propósito principal determinar cuáles serán los beneficios e importancia de una instalación que produce oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021.

1.1.Planteamiento del problema

En sus primeras aplicaciones, el oxígeno fue utilizado principalmente en el contexto medicinal (hospitalización), siendo administrado a pacientes con afecciones respiratorias. Sin embargo, en sus inicios, este procedimiento solo estaba al alcance de personas que contaran con seguro, para el sector público el MINSA a través del SIS, para los asegurados de la Seguridad Social EsSalud y en el ámbito privado Clínicas y aquellos individuos con recursos económicos significativos debido a su elevado costo.

La crisis pandémica de la reciente enfermedad provocó un desmesurado incremento en la demanda de oxígeno en los hospitales como también el primer nivel Postas y Centros Médicos respecto a escalas internacionales y oriundos, en este contexto, las plantas generadoras de oxígeno para uso hospitalario "in situ" se han posicionado como una opción más segura y rentable en comparación con otras alternativas. Sin embargo, es importante destacar que su diseño, fabricación e instalación deben ser supervisados por especialistas debidamente acreditados, y es necesario llevar a cabo un estudio exhaustivo de la instalación previamente.

El término "Oxígeno medicinal" se utiliza para referirse a una combinación de gases con un nivel total de oxígeno de al menos el 93% de pureza. Este tipo de oxígeno se prescribe comúnmente a pacientes que requieren ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos. Para obtenerlo, los métodos usados para el aire son los de compactación y depuración que se aplican al entorno exterior, posteriormente 5A se envía a través de un lecho

de zeolita. Este instrumento tiene la capacidad de retener más nitrógeno que oxígeno, lo que resulta en una mezcla de aire con una proporción más alta de oxígeno.

1.2.Descripción del problema

Los centros médicos, postas médicas y hospitales son establecimientos cuyo propósito es brindar atención sanitaria al público en general asegurada en el caso de Essalud y a la población en general a través del SIS en el MINSA. En este contexto, se requiere el uso de medicinas e instrucciones siguiendo procedimientos médicos estandarizados, con el objetivo de mejorar el bienestar del paciente y prevenir la enfermedad.

El oxígeno es indivisiblemente un medicamento de uso frecuente en los procedimientos hospitalarios dentro de cualquier hospital. Para cumplir con los estándares de calidad requeridos, se considera oxígeno medicinal que puede encontrarse en estado gaseoso y en alta presión contenidos en balones de hasta 10 m³ o en tanques o contenedores criogénicos de entre 250 m³ y 60.000 m³ o su equivalente en galones los mismos que son transportados y almacenados en estado líquido.

Hoy en día, el oxígeno farmacéutico en estado líquido se utiliza cada vez más en los centros sanitarios como medida de precaución para evitar accidentes.

Se ha analizado que, la recarga de los contenedores o balones de oxígeno-gaseoso de los centros sanitarios se realiza mediante el uso de carros de transferencia, que atraviesan diferentes áreas y servicios del hospital para llegar al lugar necesario, esta situación conlleva riesgos de explosiones debido a posibles caídas de los contenedores y rotura de las válvulas; además, tanto los pacientes como los visitantes del centro sanitario están expuestos a la contaminación ambiental y cognitiva, al tener presente dos cilindros de oxígeno, uno de repuesto y otro en uso. En conclusión, la administración y suministro del producto representa peligro tanto para las subestructuras como para las personas en ordinario dentro del hospital e

incrementa la disponibilidad de personal para su transporte y manipulación, el precio de compra de la versión gaseosa es considerablemente superior al de la forma líquida.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles serán los beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las ventajas de la producción de oxígeno?
- b) ¿Dónde deberían estar situadas las plantas generadoras de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes Nacionales

Casquete et al., (2022). La intención de esta investigación es la de analizar la mejor manera de adquirir e implementar una planta de oxígeno medicinal en un centro de salud en Monsefú, utilizando tecnología PSA y produciendo un flujo de oxígeno de 10m³/h con una pureza del 93%. El enfoque utilizado en la investigación fue cuantitativo y no experimental. Durante el estudio se descubrió que, hasta el momento de la investigación, la adquisición e implementación de la planta aún no se había llevado a cabo. Los habitantes de la zona estaban al tanto de las actividades del proyecto, pero expresaron su preocupación por el lento progreso del mismo. Por ello, era necesario que las autoridades realicen su trabajo de manera ética y en beneficio de los ciudadanos, ya que, si no se cumplen los compromisos a tiempo, la población se siente descontenta. Además, se destaca la importancia de una gestión eficiente por parte de

las autoridades, con el fin de garantizar una organización y planificación adecuadas de los planes administrativos, en beneficio de toda la comunidad.

Riojas (2020). Con la esperanza de satisfacer la necesidad de oxígeno medicinal en todo el Hospital Regional Docente Las Mercedes de Chiclayo, se llevó a cabo una investigación, debido a la epidemia de COVID-19, ha habido una necesidad inmediata de aumentar la capacidad de producción de oxígeno del hospital, por ello, a lo largo del desarrollo del proyecto se dio prioridad tanto al método de (PSA) para producir mayores niveles de oxígeno como a la infraestructura para suministrar y utilizar la oxigenación medicinal, en ese contexto, la metodología empleada fue no experimental y descriptiva, ya que se observó y se describió la problemática existente. Como resultado, se concluyó que el Hospital Las Mercedes cuenta con una infraestructura de oxígeno que consta de dos generadores de oxígeno, cada uno de los cuales produce alrededor de 6.3 m³/h, según los datos proporcionados por el fabricante y utilizando el método PSA (Pressure Swing Absorption - Adsorción por Oscilación de Presión), esto es más barato que comprar balones de oxígeno y ofrece una disponibilidad más segura, siendo ambas cosas vitales para prevenir a las personas en medio del actual brote de COVID-19. Además, se destacó que el sistema de abastecimiento de oxígeno mediante generadores PSA está instalado en el centro mismo del hospital.

Antayhua y Huamán (2021). Realizaron un trabajo investigativo donde mencionan que la entidad gubernamental de Perú está obligada por su constitución a apoyar activamente el desarrollo de la libre competencia y combatir las prácticas que la limiten. Sin embargo, en algunos mercados como el de oxígeno medicinal, existen pocos proveedores y barreras para entrar al mercado, lo que caracteriza a este mercado como oligopólico. Los autores consideran la posibilidad de intervención gubernamental para garantizar una distribución equitativa del oxígeno medicinal y abordar las desigualdades en el acceso a este recurso vital. En resumen, el artículo ofrece un análisis detallado del mercado del oxígeno medicinal en el Perú, y plantea

preguntas importantes sobre cómo el Estado debe intervenir en un mercado oligopólico para garantizar la justicia social y económica.

Castro (2021). Se presentó un proyecto que consiste en el diseño e implementación de una planta de oxígeno medicinal utilizando la tecnología PSA para la empresa PGO S.A.C. El objetivo principal es instalar esta planta de oxígeno medicinal con el propósito de satisfacer el creciente requerimiento de oxígeno medicinal en el Perú, la planta utiliza un proceso de purificación mediante absorción de aire y análisis con un dispositivo magnético para cumplir con los criterios reguladores del oxígeno medicinal en el Perú, y tiene una capacidad de producción de 15m³ por hora y una presión de 2900 Psi La planta de oxígeno medicinal fue puesta en trabajo el 15 de agosto de 2019, y su objetivo principal no se limita únicamente a la venta de oxígeno, sino que también se destaca la importancia de garantizar una distribución adecuada para resolver la creciente solicitud de oxígeno de diversas entidades.

Díaz et al., (2021). En el estudio de investigación se hizo hincapié en que la segunda ola de COVID-19 en el Perú ha generado una elevada demanda de oxígeno medicinal en los hospitales, lo que ha resaltado la importancia de contar con una distribución efectiva de las plantas generadoras de oxígeno. Ante esta situación, surgió la necesidad de encontrar una solución que no solo satisfaga las necesidades proyectadas, sino que también sea económicamente viable. Se destacó el programa LINGO como una herramienta efectiva para abordar esta problemática, ya que utiliza métodos como la programación lineal entera en la elección de determinantes, por ello, en el artículo, se presentó cómo se aplicaron los datos de un hospital en Lima a un modelo específico sobre el despliegue de remolques generadores de oxígeno. Mediante la implementación para este programa, se logró alcanzar los objetivos establecidos y proporcionar beneficios a los demandantes de los hospitales.

Miranda y Rodríguez (2021). Se resaltó la importancia y los beneficios de dimensionar y seleccionar una planta de oxígeno medicinal de alta presión en el Hospital Regional Docente

de Trujillo, con el objetivo de ampliar la disponibilidad de camas en la unidad de cuidados intensivos, así pues, se descubrió que el centro asistencial necesitaba comprar oxígeno medicinal para sus pacientes y que sus 17 plazas en la unidad de cuidados intensivos eran insuficientes para satisfacer la mayor demanda de este servicio. Para abordar esta situación, se realizó una evaluación exhaustiva del sistema existente y se llevaron a cabo cálculos para determinar la necesidad de 40 camas UCI, por ello, el centro sanitario pudo satisfacer las necesidades de oxigenación de sus pacientes gracias a su nueva planta de oxígeno. Se llevó a cabo una evaluación comparativa para seleccionar la tipología de implementación más adecuada, y se optó por la tecnología PSA debido a los resultados superiores en generación y la pureza del oxígeno gaseoso para uso medicinal, se establecieron importantes características de transporte del oxígeno y se dimensionó y eligió la maquinaria necesaria para llevar a cabo los procesos de la fábrica de PSA; adicionalmente, se elaboraron planes de atención preventiva para garantizar la continuidad de las instalaciones durante un largo periodo de tiempo. Se realizó un estudio económico y se obtuvo un TIR del 48% y un PRI de 2 años, lo que demuestra la viabilidad financiera del proyecto.

Murga (2021). Los pacientes del Hospital Belén de Trujillo en tratamiento con COVID-19 fueron analizados en cuanto a su consumo y capacidad de oxígeno medicinal desde el mes de abril de 2020 hasta el mes de octubre de 2021. Se enfatizó la importancia del oxígeno medicinal en las clínicas para ofrecer vigilancia y tratamiento a los enfermos en estado de salud comprometido. La metodología empleada fue de carácter observacional, descriptiva, correlacional y retrospectiva. Se analizaron todos los pacientes hospitalizados con COVID-19 en el área designada para este fin en el hospital. Los resultados revelaron que el 73.7% de los pacientes presentaban una capacidad de atención de oxígeno baja, junto con un consumo bajo de oxígeno. El 10.5% mostró una capacidad y consumo promedio, mientras que el 15.8% presentó una alta capacidad y consumo. Además, el análisis estadístico demostró una

asociación positiva significativa entre la capacidad de suministro de oxígeno medicinal y su utilización en el cuidado de pacientes con COVID-19 en el hospital. En conclusión, se identificó una estrecha relación entre la cantidad de oxígeno medicinal utilizado y el número de pacientes con COVID-19 tratados en el Hospital Belén de Trujillo.

Ramos (2021). El objetivo principal planteado fue mitigar el riesgo de contagio de COVID-19 para el personal de mantenimiento, médicos, pacientes embarazadas y recién nacidos en el Centro de Salud Sagrado Corazón de Jesús en Trujillo. Esto se lograría mediante la creación de una red de distribución de oxígeno con fines medicinales con tomas murales. La instalación de este sistema ofrecería beneficios a todas las partes involucradas, ya que estaría en conformidad con las normas especializadas en salud, como la NFPA 99, que exigen la presencia de un sistema centralizado de suministro de gases médicos en todos los hospitales, sin importar su tamaño. Este sistema comprendería la instalación de tuberías y conectores en las paredes para asegurar un suministro seguro y accesible de los gases médicos. Sobre la base de los resultados de la investigación, puede afirmarse que la implementación de un sistema centralizado de suministro de gases médicos, con tuberías y conectores en las paredes del hospital, conlleva una mejora significativa en la seguridad operativa tanto para el personal técnico de mantenimiento como para el personal médico, del mismo modo permite tener un aprovechamiento máximo de los balones gracias al sistema de regulación de dos etapas.

Delgado (2022). Ante la escasez de generadores de oxígeno respirable durante la epidemia de COVID-19, se ideó una concentración de aire respirable a un precio razonable para personas con trastornos respiratorios. Con este propósito, se realizó un cuestionario con el objetivo de determinar las necesidades de los usuarios, y se propusieron tres diseños diferentes utilizando una matriz somática. Se optimizaron y minimizaron los elementos necesarios para el ensamblaje del concentrador. Se aplicó la técnica adsorción por oscilación

de presión (PSA) y se llevaron a cabo cálculos y simulaciones mediante el software SolidWorks para desarrollar el diseño y el circuito de control del concentrador.

Albujar (2019). Se realizó un estudio para mejorar la distribución de oxígeno medicinal en la institución, considerando que este elemento es esencial y se utiliza en casi el 70% de los procedimientos médicos. Para garantizar una selección adecuada de los diámetros de las conducciones, se emplearon las técnicas matemáticas de Darcy-Weisbach, que permitieron determinar la diferencia de presión y velocidad superior entre los puntos de distribución. Estos datos se presentan en los planos isométricos adjuntos al final del informe. Además, se llevó a cabo un análisis minucioso para poder localizar las soluciones más rentables, hay que tener en cuenta el tamaño de la planta proveedora, las tuberías, las conexiones y la colocación de los cables, por ello, los organismos reguladores competentes evaluarán esta modificación recomendada.

1.4.2. Antecedentes Internacionales

Flores (2022). En el estudio investigativo se propuso la construcción de una planta llamada "Oxicomercial" con el objetivo de abastecer oxígeno industrial y medicinal a presión para atender a las empresas y clientes locales, específicamente en la provincia de Imbabura, cantón de Ibarra. A través del análisis de mercado, que incluyó encuestas y entrevistas, se identificó una demanda en la población objetivo y se estableció el nivel de calidad de servicio requerido. El estudio técnico se enfocó en determinar la ubicación óptima, la dimensión necesaria, el aforo requerida y la plaza disponible para la instalación de la planta, por ello, el valor de este estudio procede de en la alta demanda de oxígeno durante la pandemia del COVID-19, que inventó una crisis en el sistema de salud, económico, social y cultural en el período 2020-2021.

Cadme y Rodríguez (2021). Mencionó que en Ecuador hay pacientes con enfermedades respiratorias graves, como la bronquitis crónica, que son atendidos por servicios de oxigenoterapia. En ciudades como Guayaquil y Quito, los servicios han experimentado un crecimiento constante, lo que representa una oportunidad para empresas privadas para brindar el servicio a domicilio mediante la red de salud del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). En esta investigación se realizó un estudio al servicio de oxigenoterapia que actualmente brinda el Hospital afiliados al IESS en el cantón de Cuenca. Se realizaron análisis de los pacientes que utilizan el servicio, con el objetivo de determinar factores tecnológicos, incluida la posición geográfica, dosis y consumo cotidiano de gas-oxígeno por parte de los afectados por enfermedades respiratorias. Estos datos se utilizaron con el fin de proporcionar un mejor servicio y beneficio para los pacientes. La justificación de este proyecto está basada en garantizar la atención de todos los pacientes afiliados a la IESS ecuatoriano respecto a tratamientos médicos con oxigenoterapia. Por lo que es importante brindar e implementar, como menciona esta investigación, un servicio adecuado de oxigenoterapia para cubrir todas las demandas básicas de los pacientes.

Ministerio de Salud Argentina (2021). En una publicación documentada mencionaron algunas recomendaciones para el uso correcto del oxígeno durante la pandemia. En una de esas recomendaciones mencionan incrementar la disponibilidad de oxígeno medicinal aumentando la capacidad de producción, distribución y transporte de este oxígeno en el sitio instalado para suplir el consumo promedio del oxígeno y lograr la optimización de su uso. Por ello, la realización de un intercambio con las sociedades científicas relevantes y con los actores clave de los diferentes subsectores para el uso apropiado de oxígeno con fines terapéuticos, debe ser monitoreado en tiempo real para lograr una evolución de la disponibilidad de oxígeno y desarrollar las soluciones pertinentes que se necesiten en ese momento.

Astudillo et al., (2021). Se analizan las ventajas de la oxigenoterapia para las personas que padecen COVID-19, ya que su implementación a través de una planta de oxígeno proporcionaría oxigenación tisular a aquellos pacientes que sufren de insuficiencia respiratoria crónica y aguda. El objetivo de este estudio consiste en reconocer los pacientes con COVID-19 podrían beneficiarse de la administración de oxígeno. Se llevó a cabo una indagación documental de naturaleza cualitativa y alcance descriptivo-analítico, mediante la revisión de bibliografía nacional e internacional en bases de datos electrónicas. En conclusión, se determinó que la oxigenoterapia es un procedimiento que tiene como finalidad prevenir y tratar la hipoxemia, ya que incrementa los niveles de oxígeno en la sangre arterial y garantiza una respiración eficiente, asegurando saturación de oxígeno suficiente en los casos menos graves de la enfermedad.

Barragán y López (2022). En su investigación, se propuso una alternativa innovadora a los tradicionales tanques de oxígeno medicinal, a través de la elaboración y edificación de un generador de oxígeno con una capacidad de 5 litros por minuto. Para ello, se realizaron estudios exhaustivos de los procesos utilizados en los concentradores de oxígeno comerciales, basándose en la revisión de fichas técnicas, manuales, artículos científicos y normativas como la ISO 80601-2-69. Además, se llevó a cabo una indagación experimental en planteles especializados en dispositivos electro-médicos, con el objetivo de identificar opciones desde piezas como una unidad de aire acondicionado y un dispositivo de medición de caudal hasta un panel de mandos y un detector de oxígeno, entre otros. Estos componentes fueron evaluados utilizando un método de ponderación lineal (Scoring) para seleccionar las mejores opciones disponibles.

Alemán y Medina (2020). Se hace referencia a la importancia del oxígeno medicinal en compresor de oxigenación barato diseñado para la oxigenoterapia, siguiendo las descripciones metodológicas establecidas por la norma ISO 80601-2-69 de la OMS en 2016. El objetivo

principal de este dispositivo es mejorar el bienestar y productividad de los residentes regionales en el sistema financiero nacional. Para desarrollar el dispositivo, se realizó una encuesta para realizar la recopilación de datos y comprender las necesidades de la población objetivo. El enfoque metodológico utilizado fue cuantitativo, con alcance descriptivo para analizar las peculiaridades y retoques de los individuos, conjuntos y corporaciones involucradas. Aproximadamente 253 propietarios viven dentro del barrio 19 de Julio de La Concepción, Masaya, donde se realizó la investigación. Con base en esto, se determinó un tamaño de muestra de 24 personas a quienes se les aplicó un cuestionario. Los resultados del artilugio siguieron estando a la altura de los objetivos fijados para su creación y perfeccionamiento.

Mendoza y Ramos (2018). Se propuso la implementación de una planta generadora de oxígeno médico utilizando el sistema PSA modular en el Hospital Obrero N°8, junto con la instalación de una red interna de tuberías para la distribución de oxígeno, que abarca 84 puntos de consumo en diversos servicios del hospital. El procedimiento de reproducción de oxígeno médico "IN SITU" mediante el sistema PSA (adsorción por oscilación de presión) resultó de gran importancia en este estudio, ya que ofreció una solución efectiva al problema de distribución de oxígeno, garantizando un flujo constante de respiración vital como aplicación en máscaras de aire ricas en oxígeno, sistemas de ventilación y otros equipos médicos, en beneficio de los asegurados y la población en general de la localidad de Trinidad. Se implementó un sistema de supervisión continua de la calidad del oxígeno suministrado conectado a una fuente de alimentación primaria, con alertas incorporadas, y un sistema alternativo para en situación de corte de suministro eléctrico o de restablecimiento extenso.

OPS (2022). Mencionan que las plantas de oxígeno medicinal han mejorado la atención al público en el país uruguayo. En una publicación realizada por la Organización Panamericana de la Salud y conjuntamente con la OMS indicaron que existía insuficiencia de oxígeno medicinal debido a la falta de plantas productoras de oxígeno, pero al instalarlos mejoró la

calidad de atención de más de 300 mil personas en las ciudades de Concepción y Canindeyú. La instalación de estas plantas beneficio a todas las áreas de los hospitales regionales como en las salas de los quirófanos, las salas de neonatos y el área de maternidad. Debido a ello, se espera que, Paraguay puede ayudar a otras naciones de la zona a construir equipos similares compartiendo los conocimientos adquiridos.

Médico Sin Fronteras (2021). En el documento informativo titulado "Luchando por respirar", se resalta la importancia de contar con suministros de oxígeno medicinal en los centros médicos como medida fundamental para enfrentar la pandemia de COVID-19. El Dr. Marc Biot, director de Operaciones de la asociación, enfatiza que el oxígeno es uno de los recursos más vitales para los pacientes con casos graves y críticos de COVID-19. Sin embargo, se señala que a menudo existe una insuficiencia en el suministro de oxígeno debido al descuido de la infraestructura durante décadas en países de bajos y medianos ingresos. Antes de la pandemia, ya se observaba cómo pacientes con neumonía, malaria, sepsis y otras condiciones, así como bebés prematuros, fallecían debido a la falta de oxígeno médico. No obstante, la crisis generada por la COVID-19 ha puesto este problema en un nuevo enfoque. La falta de suministros de oxígeno confiables se convierte en un grave problema de salud en diversos aspectos, lo que subraya la importancia de contar con instalaciones adecuadas para abordar esta problemática.

Vargas (2018). En su tesis, se planteó que, Oxiwest Cia. Ltda. tiene como objetivo aumentar su participación en los consumidores de Oxigenación Farmacéutica de Loja, Ecuador, por lo que desarrollar un enfoque agresivo para lograrlo es una prioridad, por ello, el enfoque de esta investigación fue cuantitativo y se concluyó que el marketing desempeña un papel crucial al emprender un negocio. Actualmente, en la ciudad existen 54 establecimientos farmacéuticos con certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y dentro de este

grupo, el 11% se dedica a la venta de gases medicinales. Algunas de las empresas destacadas en este sector son Indura Ecuador S.A., Linde Ecuador, Enox, Swissgas, Gasec y Roxaire.

1.5. Justificación de la investigación

Las plantas de oxígeno y aire medicinal presentan diversas ventajas:

- Permiten un ahorro de hasta el 30% sobre el precio de catálogo en el suministro de gas sanitario.
- Proporcionan disponibilidad inmediata de oxígeno y aire médico en cualquier momento y lugar, sin costos adicionales. Estos se pueden producir y llenar en tanques de oxígeno para su uso en emergencias médicas, así como para el uso del personal.
- El oxígeno producido tiene una integridad del 95%, de acuerdo con los estándares de la Real Farmacopea Europea.
- Eliminan los gastos de logística y manipulación asociados con la compra y el transporte de cilindros o balones de oxígeno gaseoso.
- Los filtros de las plantas se pueden reemplazar en pocos minutos para garantizar la pureza de los gases. Además, se realiza un control continuo de la pureza mediante sistemas paramagnéticos, lo que permite interrumpir el suministro si la pureza cae por debajo de cierto nivel establecido.
- Ofrecen una tarifa plana en gases medicinales, lo que permite al centro de salud conocer con precisión el costo anual de estos suministros y gestionar mejor los recursos económicos.

1.6.Limitaciones de la investigación

Las limitaciones para realizar el presente trabajo de investigación serán:

1.6.1. Falta de estudios previos de investigación

La realización de esta investigación se encuentra restringida debido a la falta de estudios previos a nivel nacional e internacional que aborden las ventajas e importancia de la producción de energía de oxígeno medicinal en los centros médicos.

1.6.2. Metodológicos o prácticos

A nivel practico no se tendrán limitaciones ya que la presente investigación es una recopilación histórica y se realizaran encuestas y entrevistas virtuales.

1.6.3. Medidas para la recolección de los datos

De manera similar, nos enfrentamos a obstáculos en cuanto al acceso a bases de datos, bibliotecas virtuales y repositorios de otras instituciones académicas que nos permitirían conseguir la averiguación importante para nuestra publicación.

1.6.4. Obstáculos en la investigación

Los obstáculos de la presente investigación serán de coordinación y organización de tiempos de las personas que serán encuestadas y entrevistadas.

1.7.Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Describir los beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021.

1.7.2. *Objetivos específicos*

- Describir las ventajas de la producción de oxígeno.
- Explicar donde deberían estar situadas las plantas generadoras de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021.

1.8.Hipótesis

Un estudio exploratorio no requiere hipótesis.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Oxígeno*

El oxígeno es el segundo componente más cuantioso en el espacio, representando aproximadamente el 21% en volumen y el 23% en peso. Presenta diferentes características dependiendo de su estado físico: en estado gaseoso, el oxígeno no tiene color, sabor ni gusto perceptibles; en su forma líquida, adquiere una tonalidad azul; y en su forma sólida, adquiere una tonalidad clara, azul claro. Debido a sus propiedades oxidadas, puede utilizarse para prender fuego a materiales combustibles, pero en sí mismo no es inflamable ni corrosivo. Casi todos los elementos, excepto los inertes se mezclan con el aire para crear compuestos. Se puede obtener oxígeno puro mediante diversos procesos de purificación del aire, lo cual permite su aplicación directa en instituciones de salud e industrias, entre otros usos (Ministerio de Salud, 2018).

El medio ambiente es la principal fuente de oxígeno de la atmósfera. Se caracteriza por su falta de color, olor y sabor, y no es tóxico. Tiene un grado muy pequeño de reactividad en ambas sustancias. El oxígeno es estable tanto en su estado líquido como en su estado gaseoso, y se puede obtener separando los componentes del aire mediante métodos de absorción o licuefacción criogénica (Rico et al., 2008).

Los vapores de agua, nitrógeno y oxígeno de la atmósfera son los tres componentes principales del aire. El aire seco consiste únicamente en nitrógeno y oxígeno, mientras que la humedad se refiere al vapor de agua presente en la mezcla. El aire seco, que no contiene absolutamente nada de agua vaporizada, y el aire saturado de humedad, que comprende tanta materia húmeda como el aire seco puede absorber a ese nivel de temperatura, son los dos extremos diferentes en el aire circundante. El aire seco calentado posteriormente puede absorber más agua de la vaporizada y, al enfriarse, los gases se condensan en gotas de agua que

son sólidas. La condensación sobre superficies sólidas se conoce como condensación por goteo o rocío, y el punto de evaporación es el nivel de calor que se produce cuando comienza la condensación (Rodríguez, 2009).

Según Gómez (2010), los compuestos atmosféricos incluyen pequeñas cantidades de oxígeno, gases como el dióxido de carbono y otros, aunque están presentes en cantidades ínfimas. El oxígeno, que representa alrededor del 21% del aire que respiramos, es crucial para todas las formas de vida porque alimenta el metabolismo celular en todo ser vivo.

Según la Ley N°31026, que autoriza el uso permanente de Oxígeno Medicinal a una concentración no menor al 93%, se establece que todos los Establecimientos de Salud deben garantizar una concentración de oxígeno medicinal igual o superior a dicho porcentaje. (Villalta, 2020).

2.1.2. Uso Medicinal

En un fenómeno natural, la respiración implica la captación de nitrógeno OXÍGENO del aire y la liberación a la atmósfera de gases como el dióxido de carbono, por ello, mientras una persona inspira, las vías respiratorias de sus pulmones absorben aire y se produce un intercambio con la hemoglobina, que posteriormente se exhala, cerrando así el ciclo respiratorio, asimismo, este proceso de respiración en las células, también llamado respiración interna, requiere oxígeno, que es transportado por todo el cuerpo por la hemoglobina (Hamilton, 2016).

La ingesta y variedad de tratamientos que incluyen la inhalación de oxígeno para la curación ha ido en aumento desde hace algún tiempo en las instituciones médicas, las nuevas funciones han aumentado la diversidad de gases necesarios en las clínicas. Existe una gran variedad de gases farmacéuticos, cada uno con su propio expositor y recipiente (Quintero, 2006).

Como gas medicinal, la oxigenación debe cumplir estrictas normas de limpieza y procedencia. Deben aplicarse medidas de garantía y control de calidad para la fabricación de oxigenación medicinal. La oxigenación Gesundheit también tiene que estar registrada ante el gobierno como medicamento, un proceso que implica la presentación de un documento de inventario y el respaldo de estudios de investigación que atestigüen su utilidad (Ministerio de la protección social, 2007).

2.1.3. Método criogénico de producción de oxígeno

El método criogénico se basa en la separación del oxígeno del nitrógeno y otros gases presentes en el aire. Este proceso se logra mediante la generación de temperaturas extremadamente bajas, alrededor de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo cual provoca la licuefacción del aire. Luego, a través de la destilación a través de una torre de fraccionamiento logrando así que se separen los componentes del aire según sus diferentes puntos de ebullición. El oxígeno obtenido mediante este método tiene una concentración nominal de aproximadamente el 99,5% y está libre de contaminantes perjudiciales para la salud. La compresión del aire y su posterior enfriamiento hasta condiciones extremadamente gélidas permite una desestabilización significativa del aire ambiente, lo que a su vez proporciona la síntesis del oxígeno atmosférico mediante procedimientos de congelación, de esta manera, se lleva a cabo la destilación fraccionada, aprovechando que cada componente del aire se licua a temperaturas distintas. (Ramírez et al., 2008).

2.1.4. Gas medicinal

Se refiere a la composición de vapores destinada a asociarse en relación continuo con organismos humanos o animales. Estos gases medicinales se utilizan en terapias como inhalación, anestesia, conservación de órganos y transporte. (Quintero, 2006).

2.1.5. Transporte y conservación de oxígeno

Para facilitar el almacenamiento y transporte del oxígeno, se utilizan contenedores criogénicos fabricados con acero inoxidable y aluminio, con diferentes capacidades según los requerimientos de los productores. (MINSA, 2018)

2.1.6. Importancia de oxígeno para camas UCI

A pesar de que la oxigenación del 93% por motivos medicinales es legal, la ley obliga a un contenido de oxígeno del 99% (Ley N° 5613, 2020).

2.1.7. Tratamiento de aire

Este proceso tiene como objetivo regular la contaminación proveniente de diversas fuentes, como el compresor, la atmósfera y el sistema de tuberías de suministro, por lo tanto, deben tenerse en cuenta todas las fuentes potenciales a la hora de decidir el tipo y la ubicación de los dispositivos de filtración de aire (Parr, 2006).

2.1.8. Módulo de oxígeno

Cada módulo individual de un concentrador de oxígeno cuenta con su propio compresor de aire que alimenta a las columnas de tamiz molecular. En la parte inferior de cada módulo, se encuentra una válvula de disco equipada. (Ramos, y Mendoza, 2021)

2.1.9. Separación Criogénica

Este método se utiliza para lograr magnas cuantías de vapores o líquidos con alta pureza, basándose en los principios físicos de los elementos que los componen. Se aprovechan los puntos de ebullición de los componentes y, mediante la administración de las cuantificaciones de presión y temperatura, se logra su precipitación y separación (Palacios, 2019).

2.1.10. Separación por membrana

Esta técnica consiste en separar los gases en base a sus diferentes tasas de permeabilidad. Se utiliza un film, generalmente compuesto por polímeros, a través del cual los elementos gaseosos son tamizados. (Palacios, 2019)

2.1.11. Separación por adsorción

Este proceso se basa en la captación de uno o más componentes de una mezcla en la faceta de un compacto permeable, la adsorción y lo adsorbido cooperan entre sí para provocar la separación (Palacios, 2019).

2.1.12. Consumo de oxígeno

En el caso del consumo de oxígeno en camas de cuidados intensivos (UCI), un paciente con un riesgo leve consume aproximadamente 6 m³ al día. Sin embargo, en estado crítico, este consumo puede aumentar hasta alcanzar los 15 m³ al día. (Resolución Directoral N° 005, 2020).

2.1.13. Toxicidad

El contacto prolongado y constante con entornos hiperóxicos puede ser tóxico y afectar a muchos procesos y sistemas corporales diferentes, la vulnerabilidad de cada persona a las consecuencias negativas del oxígeno varía (Albujar, 2019).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Hernández et al., (2014) definen la presente investigación como una investigación descriptiva, ya que tuvo como objetivo describir la naturaleza de los fenómenos investigados.

El estudio tuvo un enfoque cualitativo, que según Hernández et al., (2014), se basa en la colección y análisis de datos para refinar las interrogaciones de indagación o descubrir nuevas interrogantes durante el sumario de paráfrasis. Respecto al diseño de la indagación, se consideró no experimental, dado que no se manipuló un factor causal para determinar su relación con los efectos. Más bien nos fijamos en la frecuencia con que se daban estos factores y cómo interactuaban en un periodo determinado (Ramírez et al., 2007).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Según Vara (2015), la población se define como el conjunto total de individuos, objetos, personas, situaciones, u otros elementos que son objeto de estudio en una investigación. Para la presente investigación se consideraron usuarios que, por su especialidad trabajan con oxígeno medicinal.

3.2.2. Muestra

De acuerdo con Vara (2015), la muestra se refiere a un subconjunto de la población, es decir, un grupo de casos seleccionados de la población utilizando algún método racional. La muestra estuvo conformada por 3 usuarios que trabajan con oxígeno medicinal.

NOMBRE	CARGO
Dr Edson Zegarra	Médico cirujano y usa oxígeno en sala de operaciones
Ing. Erick García	Ingeniero en Computación, su expertis parte en el software de las plantas
Ing. Luis Nestares	Ingeniero industrial que tiene experiencia trabajando en empresa de fabricación de oxígeno y se desempeñó como administrador de hospital en la época de pandemia COVID-19.

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Escala	Instrumento	Valor
Variable independiente: Beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal	La OMS (Organización Mundial de la Salud) reconoce la importancia de la oxigenoterapia en las áreas de neonatología, pediatría, obstetricia, medicina de urgencias, cirugía, y otras más dentro de un hospital para atender y disminuir la tasa de mortalidad y morbilidad de los pacientes.	La variable se medirá en base a las 2 dimensiones que son Ventajas de la producción de oxígeno. Y Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal	Ventajas de la producción de oxígeno.	Nominal	Recolección histórica de datos	Cualitativo
	Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal	Nominal				

3.4. Instrumentos

Se utilizó una entrevista como instrumento, la cual fue llevada a cabo con la participación de 3 especialistas.

3.5. Procedimientos

Dentro de los procedimientos que se realizaron se encuentra primero una revisión histórica de los datos más relevantes para la investigación.

Posterior a esto se aplicó una entrevista a los 3 especialistas para enriquecer los resultados de la investigación.

3.6. Análisis de datos

El análisis de datos se fundamenta en los indicadores obtenidos del procesamiento de datos, y los resultados son analizados y contrastados con investigaciones.

3.7. Consideraciones éticas

Este estudio siguió los protocolos establecidos por la Universidad Nacional Federico Villarreal, mostrando dedicación y responsabilidad en el manejo de la información recolectada mediante el uso de instrumentación adecuada. Sin estos datos no se habrían podido realizar conversaciones, hallazgos y sugerencias importantes. Además, se protegió el derecho a la publicación atribuyendo adecuadamente las contribuciones a otros investigadores, como exige la 7ª edición de la APA.

IV. RESULTADOS

4. Oxígeno

El oxígeno es el segundo gas más exuberante en el ambiente, representando aproximadamente el 21% en volumen y el 23% en peso. A través de procesos de purificación del aire, es posible obtener oxígeno con una concentración cercana al 100%, lo cual lo hace apto para su aplicación directa en instituciones de salud (Albujar, 2019).

Para el transporte y almacenamiento de oxígeno en el aire pueden utilizarse recipientes criogénicos de metal o aluminio aptos para bajas temperaturas. Es importante destacar que las empresas fabricantes deben cumplir con rigurosos controles de calidad y trazabilidad. En el caso de ser utilizado como producto farmacéutico, se requiere de un registro sanitario, el cual implica la presentación de un expediente de producto y respaldo de estudios clínicos que respalden sus beneficios. (Albujar, 2019)

4.1. Oxígeno medicinal

Es una combinación de vapores que suele contener un nivel de oxígeno igual o superior al noventa y tres por ciento, y se prescribe a pacientes que requieren ventilación mecánica en unidades de terapia intensiva o que presentan problemas respiratorios o pulmonares, siempre bajo la indicación médica previa (Perugachi, 2022).

Según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), se sugiere el uso de oxígeno como un suplemento medicinal en pacientes que se someten a anestesia general o que presentan deficiencias respiratorias pulmonares, ya sea debido a infecciones o como parte del tratamiento para enfermedades relacionadas con el virus COVID-19. La OMS ha incluido el oxígeno en su enumeración de géneros médicos fundamentales para el manejo de este padecimiento.

4.2. Consumidores

El cliente adquiere artículos y ofertas de minoristas, mayoristas y fabricantes para satisfacer parte de las demandas del comprador (Perugachi, 2022).

Es importante tener en cuenta el estudio del comportamiento del consumidor, ya que el éxito de un negocio está estrechamente relacionado con el conocimiento y la satisfacción de las demandas de los clientes. Es importante recordar que las decisiones de compra incorporan los sentimientos y actitudes de los clientes, así como las acciones que realizan durante el proceso de consumo. (Perugachi, 2022)

El consumidor puede tener diferentes roles en un acuerdo;

- 1) Adquiriendo los bienes o servicios
- 2) Costear
- 3) Manejar o gastar

De esta manera, el consumidor puede desempeñar diferentes roles en relación a los productos: puede actuar como comprador al realizar la adquisición de los productos, como pagador al efectuar el pago correspondiente por el precio del producto, o como usuario al utilizar o consumir los productos adquiridos. (Perugachi, 2022)

4.3. Necesidades

Las necesidades son condiciones en las que se experimenta una falta o carencia de algo, tanto a nivel fisiológico como psicológico, y que todos los seres humanos buscan satisfacer. Existen múltiples categorías de necesidades, cada una con características y aspectos particulares. (Perugachi, 2022)

Las más relevantes son las siguientes:

- Las necesidades funcionales; son primarias como dormir, hambre, respirar, sed, comer etc. (Perugachi, 2022)

- La necesidad de seguridad; esta necesidad está orientada a que una persona se sienta protegida y segura, depende gran parte de la misma persona, su familia, así como un buen ambiente laboral. (Perugachi, 2022)
- Las necesidades sociales; están relacionadas al trabajo, las amistades y la oportunidad de asociación con otras personas. Esta necesidad involucra la autoconfianza, los logros, el respeto a sí mismo, la independencia y la competitividad. (Perugachi, 2022)
- La necesidad de autorrealización; se refiere a la capacidad inherente de cada individuo para alcanzar su máximo potencial. Las personas buscan satisfacer esta necesidad para lograr un desarrollo completo tanto a nivel mental como físico. (Perugachi, 2022)

4.4. Covid – 19

El COVID-19 es una enfermedad originada por el virus SARS-CoV-2 (Síndrome Respiratorio Agudo Severo), que se identificó por primera vez en China en noviembre de 2002. Esta enfermedad se caracteriza por ser una forma atípica de neumonía. Los virus son microorganismos que tienen la capacidad de infectar a diferentes formas de vida, incluyendo animales, plantas y bacterias. Los seres humanos son especialmente susceptibles a las infecciones virales. (Perugachi, 2022)

A partir del año 2020, el COVID-19 ha tenido un profundo impacto en la sociedad actual. Esta pandemia ha resultado en millones de casos de contagio y cientos de miles de fallecimientos en todo el mundo desde su detección inicial en la ciudad de Wuhan, China.. (Perugachi, 2022)

El virus SARS-CoV-2 es el agente causante del COVID-19, una enfermedad que se transmite a través de las gotas respiratorias que una persona infectada expulsa al toser, estornudar o al entrar en contacto con superficies contaminadas por el virus. (Perugachi, 2022)

Los gobiernos de todo el país han ampliado sus compras de productos farmacéuticos preventivos, de autoridad y terapéuticos contra el COVID-19 en un esfuerzo por frenar la

propagación del virus. Es vital recordar que el Sistema Armonizado Mundial asigna distintas clasificaciones a este tipo de medicamentos a escala mundial (Perugachi, 2022).

- Medicamentos
- Tanques y concentradores de oxígeno
- Herramientas y equipos médicos
- Productos de protección personal

Tos, fiebre, fatiga y disminución del sabor y el olor son síntomas típicos de COVID-19. Entre los síntomas menos frecuentes se encuentran el dolor de garganta, dolor de cabeza y molestias generales. Los síntomas graves pueden manifestarse con dificultades respiratorias, neumonía, lesión renal aguda, formación de coágulos sanguíneos y enfermedad pulmonar grave. (Organización Mundial de la Salud, 2020)

¿Qué se debe hacer si se tiene síntomas del COVID-19?

Es importante mantener el distanciamiento social con otras personas para prevenir la propagación del virus, así como lavarse las manos regularmente y mantener una buena higiene respiratoria. También es recomendable quedarse en casa y seguir una alimentación adecuada. En caso de presentar problemas respiratorios, es importante buscar ayuda médica y evitar la automedicación. Es fundamental informarse correctamente sobre el virus y seguir las pautas y recomendaciones de las autoridades sanitarias. (Perugachi, 2022)

5. Introducción y situación actual de los centros médicos en el Perú

La enfermedad conocida como COVID-19 surgió en el año 2020 como consecuencia del virus SARS-CoV-2, y ha tenido graves repercusiones en la salud de las personas afectadas. Se ha observado una rápida propagación de la enfermedad, evidenciada por el aumento exponencial de los casos confirmados. Esto ha generado una crisis sanitaria en los centros de

salud, con impacto significativo en la economía debido a la paralización de diversas industrias. Como respuesta a esta situación, ha habido un aumento en la demanda de productos médicos como el oxígeno medicinal, mascarillas y alcohol, con el fin de hacer frente a esta enfermedad. (World Health Organization, 2020)

El brote de COVID-19 ha puesto en primer plano los problemas sanitarios de Perú, la competencia en materia de seguridad y bienestar, la necesidad de avances técnicos y la distribución equitativa de los tratamientos médicos eran ejemplos de estas dificultades. Leonid Lecca, director general de Socios En Salud y experto en Salud Pública, destaca la necesidad de plantear desafíos para lograr mejoras en el sistema de salud en el año 2023, subraya la necesidad de dar prioridad a la atención primaria, de asignar un mayor presupuesto, de adquirir mejores instalaciones y maquinaria, de contratar una cantidad adecuada de empleados bien cualificados y de establecer mecanismos que apoyen una oferta eficaz y justa de tratamientos médicos, estas mejoras no solo permitirán enfrentar futuras emergencias sanitarias, sino que también fortalecerán el sistema de salud en su conjunto. (Barja, 2022)

5.1. Concentración del precio del oxígeno medicinal y su oferta

En 2020 se registró una escasez de oxígeno médico en los hospitales públicos. El gobierno se encargó de suministrar oxígeno a los hospitales, pero se agotó a lo largo del año, como resultado, los allegados de los pacientes internados por COVID-19 se vieron obligados a buscar desesperadamente este medicamento a través de proveedores privados. (Defensoría del Pueblo, 2020).

El aumento en la demanda de oxígeno medicinal fue una de las razones que llevó a un incremento en su precio, con balones de oxígeno de 5 m³ llegando a costar desde S/ 3,500 hasta S/ 6,000 para los de 10 m³. Esto resultó en que el acceso a este medicamento se volviera

inaccesible para aquellos con recursos económicos limitados, afectando así su derecho fundamental a la salud. (Defensoría del Pueblo, 2020).

El vicepresidente de Servicios Médicos y Asegurados, Theodore Tarazona, dijo recientemente que la necesidad actual de oxigenación en todo el país es de poco más del treinta por ciento del suministro que mantiene el Ministerio de Hospitales del gobierno, esta situación se presenta en un contexto de aumento de contagios y la aparición de la variante Ómicron del COVID-19. La gestión actual del Ministerio de Salud ha propuesto mejorar el suministro de oxígeno, incrementando el número de plantas de oxígeno medicinal de 313 a 403 en todo el país. Además, se ha establecido un fondo de oxígeno líquido y gaseoso como medida adicional. (El Comercio, 2022)

5.1.1. El oxígeno como medicamento inaccesible

El 5 de marzo de 2020 se registró el primer caso de Covid-19 en el país. Hasta el 4 de junio, el número de casos superó los 180,000, con más de 9,000 pacientes hospitalizados. Aproximadamente el 80% de los contagiados experimentó síntomas leves sin complicaciones. Sin embargo, el 13.8% de los pacientes presentó síntomas graves que requirieron hospitalización y oxigenoterapia, mientras que el 6.1% necesitó ser ingresado en una unidad de cuidados intensivos, donde el uso de oxígeno medicinal es indispensable. La hospitalización está justificada si el paciente tiene problemas para respirar o presenta un valor de saturación de oxígeno inferior al 95% (Defensoría del Pueblo, 2020).

La oxigenación farmacéutica en todo Lima debe cumplir las normas establecidas por la Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (DIGEMID), que exigen un contenido de oxígeno del 99-100%. Recientemente se ha aprobado el uso de oxígeno medicinal con una concentración del 93% o superior en condiciones muy limitadas (Defensoría del Pueblo, 2020).

Es importante destacar que la demanda de farmacéutica del oxígeno no se limita únicamente a pacientes con Covid-19, ya que este tratamiento también es necesario para otras enfermedades que pueden causar insuficiencia respiratoria. (Defensoría del Pueblo, 2020)

La enfermedad del Covid-19, al tener un impacto directo en el sistema respiratorio, ha generado un aumento significativo en el número de casos y, como resultado, ha aumentado la demanda de oxígeno medicinal. Desafortunadamente, la disponibilidad de este gas en los centros de salud no ha podido mantenerse al mismo ritmo, lo que ha llevado a situaciones de escasez y ha afectado la continuidad y calidad de la atención brindada a los pacientes hospitalizados. (Defensoría del Pueblo, 2020).

5.1.2. Acceso a oxígeno como parte del derecho a salud

Como tratamiento, la administración de oxígeno entra dentro del ámbito encomendado a la responsabilidad del gobierno peruano de garantizar y preservar el camino adecuado hacia la salud. La 12ª disposición del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales, conocido como PIDESC, establece un derecho fundamental a la salud, que incluye la libertad de obtener los medicamentos necesarios, en esa situación, la Comisión de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (DESC) de la ONU ha enfatizado el hecho de que se enmarca dentro de la cláusula de "disponibilidad" del derecho a la salud. La salud también es reconocida como un derecho humano básico, tal como lo señala el tercer artículo numeral 5 de la Ley 29459, Ley de la Industria Farmacéutica, de Dispositivos Farmacéuticos, así como de Artículos de Higiene (Defensoría del Pueblo, 2020).

La disponibilidad de suministros y equipos médicos es parte integrante de unos servicios sanitarios de calidad, en consecuencia, los artículos deben ser fácilmente accesibles en cualquier momento y en cualquier lugar en que debamos proporcionar esta libertad fundamental. En consecuencia, el Decreto Extraordinario 7-2019, promulgado en octubre de

2019, confirma el papel central del acceso a los medicamentos recetados, los bienes fisiológicos y el material sanitario para garantizar el derecho al bienestar (Defensoría del Pueblo, 2020).

El derecho a la asistencia sanitaria incluye la posibilidad de obtener los medicamentos necesarios, en consecuencia, es responsabilidad del Estado garantizar que los medicamentos estén disponibles, accesibles, asequibles y de buena calidad para todos. (Defensoría del Pueblo, 2020).

La Decisión de Catástrofe 59-2020, publicada el 21 de mayo del año 2020, designa a los medicamentos, instrumentos médicos y tecnología de bioseguridad utilizados en el cuidado y manejo del COVID-19 como artículos cruciales en el contexto de una catástrofe sanitaria causada por esta enfermedad, la lista de tales artículos, que consiste en pistones de oxígeno para uso médico, es establecida por la Resolución Ministerial No. 315-2020-MINSA (Defensoría del Pueblo, 2020).

Por lo anteriormente mencionado, es relevante que se adquieran medidas pertinentes para que las personas perjudicadas con COVID-19 cuenten con lo necesario para mejorar su salud, de acuerdo a los principios de disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad y calidad. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6. Evaluación del consumo de oxígeno en los centros médicos

En un estudio desarrollado por Alujar (2019) se realizó la evaluación de consumo de oxígeno de un centro médico, por lo cual realizó 9 mediciones del flujo en unidades de SCFH en horarios al azar.

SCFH = Caudal en pies cúbicos estándar por hora.

Tabla 2*Control de flujo diario en un centro médico*

Lectura de datos en diferentes fechas y horarios									
N° Mediciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha	23/09/2019	24/09/2019	25/09/2019	26/09/2019	27/09/2019	30/09/2019	1/10/2019	2/10/2019	3/10/2019
Hora	09:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 a.m.	04:00 p.m.	05:00 p.m.	05:30 p.m.	05:00	Hora	09:00 a.m.
Psi	50	55	52	60	60	60	60	60	57
SCFH (cada generador PSA)	175	150	165	200	200	185	190	185	200
Pureza Oxígeno(%)	96,8	97	97	93,5	93	94	93,7	95	93,4
Resultado (m ³ /h) en los 2 generadores	9,91	8,49	9,34	11,33	11,33	10,48	10,76	10,48	11,33

Fuente: Albuja (2019)

Se ha determinado que el consumo promedio de oxígeno es de 10,38 m³ por hora durante un período de 9 días. Sin embargo, se observó que, en algunas horas, los 2 equipos disponibles no eran suficientes para satisfacer la demanda de oxígeno. En tales casos, la gestión y la logística del hospital se encargan de adquirir oxígeno de empresas externas para cumplir con la necesidad de este elemento medicinal (Albuja, 2019).

6.1. Prevalencia del oxígeno industrial

En el contexto peruano, el oxígeno medicinal se obtiene principalmente a partir de generación a gran escala de oxigenación ultrapura, que es similar al oxígeno industrial. En el país, dos empresas son responsables de la producción de oxígeno en gran escala: Linde Praxair, que abarca aproximadamente el 82% al 85% de la producción, y Air Products, que representa

alrededor del 15% al 18%. Estas empresas suministran tanto oxígeno industrial para el sector metalúrgico como oxígeno medicinal para las necesidades de salud. Actualmente, la demanda de oxígeno medicinal proviene tanto de los establecimientos de salud como de la población en general, las empresas destacan a los clientes industriales por la fiabilidad de su relación comercial con ellos, el número de sus transacciones y la duración de sus contratos, todo lo cual contribuye a una mayor estabilidad de los ingresos (Defensoría del Pueblo, 2020).

La preferencia de producción del oxígeno industrial en lugar del medicinal no solo se basa en la perspectiva de los proveedores, sino también en la importancia económica de las industrias que lo demandan. Dos sectores clave en la economía peruana, la industria metalmecánica y minera, dependen del oxígeno industrial para llevar a cabo sus actividades productivas. Estas industrias representan una parte significativa de la economía nacional. Por ejemplo, en el año 2017, la industria metalmecánica contribuyó con aproximadamente el 1.7% del Producto Bruto Interno (PBI) anual, mientras que en el año 2018, la industria minera representó alrededor del 10% del PBI anual. El tamaño y la importancia de estas industrias en el país son factores determinantes en la preferencia de producción del oxígeno industrial, ya que su demanda es fundamental para su funcionamiento y desarrollo económico. (Defensoría del Pueblo, 2020)

El oxígeno medicinal y el oxígeno industrial se distinguen por su concentración y pureza al ser envasados. Mientras que el oxígeno industrial se produce en grandes cantidades y no requiere de procesos adicionales, el oxígeno medicinal pasa por diferentes etapas para garantizar su calidad. Una vez obtenido el oxígeno de alta pureza, el oxígeno medicinal se somete a diversos filtros para eliminar impurezas físicas. Posteriormente, se somete a un proceso de destilación criogénica para garantizar su pureza y finalmente se ensambla en el envasado adecuado. Estos pasos adicionales son necesarios para asegurar que el oxígeno medicinal cumpla con los estándares requeridos para su uso en tratamientos médicos. El

oxígeno medicinal, al considerarse un medicamento, debe cumplir con ciertos requisitos y regulaciones para su venta y producción. Esto implica que debe obtener un registro sanitario que certifique su calidad y seguridad, y el laboratorio encargado de su producción debe contar con la correspondiente autorización sanitaria. (Defensoría del Pueblo, 2020).

La autorización sanitaria implica cumplir con diversos requisitos, entre los cuales se encuentran las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Estas prácticas aseguran que el proceso de producción del oxígeno medicinal se realice bajo estándares de calidad y seguridad. La emisión del título habilitante para la autorización sanitaria está a cargo de la autoridad nacional de productos farmacéuticos, en este caso, la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. Esta entidad es responsable de regular y supervisar la producción, distribución y venta de medicamentos, incluido el oxígeno medicinal, para garantizar su adecuado uso y proteger la salud de la población. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.2. La producción de oxígeno y la reactivación económica

Debido a la limitada cantidad de productores de oxígeno de alta pureza, existe un mercado poco competitivo con un número reducido de proveedores. A esta situación se suma el antecedente de sanciones impuestas por Indecopi a las empresas que actualmente forman parte de los dos principales productores de oxígeno. Esta situación plantea la posibilidad de acuerdos y prácticas anticompetitivas en el sector. La existencia de un mercado poco competitivo puede generar preocupaciones en términos de libre competencia y acceso equitativo a los productos, como el oxígeno medicinal. Las sanciones previas por prácticas anticompetitivas refuerzan la necesidad de promover la transparencia y la competencia en el sector, para evitar conductas que puedan afectar negativamente la disponibilidad, calidad y precio del oxígeno medicinal. Es fundamental que las autoridades competentes, como Indecopi, estén atentas a posibles prácticas anticompetitivas y tomen medidas adecuadas para prevenirlas

y sancionarlas en caso de detectarlas. Esto contribuirá a garantizar un mercado más competitivo y a proteger los derechos de los consumidores, así como a asegurar el acceso oportuno y asequible al oxígeno medicinal.

Podría existir una importante posibilidad de escasez de gas farmacéutico para satisfacer la demanda de los afectados por Covid-19, ya que sólo hay dos grandes proveedores de oxígeno superior, y ambos atienden sobre todo al mercado económico y no a la industria sanitaria, aunque la empresa Linde Praxair ha declarado que sus plantas de oxígeno operan al máximo de su capacidad para atender las necesidades sanitarias, el reinicio de las actividades industriales, incluyendo las empresas mineras y de industria metalmecánica, plantea desafíos en términos de priorización del oxígeno medicinal sobre el industrial. Estas industrias, que son fundamentales para la reactivación económica y la generación de empleo, requieren una atención especial para garantizar su funcionamiento. Sin embargo, la complejidad de la situación radica en encontrar un equilibrio que priorice la salud de la población por encima de todo. El Estado debe abordar esta situación con una visión que ponga la salud de la población como máxima prioridad, considerando la importancia tanto del sector industrial como del sector sanitario. Es necesario que las autoridades competentes, en coordinación con los actores involucrados, implementen medidas adecuadas para garantizar el abastecimiento de oxígeno medicinal, sin descuidar las necesidades de las industrias. Esto puede implicar acciones como la asignación de recursos, la optimización de la producción y distribución, y la promoción de la transparencia y la cooperación entre los diferentes sectores. Solo a través de un enfoque integral y colaborativo se podrá superar esta situación compleja y asegurar la salud de la población. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3. Brecha de disponibilidad de oxígeno medicinal en las regiones

Con el objetivo de prever la escasez de oxígeno, las primeras advertencias sobre esta situación surgieron en Loreto y posteriormente se extendieron a otras regiones como Piura y demás, para prepararse para este asunto, la Oficina del Defensor del Pueblo envió la siguiente notificación al Gobierno de la nación, junto con todas las Gerencias de los Departamentos de las Direcciones de Salud de Área, solicitando detalles sobre el déficit de oxígeno disponible en cada área (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.1. Apurímac

El 7 de mayo de 2020, el director regional de Salud de Apurímac recomendó al Gobernador Regional la instalación de una planta de oxígeno medicinal para satisfacer las necesidades de los pacientes con Covid-19. Según el informe N° 004-2020-DA-DIRESA/AP, emitido por el Director adjunto de la Diresa, se menciona que los hospitales de la región no cuentan con generadores ni compresoras de oxígeno, y que la demanda de este gas asciende a 1105 m³, considerando la capacidad instalada en ambos hospitales. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.2. Ayacucho

El 12 de mayo de 2020, el Director de la Dirección Regional de Salud (Diresa) de Ayacucho comunicó a la Defensoría del Pueblo que, considerando una tasa de ataque del 15%, se estimaba que tendrían que atender a 510 pacientes que requerirían tratamiento con oxígeno. Se identificó una necesidad de aproximadamente 20,400 m³ de oxígeno. Sin embargo, en ese momento solo se disponía de 8,000 m³ de oxígeno. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.3. Ucayali

El Director Regional de Salud de Ucayali informó a la Defensoría del Pueblo, el 7 de mayo de 2020, que se espera que 80,425 pacientes que viven en la zona requieran tratamientos de oxígeno en base a una previsión de casos. Para ofrecer el servicio de oxígeno en la región

circundante, se determinó también que se requerirían 590 burbujas de helio 590 m³ de oxígeno(debe decir) (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.4. Pasco

Según la Dirección Ejecutiva Adjunta de la Península Provincia de Pasco, El Departamento dispone de 47 unidades de tratamiento de oxígeno, suficientes para tratar a 361 pacientes ingresados y 54 pacientes de la unidad de cuidados críticos (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.5. Puno

La Dirección Regional de Salud de Puno ha enviado un informe del Servicio de Emergencia del Hospital Regional "MNB" sobre el suministro de oxígeno medicinal. Según el informe, hasta la fecha solo hay un paciente que requiere oxigenoterapia a través de ventilación mecánica, mientras que los demás casos aún no lo necesitan. Sin embargo, se ha adquirido un total de 30 balones de oxígeno de 10m³ exclusivamente para el centro de atención Covid-19. Estos balones se reemplazan dos veces por semana, pero existe la opción de realizar cambios de balones con mayor frecuencia, incluso diariamente o cada dos días. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.6. Madre De Dios

Según el informe del director regional de Salud, se estima que se necesitarán 8,854m³ de oxígeno para el tratamiento con oxigenoterapia de casos moderados y severos. Para abordar estas brechas y garantizar un tratamiento oportuno, se han tomado medidas como la compra de 5,000m³ de oxígeno a través del presupuesto de donaciones y transferencias para las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS) de la región. Además, se ha asignado presupuesto al Programa Presupuestal 104 (SAMU) para la adquisición de 100m³ de oxígeno. También se ha identificado una brecha en equipos e instrumentos para la oxigenoterapia en los

establecimientos de salud de la región, que consiste en 27 balones de oxígeno. En caso de que la U.E. REDES DE SALUD PERIFÉRICAS no pueda adquirirlos, se utilizará el presupuesto de la DIRESA MDD para su compra. (Defensoría del Pueblo, 2020).

6.3.7. San Martín

En la región de San Martín, el Hospital II-1 Moyobamba cuenta con una planta de oxígeno que se compone de 16 equipos de generación. Esta planta tiene la capacidad de suministrar oxígeno medicinal al 93% de concentración a un total de 202 camas. Sin embargo, se han presentado dificultades en el funcionamiento del sistema de generación de oxígeno. (Defensoría del Pueblo, 2020).

Además, en el Hospital de Essalud de Moyobamba, anteriormente recibían un suministro mensual de entre 18 y 20 balones de oxígeno por parte de la empresa Praxair, ubicada en Jaén. Sin embargo, debido a la alta demanda, la empresa ha suspendido las entregas. Por otro lado, en el Hospital II2 MINSA Tarapoto, el proveedor de oxígeno es Oxígeno Alfa Medical SAC, con sede en Chiclayo. Este proveedor les suministra entre 120 y 150 balones cada 5 días, ya que el consumo diario en el hospital es de aproximadamente 50 balones, destinados tanto a pacientes con COVID-19 como a aquellos sin la enfermedad. (Defensoría del Pueblo, 2020).

7. Normativas

La normativa procede de varios organismos reguladores, a nivel nacional e internacional, los requisitos de oxigenación sanitaria en toda Europa están supervisados por la Asociación Europea de Gases Industriales (EIGA), que también sirve de recurso para las organizaciones de normalización compartiendo sus conocimientos técnicos (Cryospain, 2021).

Las soluciones de metano terapéutico clínico se desarrollan y diseñan de acuerdo con las directrices y normativas nacionales y mundiales (Albujar, 2019).

7.1. Normas relacionadas

Las normas internacionales más utilizadas como punto de referencia son la NFPA 99 (Norma de Seguridad para Instalaciones de Servicios de Salud) y "Las Normas de Diseño de Ingeniería" de la IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social). A continuación, se enumeran las normas aplicables a generadores y sistemas de gases medicinales: (Albujar, 2019).

- La NFPA 99, conocida como el Código para Instalaciones de Cuidado de la Salud, es un documento de referencia ampliamente utilizado que contribuye al establecimiento de sistemas eléctricos, sistemas de tuberías de gas médico, gestión de emergencias, seguridad de equipos médicos y planificación de conceptos para brindar atención médica. Sus reglas, al igual que en la mayoría de los códigos y normas de la NFPA, están redactadas en un formato y lenguaje específicos para las diversas ocupaciones en el campo de la atención médica.
- CSA 7396 - 2002 (Canadá).
- Normas de Diseño de Ingeniería de la IMSS. (México)
- HTM 02-01-2002 (Reino Unido).
- La norma ISO 7396 establece los requisitos detallados para el diseño, instalación, funcionamiento, rendimiento, pruebas, puesta en marcha y documentación de los sistemas de tuberías utilizados en instalaciones sanitarias.
- La norma ISO 13485 se refiere al sistema de gestión de la calidad aplicable a los dispositivos médicos.
- La norma ISO 9001 se aplica a los sistemas de gestión de calidad de organizaciones de cualquier tipo y tamaño. Es un enfoque utilizado para mejorar la calidad de los productos y servicios, así como la satisfacción del cliente.
- C.G.A. (Compressed Gas Association)

- U.L. (Underwriters Laboratories, Inc.) es una empresa de certificación y seguridad de productos a nivel internacional. Además de certificar productos relacionados con incendios, también ofrece certificaciones para una amplia gama de productos, como dispositivos eléctricos, luminarias, entre otros.
- La ASTM B-88 y B-62 son normas de certificación que garantizan el rendimiento y funcionamiento adecuado de tuberías, accesorios y equipos en situaciones de incendio. Estas normas establecen estándares probados que aseguran la calidad y seguridad de los productos en caso de un evento de incendio. (Albújar, 2019).

7.2. Alcances de las normas

Las normas internacionales relacionadas con sistemas de gases y vacío abarcan una variedad de sistemas técnicos y establecen criterios de seguridad específicos para garantizar su correcto funcionamiento. Estos criterios están determinados por las categorías de riesgo de los pacientes a los que se destinarán estos sistemas. Los requisitos también abarcan la ubicación, el diseño y la operación asociada segura de los sistemas de evacuación y ventilación relacionados con la salud, así como la ubicación, el cálculo y los mecanismos de alerta, la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) es responsable de establecer un conjunto de normas que se utilizan internacionalmente (Albújar, 2019).

8. Medidas implementadas para atender la escasez de oxígeno

Se ha implementado la medida de convertir plantas de oxígeno industrial en plantas de oxígeno medicinal en regiones como Loreto, Piura y Lambayeque. La Dirección General de Drogas, Suministros y Medicamentos de Israel (Digemid) ha contribuido a este esfuerzo. Debido a la actual crisis de salud, Digemid ha dado luz verde para que las instalaciones de fabricación que normalmente no generan aire terapéutico comiencen a hacerlo, siempre que pasen una evaluación basada en sus capacidades técnicas y condiciones higiénicas de

fabricación y envío, asegurando la mayor cantidad de producto posible calidad para aplicaciones médicas, sin embargo, se necesitan mejoras en las habilidades de acción de Digemid y la planificación a nivel nacional para avanzar en este enfoque, también se fomenta la fabricación masiva a escala nacional de componentes como bisagras y bolas de acero que son fundamentales para estas transformaciones (Defensoría del Pueblo, 2020).

Además, en varias regiones se ha llevado a cabo la adquisición de plantas de oxígeno medicinal por parte de los Gobiernos Regionales. Por ejemplo, en Loreto se adquirieron tres plantas pequeñas para el Hospital Regional. Sin embargo, es necesario que el Ministerio de Salud (Minsa) brinde asesoría técnica a los Gobiernos Regionales para garantizar el correcto uso de estas plantas. Esto se debe a los posibles incidentes que pueden surgir durante su instalación y mantenimiento. En el caso específico de Loreto, se informó que la planta instalada en el Hospital Regional ha experimentado diversas interrupciones y robos. Por otro lado, la Oficina Defensorial de San Martín ha reportado que el Gobierno Regional ha adquirido plantas de oxígeno, pero aún no se dispone del espacio necesario para su instalación en forma de oxígeno medicinal.

En relación a la divulgación de información sobre los precios del oxígeno medicinal a la población, es importante mencionar que el Decreto de Urgencia 59-2020, publicado en el Diario Oficial El Peruano, establece que todos los establecimientos farmacéuticos deben proporcionar al Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos del Sistema Nacional de Información de Precios de Productos Farmacéuticos, que está a cargo de la DIGEMID, los datos en tiempo real sobre el stock disponible, los precios de venta y el número de unidades importadas o fabricadas en el país de los bienes esenciales, incluyendo el oxígeno medicinal. Esta medida tiene como objetivo garantizar el derecho a la información pública en salud de la población, y los datos deben estar disponibles en la versión web y/o móvil del Observatorio. Para hacer que esta información sea accesible al público, el Ministerio de Salud debe regular

el mecanismo para el suministro de datos en un plazo máximo de 3 días calendario desde la entrada en vigencia del Decreto de Urgencia 59-2020. Si bien se ha aprobado la Directiva mediante la Resolución Ministerial N° 367-2020-MINSA, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 06 de junio, que establece el procedimiento para el suministro de datos al Observatorio Peruano de Productos Farmacéuticos de los Bienes Esenciales para el manejo del COVID-19, se requiere una implementación rápida y mecanismos para promover el acceso a esta plataforma, para que la herramienta esté disponible para la ciudadanía en el menor tiempo posible. (Defensoría del Pueblo, 2020)

9. Planta de oxígeno: Consumo por áreas

Es importante destacar la identificación de las áreas de consumo, ya que esto resultará útil para determinar la capacidad de la central. Además, la ubicación física de las salidas es un factor clave, ya que determinará la configuración de la red de tuberías en el plano y permitirá su diseño de acuerdo con la caída de presión generada. (Albujar, 2019)

El cálculo del consumo de oxígeno por áreas se realiza utilizando tanto el consumo teórico como el consumo esperado. El consumo teórico representa el valor máximo de consumo posible, mientras que el consumo esperado es una estimación más realista y probable. El consumo esperado de oxígeno se calcula utilizando la siguiente fórmula. (Albujar, 2019)

Flujo total de área:

$$CE = \sum(CDT \times CT \times CU)$$

Donde:

- CDT = Cantidad de tomas
- CE = Consumo esperado o flujo total de área
- CT = Consumo teórico
- CU = Coeficiente de utilización o factor de uso

9.1. Generación de oxígeno

El proceso de adsorción por oscilación de presión (PSA, por sus siglas en inglés) se utiliza para separar gases que están mezclados entre sí. Este proceso se lleva a cabo aplicando una presión específica, de acuerdo con las características moleculares y afinidad de los gases hacia el material absorbente. A diferencia de las técnicas criogénicas de separación de gases, el PSA opera a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente. (Castro, 2021)

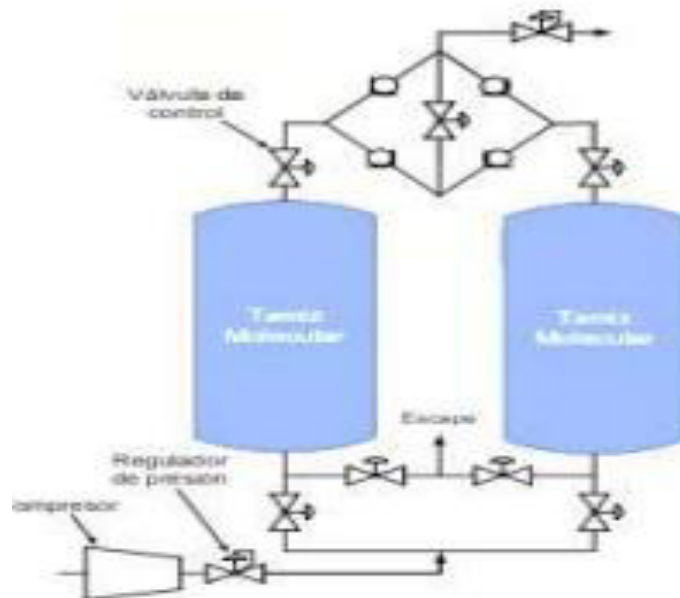
Las zeolitas son absorbentes especiales que se utilizan como tamices moleculares para adsorber selectivamente ciertos elementos gaseosos a alta presión. El proceso de adsorción se lleva a cabo mediante una oscilación de presión, donde se absorbe el gas de interés a alta presión y se libera a baja presión. Estos procesos se utilizan para separar los gases en función de su afinidad por las superficies sólidas. A medida que aumenta la presión, el gas se absorbe más rápidamente, y a medida que disminuye la presión, se libera. Estos procedimientos se aplican para lograr la separación de gases en una mezcla, ya que son atraídos hacia diferentes espacios sólidos. (Castro, 2021)

Los recipientes absorbentes desempeñan un papel importante en lograr una producción continua del gas objetivo de hasta un 90%. También ayudan a equilibrar la presión al utilizar el gas que se excluye del recipiente presurizado y recogerlo en otro recipiente. Esto resulta en un considerable ahorro de energía y es ampliamente utilizado en aplicaciones industriales. Los absorbentes utilizados en la tecnología de PSA suelen estar fabricados con materiales permeables seleccionados por su gran superficie de absorción, como el carbón activado, la alúmina, el gel de sílice y las zeolitas. Estas superficies de absorción pueden tener una capa de grosor o incluso solo unas pocas moléculas de espesor, y su gran área de superficie permite la absorción de una parte significativa del gas por peso del absorbente. (Castro, 2021)

9.2. Unidad PSA

El proceso de separación del aire mediante el método PSA comienza con la filtración y compresión del aire de la atmósfera a una presión manométrica de 8.60 bar. Este aire se dirige a uno de los dos recipientes de adsorción mediante un sistema de válvulas. En este recipiente, el nitrógeno se adsorbe, mientras que el argón y el oxígeno continúan hacia el siguiente paso para la separación del oxígeno. Durante este proceso, se elimina el agua mediante un separador. Una vez que el adsorbente comienza a producir aire con oxígeno, un sensor activa una válvula de liberación que permite la descarga del producto. En un momento determinado, el adsorbente se satura con nitrógeno y ya no puede eliminar más aire, lo que interrumpe el flujo. En ese momento, se abre una ruta de purga en el recipiente de adsorción y se procede a vaciarlo. De esta manera, el nitrógeno se elimina del recipiente de adsorción a través de una salida de escape. (Castro, 2021)

En las unidades generadoras de oxígeno mediante el proceso PSA, uno de los tanques se encuentra en modo de desorcionando, mientras que en el otro se está tratando el aire atmosférico y se alimenta al sistema. Este proceso se lleva a cabo en ciclos, lo que permite obtener un flujo continuo de oxígeno enriquecido. (Castro, 2021)

Figura 1*Esquema de una unidad PSA*

Fuente: Santos (2005)

9.2.1. Tecnología y ciclo PSA

El diseño de una planta de oxígeno basada en la tecnología PSA se determina teniendo en cuenta varios factores, entre ellos la longitud del lecho, los diámetros de los equipos, el tipo de zeolita utilizada y el caudal de aire de entrada. Estos elementos son considerados para lograr un diseño óptimo y eficiente de la planta. (Castro, 2021)

En los entornos donde se encuentran instaladas plantas de oxígeno medicinal tipo PSA, es común que la eficiencia energética se sacrifique en favor de la estabilidad y robustez de los procesos, lo cual es crucial para garantizar la pureza del oxígeno producido. El control del ciclo PSA requiere una atención constante durante toda la operación, desde la etapa inicial de absorción del aire comprimido hasta los llenados de los tanques al final del proceso. Este nivel

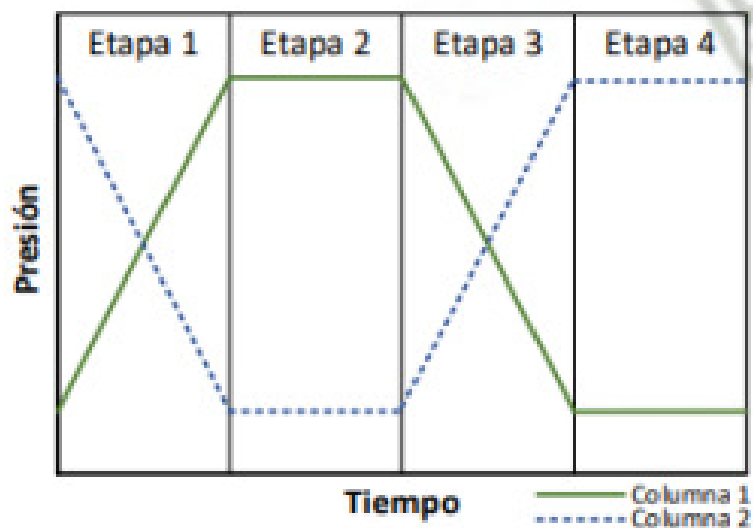
de control minucioso es necesario para asegurar la calidad y disponibilidad continua del oxígeno medicinal. (Castro, 2021)

Los lechos de zeolita en el proceso de tecnología PSA se construyen en pares, de modo que una pequeña porción del oxígeno generado a través de un lecho se utiliza para regenerar el otro lecho. (Castro, 2021)

Un ejemplo ilustrativo sería que, en las líneas de producción de mayor capacidad, los lechos de zeolita alcanzan su saturación en un lapso mínimo de 22 segundos, el cual es el tiempo requerido para la secuencia de presurización y regeneración, que es controlada y monitoreada por un sistema de control. Un ordenador central supervisa los parámetros de la planta a través de secuencias de retroalimentación. A continuación, se detalla el ciclo operativo. (Castro, 2021)

Figura 2

Inicio de los ciclos PSA en los generadores



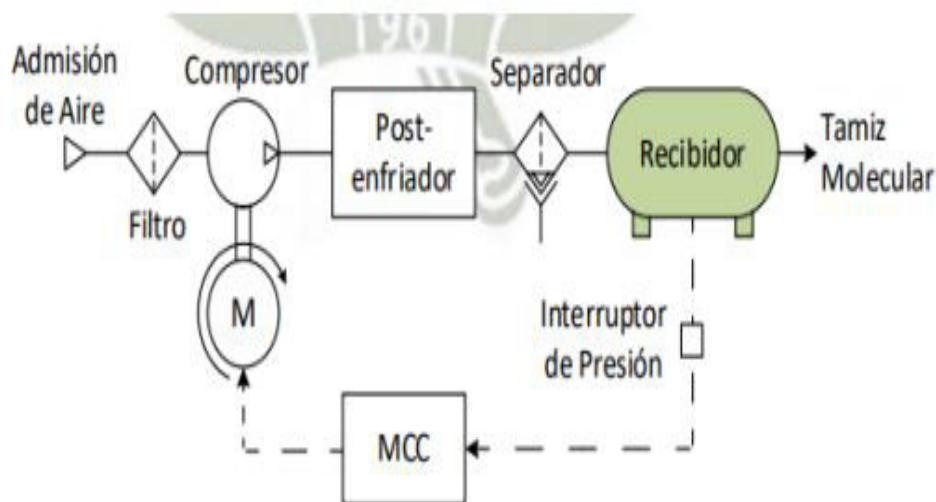
Fuente: Castro (2021)

Este ciclo implica 4 etapas:

- Primera etapa; se genera la presurización de la columna uno y despresurización de la columna dos.
- Segunda etapa; se genera la producción en la columna 1 y su desfogue de la columna dos.
- Tercera etapa; el sistema de columna dos es presurizada y columna uno es despresurizado.
- Cuarta etapa; la columna dos genera y la columna uno se purga. (Castro, 2021)

Figura 3

Componentes típicos de un sistema de tratamiento de aire



Fuente: Castro (2021)

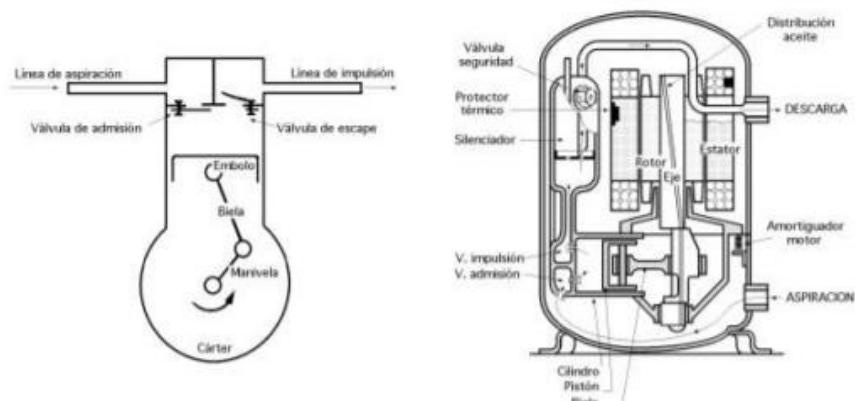
9.2.2. Equipos

9.2.2.1. Compresor. El compresor es un dispositivo eléctrico de accionamiento mecánico utilizado en sistemas de refrigeración para aumentar la presión y temperatura del

refrigerante. Se considera fundamental en el proceso de refrigeración, ya que su función principal es incrementar la presión de un volumen de aire para reducir su volumen en una cámara cerrada. Los compresores comprimen el aire en estado gaseoso, aumentando su presión al ser liberado, lo que provoca cambios en sus propiedades físicas. A través de tuberías, el refrigerante se dirige a diferentes etapas del proceso, donde se produce su evaporación según los requerimientos específicos y el tipo de aplicación, como la congelación, conservación y licuefacción del gas en el caso del CO₂. El compresor es ampliamente utilizado en la industria de la refrigeración para diversos fines. (Castro, 2021)

Figura 4

Accionamientos de compresores.



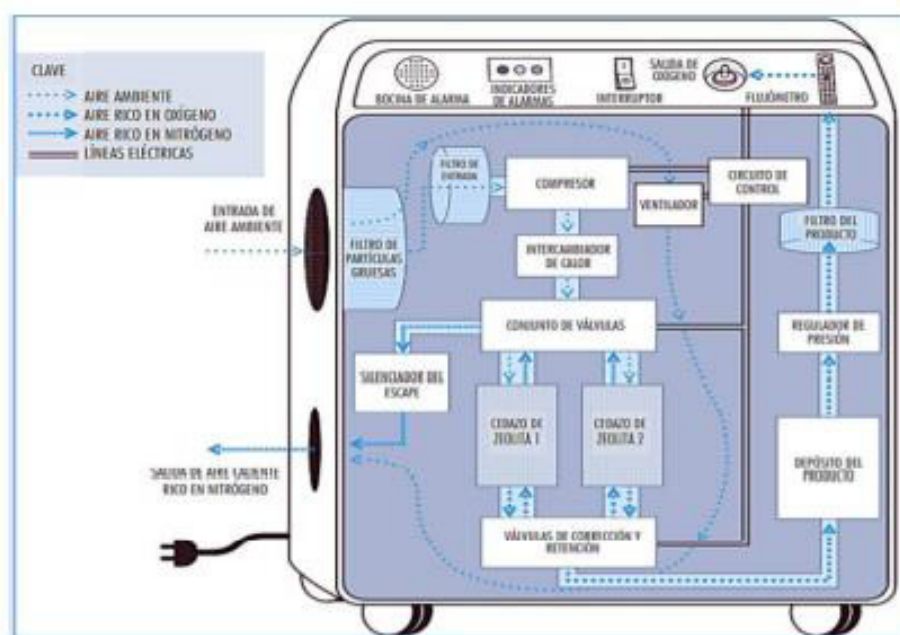
Fuente: Castro (2021)

9.2.2.2. Concentrador de oxígeno. El concentrador de oxígeno de tecnología PSA es una fuente confiable de generación de oxígeno utilizado en aplicaciones médicas. Estos dispositivos funcionan de manera automática para suministrar oxigenoterapia y abastecer las unidades quirúrgicas y unidades de cuidados críticos en diferentes establecimientos médicos, hospitales de campaña y centros de emergencia en situaciones de respuesta y recuperación. El

proceso de separación del oxígeno se lleva a cabo mediante el uso de zeolita, que se encarga de separar el nitrógeno y otros componentes del aire, permitiendo la obtención del oxígeno puro. Posteriormente, el oxígeno se dirige a través de tuberías hacia los acumuladores de presión y finalmente se almacena en los tanques acumuladores para continuar con el proceso de generación de oxígeno medicinal. (Castro, 2021)

Figura 5

Concentrador portátil



Fuente: Castro (2021)

9.2.2.3. Sistema de secado. Estos filtros se utilizan para eliminar los restantes vapores presentes en el aire comprimido, ya que su presencia puede ser indeseable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos filtros consumen una cantidad significativa de energía. En caso de que se requiera reducir aún más la presencia de vapor de agua en el sistema, se pueden utilizar secadores adicionales. Estos secadores deben colocarse entre el

post-enfriador y el tanque receptor. Es fundamental contar con un control adecuado para asegurarse de que el proceso de recolección de condensado no esté perdiendo el aire tratado.

(Castro, 2021)

Se usan cuatro formas para la tecnología de secado:

- Alta presurización de aire reducido
- Liquidación
- Impregnación
- Adhesión
- Calor de presión

La diferencia entre estos dos métodos radica en la calidad del aire obtenido, especialmente en términos de sequedad. Se utiliza el punto de rocío, que es la temperatura a la cual el agua contenida en el aire se condensa. A medida que la temperatura del punto de rocío disminuye, el aire se vuelve más seco. Para clasificar el aire comprimido según su contenido de agua, se aplica la norma ISO 8573-1:2001, que establece los requisitos de calidad del aire en términos de partículas, aceite y agua. Esta norma proporciona directrices para garantizar que el aire comprimido cumpla con los estándares establecidos en términos de sequedad. (Castro, 2021)

Figura 6*Índice de niveles del punto de rocío*

Clase según ISO	Punto de rocío (°C)
0	Menor que clase 1, según especificaciones del cliente o fabricante
1	-70
2	-40
3	-20
4	3
5	7
6	0

Fuente: Castro (2021)

9.2.2.4. Generador de oxígeno. El generador de oxígeno estándar ha sido diseñado para abordar problemas asociados con el costo, la incomodidad, el almacenamiento y la manipulación peligrosa que a menudo se encuentran en el uso de oxígeno líquido o cilindros de alta presión. Estos generadores son actualmente los más eficientes y confiables en el mercado. Gracias a su diseño con un silenciador patentado, estas unidades logran alcanzar niveles de ruido muy bajos en comparación con otros sistemas de la industria. Además, al ser automáticos, estos modernos sistemas no requieren de personal especializado para su operación. Tan solo se necesita la calibración inicial en fábrica o con la asesoría de expertos para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema de transformación de oxígeno. (Castro, 2021)

Figura 7*Generadores portátiles empaquetados*

Fuente: Castro (2021)

9.2.2.5. Filtros. El propósito de un filtro es eliminar o reducir las impurezas y contaminantes presentes en el flujo de aire, cumpliendo con niveles específicos o aceptables. El nombre del filtro se determina según el medio en el que opera y su ubicación dentro del sistema de aire comprimido. Los filtros de admisión, prefiltros, posfiltros y filtros de línea final son los más utilizados, pero no hay limitaciones para emplear estos filtros en cualquier aplicación donde se busque disminuir los niveles de contaminación. (Castro, 2021)

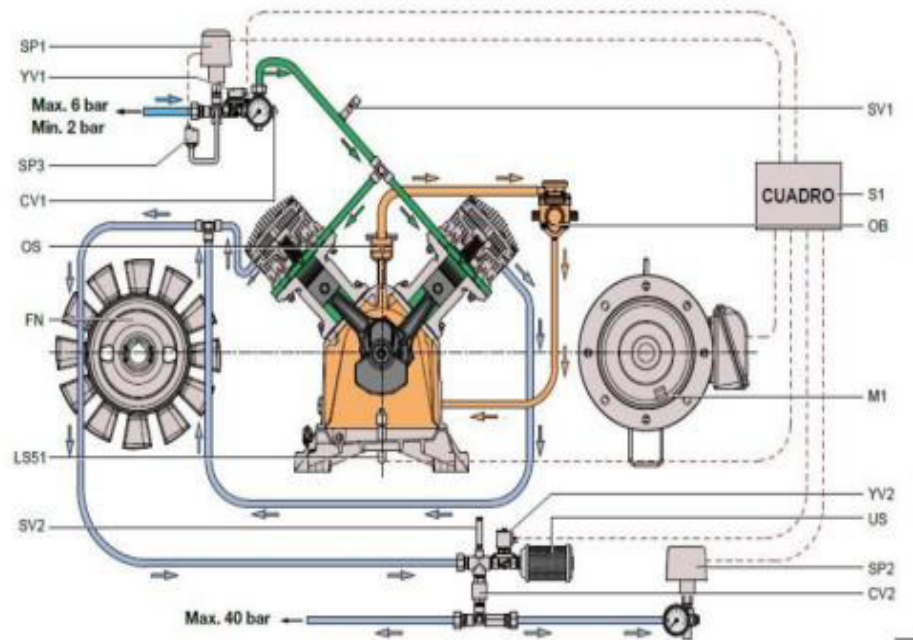
Figura 8

Sistema coalescente [agua, aceite].



Fuente: Castro (2021)

9.2.2.6. Booster: Es un dispositivo utilizado en sistemas de distribución de aire comprimido para aumentar la presión del sistema mediante un factor de multiplicación que varía de x10 a x100, dependiendo del equipo y volumen de producción. A medida que se genera una alta presión de aire, el sistema tiende a calentarse, por lo tanto, es necesario mantenerlo refrigerado en cada punto de operación y contar con un enfriador de presión recurrente de tipo recíprocante. (Castro, 2021)

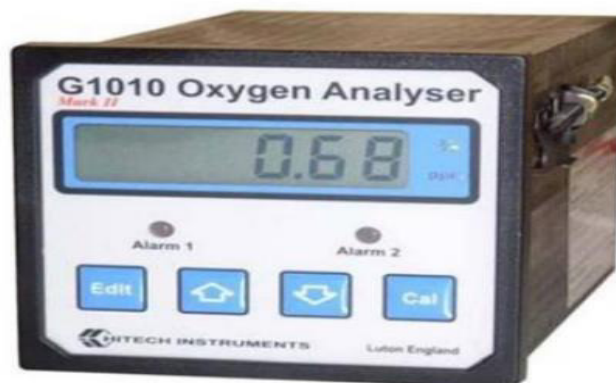
Figura 9*Multiplicador de presión*

Fuente: Castro (2021)

9.2.2.7. Analizador de bacterias. Es un método basado en microorganismos que permite realizar una rápida evaluación de la carga biológica en sistemas farmacéuticos o de tratamiento de aire. Proporciona un control en tiempo real con resultados actualizados cada segundo. Utiliza una tecnología de fluorescencia inducida por dispersión para detectar y cuantificar de manera inmediata los microorganismos. (Castro, 2021)

Figura 10

Dispositivo analizador de bacterias

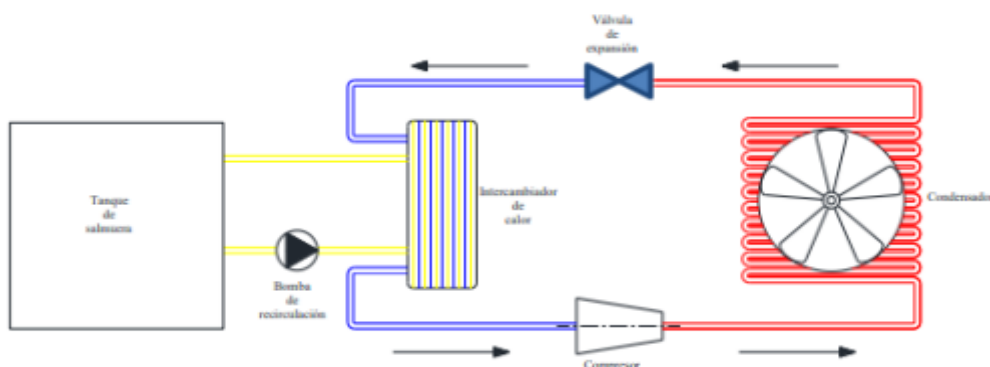


Fuente: Castro (2021)

9.2.2.8. Chiller. Es un enfriador de agua industrial utilizado en el proceso final que pertenece al tipo anticongelante. Su principal función es eliminar el calor generado en un proceso específico al conectarse con el fluido frío, que luego regresa al enfriador para reducir la temperatura y permitir la recirculación en el proceso. Dependiendo de las necesidades del proceso, se requieren diferentes caudales, presiones y temperaturas de los fluidos, incluso en temperaturas bajo cero. Esto se logra mediante la incorporación de anticongelantes industriales como el etilenglicol o el cloruro de calcio industrial. (Castro, 2021)

Figura 11

Esquema general del chiller



Fuente: Castro (2021)

9.2.2.9. Analizador de oxígeno. Los analizadores de oxígeno en las plantas de oxígeno permiten medir la concentración de forma secuencial. Además, las unidades de control deben estar equipadas para apagarse automáticamente en caso de que la concentración de oxígeno producido disminuya, y activar el sistema de emergencia. (Castro, 2021)

Figura 12

Analizador de oxígeno



Fuente: High tech (s.f)

9.3. Beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos

En la actualidad, se están implementando diferentes enfoques para tener suministro de oxígeno medicinal en los hospitales públicos, ya sea a través de plantas de oxígeno o mediante el uso de botellas o tanques. Ambas opciones son aceptables en todas partes, pero existe falta de conocimiento tanto en la población en general como en los centros de salud. (Silva, 2020)

La importancia de contar con un generador de oxígeno radica en su capacidad para proporcionar un suministro constante de oxígeno a los pacientes, compensando así cualquier deficiencia respiratoria que puedan tener. Esto garantiza que se disponga de oxígeno y aire medicinal siempre que sea necesario. (Silva, 2020)

Ante un aumento en la demanda de oxígeno medicinal, resulta conveniente contar con una planta generadora de oxígeno y un espacio adecuado para su instalación. Además, es crucial asegurar su correcto funcionamiento y mantenimiento. (Silva, 2020)

Los centros médicos y hospitales requieren grandes cantidades de oxígeno y suelen optar por adquirir botellas o tanques de oxígeno. Sin embargo, tener una planta de oxígeno medicinal propia ofrece numerosos beneficios. (Criospain, 2021)

Ya sea que el centro médico necesite un suministro constante de oxígeno o experimente fluctuaciones en la demanda, una planta generadora de oxígeno medicinal está preparada para proporcionar suministro in situ. (Criospain, 2021)

El oxígeno medicinal desempeña un papel importante en numerosos procesos terapéuticos:

El oxígeno medicinal es importante para muchos procesos terapéuticos:

- Alivia la dificultad respiratoria y la falta de respiración en situaciones de soporte vital y ventilación artificial, incluida la reanimación de primeros auxilios.
- Sirve como base para la mayoría de las técnicas anestésicas.
- Contribuye a estabilizar los latidos del corazón.
- Ayuda a restaurar los tejidos que carecen de oxígeno.

En términos de composición, la Dirección Europea de Calidad del Medicamento establece que una planta generadora de oxígeno medicinal debe garantizar una pureza del 93% (que puede alcanzar el 95%) para su uso seguro. En el caso del oxígeno obtenido mediante métodos criogénicos, se requiere una pureza del 99%. (Criospain, 2021)

9.4. Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal en los centros médicos

Diversos centros se beneficiarían al tener acceso inmediato a una planta de oxígeno medicinal, como servicios médicos de emergencia, hospitales y clínicas, clínicas dentales, residencias de ancianos o clínicas veterinarias. (Criospain, 2021)

Según las recomendaciones del Ministerio de Salud (2020), se deben tener en cuenta los siguientes puntos al establecer una planta de oxígeno medicinal en centros médicos:

- La ubicación de la planta de oxígeno debe estar alejada de posibles daños mecánicos, líneas de energía eléctrica, tuberías de gases y líquidos inflamables.
- Las áreas designadas para la planta de oxígeno deben contar con coberturas de material de estructura metálica, incluyendo sistemas de drenaje y canaletas pluviales.
- Los cerramientos utilizados en la planta de oxígeno y espacios internos deben ser de material noble o sistemas prefabricados.
- Si la planta de oxígeno se encuentra cerca de unidades de hospitalización, UCI, centro quirúrgico u otras edificaciones cercanas, los cerramientos deben tener aislamiento para controlar el ruido.
- Se requiere una losa de cemento nivelada con una aplicación de pintura industrial de acabado blanco resistente al alto tránsito e impacto.
- Las puertas y ventanas deben ser de estructura metálica, planchas y mallas metálicas, con cerraduras.
- Debe haber una adecuada ventilación en la planta de oxígeno.
- Los equipos deben contar con una base de cemento antivibración que soporte los componentes del equipo, de acuerdo con el tamaño de la planta de oxígeno.
- El establecimiento de salud debe tener suministro eléctrico compatible con el nivel de tensión de operación de la planta de oxígeno, evitando el uso de transformadores elevadores/reductores de tensión.
- Es necesario contar con una buena iluminación en la planta de oxígeno.

10. Análisis de entrevistas

Preguntas	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
¿Qué es una planta de oxígeno?	Es una fuente de generación de oxígeno, el principio es indistinto siendo el más conocido el sistema criogénico, para nuestro caso es el sistema PSA. (Pressure Swing Adsorption – Adsorción por Oscilación de Presión.	Una planta de oxígeno es una instalación muy importante que se utiliza para producir grandes cantidades de este, por ello estas instalaciones son extremadamente útiles en diversas aplicaciones, como en la industria, la medicina y en situaciones de emergencia. También se utilizan en la producción de gases para soldadura y otros procesos industriales.	Respecto al proceso de producción de oxígeno, este comienza con la separación del aire en sus componentes principales, que son el nitrógeno, oxígeno y otros gases. Para lograr esta separación, se emplean técnicas como la destilación criogénica, la adsorción por oscilación de presión o la membrana.
¿Cómo funciona una planta generadora de oxígeno?	El sistema PSA Pressure Swing Adsorption – Adsorción por Oscilación de Presión. Es una técnica que se usa para la separación de gases a través de materiales absorbentes como la zeolita, como se sabe en la atmosfera el nitrógeno tiene mayor presencia y al ser capturado por diferencia se tiene el elemento deseado en este caso el oxígeno.	La mayoría de estas plantas funcionan mediante un proceso de separación de aire para generar oxígeno de manera limpia. En esa situación, existe un proceso general del funcionamiento de la planta haciendo uso del método de destilación criogénica	Para que una planta de oxígeno funcione debe pasar por la separación de aire y la recuperación de este mediante un procesamiento criogénico para lograr producir grandes cantidades de oxígeno y darle utilidad en lo diferentes campos como la medicina, industrias y algunos casos de emergencia.
¿Qué se necesita para poder implementar una planta de oxígeno?	La experiencia ha mostrado que la demanda insatisfecha ha sido un factor fundamental para implementar una planta de oxígeno, en el caso y etapa de la pandemia, oxígeno medicinal para todo centro médico, posta y hospital. Los requerimientos para la implementación técnica son mínimos tanto de espacio como de recursos como energía eléctrica.	Para implementar una planta de oxígeno, se necesitan varios elementos importantes y necesarios como espacios adecuados, electricidad y agua, personal capacitado y profesionales relacionados al campo de la electricidad, mecánica y química.	Para llevar a cabo una industria dedicada a este sector se debe contar con una inversión inicial grande, ya que la implementación de esta planta incluye los costos, equipos, transporte e instalación. Generalmente esta inversión se ve justificada en contextos o situaciones de emergencia, es decir en lugares específicos que requieran constantemente la utilidad de oxígeno, como los hospitales.
¿Cuál considera usted la importancia de contar con una planta de oxígeno en las instalaciones de un hospital?	La presencia de una planta generadora de oxígeno medicinal es gravitante, puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte de los pacientes, la pandemia del Covid19 ha sido la prueba irrefutable de su importancia, ya que las plantas que se instalaron en diversos hospitales ha	La importancia radica en que el oxígeno es un elemento esencial en las atenciones médicas de diversos pacientes con enfermedades y afecciones relacionadas a la falta de este elemento. En ese contexto, una de las aplicaciones se basa en las terapias respiratorias utilizando oxígeno como en las enfermedades	Hoy en día este elemento ha sido demasiado demandado por la emergencia sanitaria, por lo que es importante también no sobrecargar la capacidad de proveedores de oxígenos externos, de esa razón radica de igual manera la importancia de contar con una planta de oxígeno propio que garantice un suministro constante y de confiabilidad para los pacientes en riesgo. En otra situación, ya

	<p>marcado la diferencia ya que en los picos mas alto de consumo han satisfecho la demanda, lamentablemente esta solución ha llegado una vez desencadenada la pandemia.</p>	<p>cardíacas o hipoxemia. Asimismo, este elemento también se utiliza en las anestесias, en la reanimación de pacientes y en otros procesos médicos.</p>	<p>hablando en términos económicos o costos, contar con una planta de este elemento puede reducir de manera positiva los costos a largo plazo para los hospitales, sin necesidad de solicitar proveedores externos que brinden oxígeno.</p>
<p>¿Qué aplicaciones tiene el oxígeno medicinal?</p>	<p>La aplicación que tiene el oxígeno medicinal básicamente está orientado a la terapia de oxígeno, esta va desde la nebulización hasta la ventilación mecánica a través de ventiladores volumétricos en UCI. El uso del oxígeno medicinal en hospitales es constante hay pocos procesos quirúrgicos donde su aplicación no está presente. Otro uso que está incursionando es el oxígeno en medicina hiperbárica, su aplicación ya no es simplemente para descompresión sino también en recuperación de quemaduras y la aceleración de la recuperación de tejidos por cirugía, así como también en medicina cosmética.</p>	<p>El oxígeno medicinal tiene diversas aplicaciones, pero las más utilizadas o más conocidas son, como terapia de oxígeno, ya que este se utiliza generalmente para tratar la hipoxemia, que es la falta de oxígeno en la sangre, otra aplicación es en las anestесias, ya que se utiliza para mantener al paciente sedado y evitar la hipoxemia durante los procedimientos quirúrgicos, la reanimación es otro proceso cardiopulmonar (RCP) que ayuda a mantener la función cardíaca y respiratoria en pacientes que han sufrido un paro cardíaco.</p>	<p>Se usa en tratamiento de enfermedades respiratorias es utilizado para tratar enfermedades respiratorias, como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la fibrosis pulmonar, en recién nacidos es utilizado ya que se le incorpora en los cuidados intensivos, este se utiliza para ayudar a mantener una adecuada oxigenación en los recién nacidos prematuros y en aquellos con problemas respiratorios, otro uso es en la terapia hiperbárica, que es la administración de oxígeno medicinal en un ambiente de alta presión, y se utiliza para tratar una variedad de condiciones médicas, como la enfermedad de descompresión y las lesiones por radiación.</p>
<p>¿Considera que el contar con una planta de oxígeno en los hospitales garantizará mejor atención en los pacientes con problemas neumológicos?</p>	<p>No solo a pacientes con problemas neumológicos, sino que la aplicación del oxígeno garantiza la buena conducción de procesos quirúrgicos, rehabilitación de pacientes post quirúrgicos.</p>	<p>Sí, contar con una planta de oxígeno en los hospitales puede garantizar una mejor atención en los pacientes con problemas neumológicos. Los pacientes con estos problemas neumológicos, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la fibrosis pulmonar y el asma, entre otros</p>	<p>Contar con una planta de oxígeno en los hospitales es fundamental para mejorar la atención de los pacientes con problemas respiratorios. Esto les brinda un suministro constante y confiable de oxígeno, lo cual es crucial para su bienestar. Además, la capacidad de ajustar la producción de oxígeno según las necesidades individuales de los pacientes permite brindarles un tratamiento más preciso y efectivo.</p>

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Casquete et al., (2022) presentaron una propuesta para lograr un óptimo desarrollo en la adquisición e implementación de una planta de oxígeno medicinal en un centro de salud en Monsefú. En el estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo y no experimental, y se descubrió que, hasta el momento de la investigación, la adquisición e implementación de la planta aún no se habían llevado a cabo. Los residentes de la zona estaban al tanto del proyecto, pero percibían un avance insatisfactorio. Por lo tanto, era crucial que las autoridades cumplieran con sus responsabilidades de manera ética y en beneficio de los ciudadanos, ya que la falta de cumplimiento de los compromisos en el tiempo adecuado genera insatisfacción en la población. Además, se resaltó la importancia de una gestión adecuada por parte de las autoridades para organizar y planificar de manera óptima los aspectos administrativos en beneficio de toda la comunidad. Por otro lado, en el presente estudio, se concluyó que un generador de oxígeno proporciona un suministro constante de oxígeno a los pacientes para compensar deficiencias respiratorias. Es especialmente beneficioso tener acceso a oxígeno y aire medicinal cuando sea necesario. Ante el aumento en la demanda de oxígeno medicinal, es conveniente contar con una planta generadora de oxígeno y un espacio adecuado para su instalación. El oxígeno medicinal desempeña un papel crucial en diversos procesos terapéuticos, como aliviar la dificultad respiratoria, servir de base para técnicas anestésicas, estabilizar los latidos cardíacos y contribuir a la regeneración de tejidos, entre otros usos importantes.

Riojas (2020) realizó una investigación con el propósito de satisfacer la demanda de oxígeno medicinal en todas las áreas del Hospital Regional Docente Las Mercedes de Chiclayo que lo requirieran. El enfoque se centró en la expansión de la planta generadora de oxígeno en dicho hospital, especialmente durante la pandemia de COVID-19, donde la necesidad de oxígeno se ha vuelto más urgente. Se buscó aumentar tanto la capacidad de producción de oxígeno a través del proceso PSA como las redes de distribución y consumo de oxígeno

medicinal. Además, en este estudio se identificaron varias ventajas de la producción de oxígeno, como el acceso constante a oxígeno y aire medicinal cuando sea necesario, en cualquier ubicación y sin costos adicionales. Esto podría resultar en un ahorro de hasta el 30% en las facturas de gases medicinales de los hospitales. Los filtros utilizados pueden reemplazarse de manera rápida para garantizar la pureza de los gases y mantener un control continuo de su calidad. Además, se propuso la implementación de una tarifa plana de gases, lo que permitiría a la administración del hospital distribuir de manera más eficiente los recursos disponibles.

Antayhua y Huamán (2021) llevaron a cabo una investigación en la que se destaca que, según la constitución del Perú, el Estado tiene la responsabilidad de fomentar la competencia libre y combatir las prácticas que la limiten. Sin embargo, en algunos mercados como el de oxígeno medicinal, existe una escasez de proveedores y barreras para ingresar al mercado, lo que caracteriza a este sector como oligopólico. Los autores plantean la posibilidad de intervención gubernamental para garantizar una distribución equitativa de oxígeno medicinal y abordar las desigualdades en el acceso a este recurso vital. En resumen, el artículo proporciona un análisis exhaustivo del mercado de oxígeno medicinal en el Perú y plantea interrogantes relevantes sobre la forma en que el Estado debe intervenir en un mercado oligopólico para asegurar la justicia social y económica. Por otra parte, en el presente estudio se concluye que la producción de oxígeno conlleva importantes ventajas, como la disponibilidad de oxígeno y aire medicinal en cualquier momento y lugar sin costos adicionales. Esto podría generar un ahorro de hasta el 30% en las facturas de gases medicinales de los hospitales. Además, los filtros pueden reemplazarse rápidamente para garantizar la pureza de los gases y mantener un control continuo de su calidad. La implementación de una tarifa plana de gases también permitiría una mejor distribución de los recursos por parte de la administración hospitalaria.

Castro (2021) detalló el diseño y la implementación de una planta de oxígeno medicinal utilizando la tecnología PSA para la empresa PGO S.A.C. El objetivo principal era satisfacer la creciente demanda de oxígeno medicinal en Perú mediante la puesta en marcha de esta planta. El proceso de purificación se lleva a cabo mediante la absorción de aire y el análisis con un para magneto para cumplir con los estándares regulatorios del oxígeno medicinal en el país. La capacidad de producción de la planta es de 15m³ por hora y una presión de 2900 PSI. La planta comenzó a operar el 15 de agosto de 2019 y, además de la venta de oxígeno medicinal, se hizo hincapié en la importancia de la distribución para satisfacer la alta demanda de balones de oxígeno con diferentes capacidades. En el presente estudio, se concluye que los generadores de oxígeno proporcionan un suministro constante de oxígeno a los pacientes para compensar las deficiencias respiratorias. Es crucial contar con acceso a oxígeno y aire medicinal cuando sea necesario. Ante el aumento en la demanda de oxígeno medicinal, resulta conveniente contar con una planta generadora de oxígeno y un espacio adecuado para su instalación. El oxígeno medicinal desempeña un papel crucial en procesos terapéuticos, como aliviar dificultades respiratorias, servir de base para técnicas anestésicas, estabilizar los latidos cardíacos y contribuir a la regeneración de tejidos, entre otros usos importantes.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Los beneficios, un generador de oxígeno brinda oxígeno al paciente de forma constante a fin de compensar alguna deficiencia respiratoria. Sobre todo, que, se dispone de oxígeno y aire medicinal cada que se requiera, para este caso no importando la localización geográfica del centro asistencial de nuestro país, clara ventaja frente al sistema de abastecimiento mediante balones. Ahora también, frente al aumento de la demanda de oxígeno medicinal es conveniente tener una planta generadora de oxígeno y un lugar para su instalación. El oxígeno medicinal es importante para procesos terapéuticos como alivio de dificultad respiratoria, base para técnicas anestésicas, estabilización de latidos del corazón, contribuye a la restauración de tejidos entre otros.
- 6.2. La producción de oxígeno representaría ventajas importantes como disponer de oxígeno y aire medicinal siempre que se necesite, en cualquier lugar y sin costo adicional; esto representaría un ahorro de hasta el 30% en las facturas de gases medicinales de los hospitales y se constituye en un medio alternativo de suministro frente lo que el mercado ofrece a través de empresas fabricantes o distribuidores , los filtros pueden ser sustituidos rápidamente para asegurar así la pureza de los gases y tener un control continuado de la pureza de estos, se tendría una tarifa plana de gases por lo que la administración del hospital podría repartir mejor los recursos de este. .
- 6.3. De acuerdo con el Ministerio de Salud, se deben tener en cuenta varios aspectos al establecer una planta de oxígeno medicinal en los centros médicos. Entre ellos se encuentra la ubicación de la planta, que debe estar alejada de posibles daños mecánicos, líneas de energía eléctrica, tuberías de gases y líquidos inflamables. Las áreas destinadas para la planta deben contar con coberturas hechas de material de estructura metálica, incluyendo sistemas de drenaje y canaletas pluviales. Si la planta de oxígeno se encuentra cerca de

áreas como UPSS de Hospitalización, UCI, Centro Quirúrgico o edificaciones cercanas, entre otros.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomiendan la implementación del sistema de generación de oxígeno medicinal, ya que los estudios y conclusiones de esta investigación demuestran que ofrece ahorros significativos y múltiples beneficios como el logístico o de aprovisionamiento bajo el sistema tradicional mediante balones o cilindros de acero, sobre todo en lugares alejados de las capitales de departamento o distritos, la geografía accidentada o el clima que muchas veces interrumpe las vías de acceso a los Centros Médicos o Postas, por tanto; un sistema alternativo, propio de generación de oxígeno permite niveles de seguridad ante cualquier contingencia de desabastecimiento por factores climáticos o de orden social.
- 7.2. Se sugiere que estos ahorros significativos se utilicen para cubrir otras necesidades, como la adquisición de equipos biomédicos, materiales o insumos para el hospital, entre otros. O en caso de que no haya sido considerado en el Plan Anual de Contrataciones “PAC” el Servicio de Mantenimiento, con programas de mantenimiento, acorde a las especificaciones del fabricante, es sabido que la mayoría de estos equipos colapsan debido al mantenimiento que muchas veces se posterga o simplemente no se realiza por falta de recursos o capacidad técnica.
- 7.3. En edificaciones o infraestructuras menores como son las que pertenecen a Centros médicos o postas, denominados “Primera Línea de Atención” Se recomienda implementar las plantas generadoras de oxígeno compactas éstas por su diseño y dimensión son de fácil ubicación. Esto permitirá abordar las futuras demandas de oxígeno, debido a un posible crecimiento de consumo con la implementación de plantas sectorizadas, por ejemplo si de administrar terapia de oxígeno en un tópico de medicina se trata, donde el requerimiento por cada paciente es de 5, 8, 10 o 15 litros por minuto como máximo, con una planta compacta de 50 LPM se podría sin problema

abastecer la demanda, del mismo modo existen algunos centros médicos o clínicas que tienen una unidad de Trauma Shock o Cuidados Intensivos, donde el Ventilador Volumétrico demanda caudal y presión constante de oxígeno, en el caso del caudal es por encima de 20 litros por minuto y con una presión constante de 50 Psi. Con la misma planta descrita, bien podría abastecerse de oxígeno medicinal con autonomía de uso. Como ya se ha indicado en este caso es decir el de plantas compactas, solo se requiere de espacios mínimos adecuados y el suministro de energía eléctrica ininterrumpida.

VIII. REFERENCIAS

- Albujar, C. (2019). *Ampliación de la planta de generación de oxígeno en el Hospital Regional Docente las Mercedes de Chiclayo-Lambayeque*. (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Repositorio Institucional. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9017>
- Aleman, F. y Medina, A. (2020). *Concentrador de oxígeno a bajo costo para uso de oxigenoterapia, bajo la Norma ISO 80601-2-69 de uso domiciliario en zona rurales del país, en el segundo semestre 2020*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/14898/1/14898.pdf>
- Antayhua, O. y Huamán, R. (2021). Análisis de las condiciones de competencia en el mercado de producción del oxígeno medicinal peruano en el contexto de la emergencia sanitaria y políticas públicas pendientes. *THEMIS-Revista de Derecho*, 80, 31-48. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/25909>
- Astudillo, D., Coronado, M. y Medina, K. (2021). Beneficios de la oxigenoterapia en pacientes con COVID-19. *Recimundo*, 5(1),111-117. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(Suple1\).oct.2021.111-117](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(Suple1).oct.2021.111-117)
- Barja, L. (2022). *Salud 2023: ¿cuáles son los principales retos en el acceso a la medicina en el Perú?* RPP. <https://rpp.pe/vital/salud/salud-2023-cuales-son-los-principales-retos-en-el-acceso-a-la-medicina-en-el-peru-noticia-1454574>
- Barragán, J. y López, J. (2022). *Diseño de un concentrador de oxígeno de 5 litros por minuto de capacidad, para el Laboratorio de Manufactura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36307/1/Tesis%20I.M.%20707%20-%20Barragan%20Miguez%20Paul%20Alexander.pdf>

Cadme, A. y Rodríguez, C. (2021). *Estudio de factibilidad para la implementación del servicio de oxigenoterapia domiciliaria para pacientes oxígeno dependientes y oxígeno requirentes afiliados al IESS que residen en la ciudad de Cuenca*. [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/17294/1/T-UCSG-POS-MAE-367.pdf>

Casquete, N. Medina, D. y Peña, M. (2022). IOARR de la adquisición de planta de oxígeno medicinal en un centro de Salud Peruano. *Revista E-IDEA Journal of Business Sciences*, 4(17), pp.1-13. <https://doi.org/10.53734/eidea.vol4.id231>

Castro, F. (2021). *Diseño e implementación de una planta de oxígeno medicinal tipo PSA para la empresa PGO S.A.C en el distrito de Villa El Salvador ciudad de Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5276>

Castro, F. (2021). *Diseño e implementación de una planta de oxígeno medicinal tipo PSA para la empresa PGO S.A.C en el distrito de Villa el Salvador Ciudad de Lima*. (Tesis de grado, Universidad tecnológica del Perú). Repositorio Institucional de la UTP.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5276>

Cryospain (17 de noviembre de 2021). *Diseño de una planta de oxígeno medicinal: todo lo que necesitas saber*. <https://cryospain.com/es/disenio-planta-oxigeno-medicinal#:~:text=Ayuda%20a%20aliviar%20la%20dificultad,estabilizar%20los%20latidos%20del%20coraz%C3%B3n>.

- Defensoría del Pueblo (2020). *Crisis de oxígeno para pacientes de covid-19: Alternativas de solución*. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/Serie-Informes-Especiales-N%C2%BA-017-2020-DP.pdf>
- Delgado, A. (2022). Diseño de un concentrador de oxígeno medicinal de bajo costo para pacientes con insuficiencia respiratoria. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4901747>
- Díaz, M., Fuentes, J. y Méndez, S. (2021). *Modelo de Distribución de Plantas Móviles de Oxígeno para Satisfacer su Demanda en un Centro Hospitalario ante una Segunda Ola de Covid-19*. LACCEI. Universidad Privada del Norte. Lima, Perú. https://www.researchgate.net/publication/354457128_Modelo_De_Distribucion_De_Plantas_Moviles_De_Oxigeno_Para_Satisfacer_Su_Demanda_En_Un_Centro_Hospitalario_Ante_Una_Segunda_Ola_De_Covid-19
- El Comercio (8 de enero de 2022). *COVID-19: actual demanda de oxígeno no llega al 30% de la disponibilidad del Minsa*. <https://gestion.pe/peru/covid-19-actual-demanda-de-oxigeno-no-llega-al-30-de-la-disponibilidad-del-minsa-nndc-noticia/>
- Eliana, M. (2013). Análisis de costo - beneficio en la implementación de una planta concentradora de oxígeno a través del proceso de adsorción por cambio de presión (PSA), para uso medicinal del mismo, en Instituciones de salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina. [Tesis de grado, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales]. Repositorio Institucional UCES. http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/5174/1/An%C3%A1lisis_Alfaro.pdf

- Flores, S. (2022). *Propuesta de diseño de una planta de llenado de oxígeno industrial y medicinal a presión para la Distribuidora Oxicomercial S.A.* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13345/2/04%20IND%20375%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Gómez, V. (3 de septiembre de 2022). Ciclo del oxígeno: características, reservorios y etapas. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/ciclo-del-oxigeno/>
- Hamilton, B. (2016). *The medicinal use of oxygen, modern trends*. Ma Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mc Graw Hill educación. https://www.academia.edu/36971355/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_SEXTA_EDICION_HDZ_FDZ_BAPTISTA_pdf
- High tech (s.f). *Analizadores de Oxígeno*. <https://www.htsperu.com.pe/analizadores-de-oxigeno/analizador-de-oxigeno-a-402-serie-t-digimed>
- Ley N° 5613 (2020). *Ley que regula, autoriza, asegura y garantiza el uso de oxígeno medicinal en los establecimientos de salud público y privados a nivel nacional*.
- Médico Sin Fronteras (2021). *Luchar para respirar: se necesita más oxígeno para los pacientes con COVID-19*. <https://www.msf.es/actualidad/luchar-respirar-se-necesita-mas-oxigeno-los-pacientes-covid-19>
- Mendoza, C. y Ramos, D. (2018). *Instalación planta generadora de oxígeno medicinal en Hospital Obrero N° 8*. [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/18222/MT-2040.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de la protección social (2007). *Por la cual se establece un plazo para la certificación de Buenas Prácticas de Bogotá.*

Ministerio de Salud (2020). *Lineamientos para inversiones de plantas generadoras de oxígeno medicinal y activos complementarios a cargo de gobiernos locales.*
<https://www.minsa.gob.pe/Recursos/OTRANS/08Proyectos/2020/LINEAMIENTOS%20PARA%20INVERSIONES%20DE%20PLANTAS-GENERADORAS-OXIGENO-ACTIVOS-COMPLEMENTARIOS-GL.pdf>

Ministerio de Salud. (2018). *Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Productos Farmacéuticos.*

Miranda, R. y Rodríguez, M. (2021). *Dimensionamiento y selección de planta de oxígeno medicinal en alta presión para aumentar disponibilidad de camas UCI en Hospital Regional de Trujillo.* [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73659/Miranda_MRA-Rodr%C3%adguez_CMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Murga, S. (2021). *Capacidad de atención de oxígeno medicinal asociado a su consumo en el tratamiento de COVID-19. Hospital Belén de Trujillo, 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87270/Murga_CSM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OPS. (2022). *Plantas de oxígeno medicinal mejoran la atención de salud en Paraguay.*
<https://www.paho.org/es/historias/plantas-oxigeno-medicinal-mejoran-atencion-salud-paraguay>

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Emergencia Sanitaria COVID-19. S/E.*

- Palacios, B. (2019). *Generador de Oxígeno para uso Hospitalario PSA - Adsorción por variación de presión*. Buenos Aires: Facultad De Ingeniería. Universidad Nacional De Mar Del Plata.
- Parr, A. (2006). *Hydraulics and Neumatics - A Technician and Engineers Guide*. <http://staff.tiame.uz/storage/users/52/books/qqIV21V9BnlohfhzY3Ufavql87kDKPy2TBD89rsw.pdf>
- Perugachi, C. (2022). *Análisis del consumo de oxígeno medicinal en pacientes con coronavirus durante el año 2020-2021 en la parroquia de Calderón - Distrito Metropolitano de Quito*. (Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22003/1/TTQ611.pdf>
- Quintero, E. (2006). *Gestión de gases medicinales Servicios de Farmacia Hospitalaria. Manual de procedimientos*. <http://www.esperanzaquintero.es/documentos/Gestion.%20Actualizacion.pdf>
- Quintero, E. (2010). *Gestión de Gases Medicinales - Perspectiva Legal, Clínica, Económica e Industrial*. Madrid, España.
- Ramírez, A., Ampa, I. y Ramírez K. (2007). *Tecnología de la investigación*. Editorial Moshera SRL.
- Ramírez, R, Huertas, N, Rudas G y Becerra. L. (2008). *Evaluación de los beneficios de la producción in situ de oxígeno medicinal en la ESE Hospital Universitario La Samaritana de Bogotá, por el Sistema PSA. Estimación de posibles efectos en el sector de la salud*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://es.scribd.com/document/408784204/Produccion-de-Oxigeno-metodo-PSA-pdf#>

- Ramos, D., y Mendoza, C. (2021) *Instalación planta generadora de oxígeno medicinal en Hospital Obrero N° 8*. [Tesis Doctoral, Universidad Mayor De San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/18222/MT-2040.pdf?sequence=1>
- Ramos, M. (2021). *Diseño e instalación de sistema centralizado, redes y tomas murales de oxígeno medicinal para la atención de pacientes gestantes y recién nacidos Covid-19 en el Centro de Salud Sagrado Corazón de Jesús Trujillo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio UNAC. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/6985/TRABAJO%20DE%20SUFICIENCIA%20PROFESIONAL%20-%20MARCO%20A.%20RAMOS%20MELENDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Resolución Directoral N° 005-2020-EF/63.01- IOARR – Estado de Emergencia Nacional, 2020
- Rico, A. ; Pérez, R. y Castellanos, M. (2008). *Química. México*. p. 126
- Riojas, C. (2020). *Ampliación de la producción de la planta de generación de oxígeno del Hospital las Mercedes*. [Tesis maestría, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61066/Riojas_RCE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, J. (2009). *Introducción a la termodinámica: Con algunas aplicaciones de ingeniería*. Rosario, Argentina: Facultad Regional Rosario
- Santos, J. (2005). *Study of New Adsorbents and Operation Cycles for Medical PSA Units*. (Tesis de pregrado, Universidad de do Porto). Repositório Aberto da Universidad de do Porto. <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/12888/2/Texto%20integral.pdf>

- Silva, Eder (2019). *Implementación de una planta PSA generadora de oxígeno medicinal in situ para el Hospital Santa Gema-yurimaguas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional Digital. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/6084/TSP_PREGRADO_SILVA_FIME_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Silva, G. (10 de agosto de 2020). *La importancia de una planta generadora de oxígeno*. <https://www.asiescajabamba.com/2020/08/la-importancia-de-una-planta-generadora.html>
- Valderrama, S. (2016). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. San Marcos.
- Vara, A. (2015). *7 pasos para elaborar una tesis. Cómo elaborar y asesorar una tesis para Ciencias Administrativas, Finanzas, Ciencias Sociales y Humanidades*. Editorial Macro.
- Vargas, L. (2018). *Estudio de las necesidades de oxígeno medicinal en las instituciones de salud de la provincia de Loja. Propuesta de un plan estratégico para potenciar la participación de Oxinvest Cía. Ltda.* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10789/1/T-UCSG-PRE-MGSS-127.pdf>
- Villalta, N. (2020). *Dimensionamiento de la central de generación de oxígeno medicinal para los servicios de salud del Hospital de María Reiche-Essalud, Nazca* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur].
- World Health Organization. (20 de diciembre de 2020). *COVID-19 Weekly Epidemiological*. <https://www.who.int/publications/m/item/weeklyepidemiological-update---22-december-2020>

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA										
<p>Problema General</p> <p>¿Cuáles serán los beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son las ventajas de la producción de oxígeno?</p> <p>¿Dónde deberían estar situadas las plantas generadoras de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Describir los beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Describir las ventajas de la producción de oxígeno.</p> <p>Explicar donde deberían estar situadas las plantas generadoras de oxígeno medicinal en los centros médicos, 2021.</p>	<p>Variable 1: Beneficios e importancia de tener una planta generadora de oxígeno medicinal</p> <table border="1" data-bbox="853 451 1608 957"> <thead> <tr> <th data-bbox="853 451 1084 507">Dimensiones</th> <th data-bbox="1088 451 1229 507">Escala</th> <th data-bbox="1234 451 1435 507">Instrumento</th> <th data-bbox="1440 451 1608 507">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="853 510 1084 675">Ventajas de la producción de oxígeno.</td> <td data-bbox="1088 510 1229 675">Nominal</td> <td data-bbox="1234 510 1435 957" rowspan="2">Recolección histórica de datos</td> <td data-bbox="1440 510 1608 957" rowspan="2">Cualitativo</td> </tr> <tr> <td data-bbox="853 678 1084 957">Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal</td> <td data-bbox="1088 678 1229 957">Nominal</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Escala	Instrumento	Valor	Ventajas de la producción de oxígeno.	Nominal	Recolección histórica de datos	Cualitativo	Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal	Nominal	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Descriptiva</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Histórico- transversal</p> <p>Métodos:</p> <p>Deductivo - cualitativo</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>No experimental</p> <p>Población:</p> <p>3 expertos en plantas de oxígeno</p>
Dimensiones	Escala	Instrumento	Valor										
Ventajas de la producción de oxígeno.	Nominal	Recolección histórica de datos	Cualitativo										
Ubicación de las plantas generadoras de oxígeno medicinal	Nominal												

Anexo B. Instrumento de recolección de datos

Cuestionario
¿Qué es una planta de oxígeno?
¿Cómo funciona una planta generadora de oxígeno?
¿Qué se necesita para poder implementar una planta de oxígeno?
¿Cuál considera usted la importancia de contar con una planta de oxígeno en las instalaciones de un hospital?
¿Qué aplicaciones tiene el oxígeno medicinal?
¿Considera que el contar con una planta de oxígeno en los hospitales garantizará mejor atención en los pacientes con problemas neumológicos?

Anexo C. Marco normativo

Ley General de Salud Ley N° 26842

CAPITULO II

DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Y SERVICIOS MEDICOS DE APOYO

Artículo 37o.- Los establecimientos de salud y los servicios médicos de apoyo, cualquiera sea su naturaleza o su modalidad de gestión, deben cumplir los requisitos que disponen los reglamentos y normas técnicas que dicta la Autoridad de Salud de nivel nacional en relación a planta física, equipamiento, personal asistencial, sistemas de saneamiento y control de riesgos relacionados con los agentes ambientales físicos, químicos, biológicos y ergonómicos y demás que proceden atendiendo a la naturaleza y complejidad de los mismos.

Artículo 39o.- Los establecimientos de salud, sin excepción, están obligados a prestar atención médico- quirúrgica de emergencia, a quien la necesita y mientras subsista el estado de grave riesgo para su vida o salud, en la forma y condiciones que establece el reglamento.

Artículo 48o.- El establecimiento de salud o servicio médico de apoyo es solidariamente responsable por los daños y perjuicios que se ocasionan al paciente, derivados del ejercicio negligente, imprudente o imperito de las actividades de los profesionales, técnicos o auxiliares que se desempeñan en éste con relación de dependencia.

Es exclusivamente responsable por los daños y perjuicios que se ocasionan al paciente por no haber dispuesto o brindado los medios que hubieren evitado que ellos se produjeran, siempre que la disposición de dichos medios sea exigible atendiendo a la naturaleza del servicio que ofrece.

LEY ORGÁNICA DE GOBIERNOS REGIONALES

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 9.- Competencias constitucionales

g) Promover y regular actividades y/o servicios en materia de agricultura, pesquería, industria, agroindustria, comercio, turismo, energía, minería, vialidad, comunicaciones, educación, salud y medio ambiente, conforme a Ley.

Son Competencias Compartidas, de acuerdo al artículo 36 de la Ley Orgánica de

Bases de la Descentralización Nº 27783, las siguientes:

b) Salud pública.

“Artículo 29-A.- Funciones específicas sectoriales de las gerencias regionales

2. Gerencia de Desarrollo Social.- Le corresponde ejercer las funciones específicas regionales de educación, cultura, ciencia y tecnología, recreación, deportes, salud, vivienda, trabajo, promoción del empleo, pequeña y microempresa, población, saneamiento, desarrollo social e igualdad de oportunidades.

Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

LEY Nº 27867

Artículo 49.- Funciones en materia de salud

- a) Formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar las políticas de salud de la región en concordancia con las políticas nacionales y los planes sectoriales.
- b) Formular y ejecutar, concertadamente, el Plan de Desarrollo Regional de Salud.
- c) Coordinar las acciones de salud integral en el ámbito regional.
- d) Participar en el Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud de conformidad con la legislación vigente.
- e) Promover y ejecutar en forma prioritaria las actividades de promoción y prevención de la salud.
- f) Organizar los niveles de atención y administración de las entidades de salud del Estado que brindan servicios en la región, en coordinación con los Gobiernos Locales.

- g) Organizar, implementar y mantener los servicios de salud para la prevención, protección, recuperación y rehabilitación en materia de salud, en coordinación con los Gobiernos Locales.
- h) Supervisar y fiscalizar los servicios de salud públicos y privados.
- i) Conducir y ejecutar coordinadamente con los órganos competentes la prevención y control de riesgos y daños de emergencias y desastres.
- j) Supervisar y controlar la producción, comercialización, distribución y consumo de productos farmacéuticos y afines.
- k) Promover y preservar la salud ambiental de la región.
- l) Planificar, financiar y ejecutar los proyectos de infraestructura sanitaria y equipamiento, promoviendo el desarrollo tecnológico en salud en el ámbito regional.
- m) Poner a disposición de la población, información útil sobre la gestión del sector, así como de la oferta de infraestructura y servicios de salud.
- n) Promover la formación, capacitación y el desarrollo de los recursos humanos y articular los servicios de salud en la docencia e investigación y proyección a la comunidad.
- o) Evaluar periódicamente y de manera sistemática los logros alcanzados por la región en materia sanitaria.
- p) Ejecutar, en coordinación con los Gobiernos Locales de la región, acciones efectivas que contribuyan a elevar los niveles nutricionales de la población de la región.

**LINEAMIENTOS PARA INVERSIONES DE PLANTAS GENERADORAS DE OXIGENO MEDICINAL
Y ACTIVOS COMPLEMENTARIOS A CARGO DE GOBIERNOS LOCALES LINEAMIENTOS PARA
INVERSIONES DE PLANTAS GENERADORAS DE OXIGENO MEDICINAL Y ACTIVOS
COMPLEMENTARIOS A CARGO DE GOBIERNOS LOCALES**

1. DE LAS RESPONSABILIDADES DE LA AUTORIDAD SANITARIA REGIONAL (DIRESA/GERESA)

- 1.1. Las DIRESAs/GERESAs brindan la asistencia y soporte técnico a los Gobiernos Locales en la estimación de la necesidad de abastecimiento y suministro de oxígeno medicinal con el fin de determinar la alternativa de solución (mencionado en el lineamiento 3.3 y 3.4).
- 1.2. Las DIRESAs/GERESAs son responsables de verificar y validar el cumplimiento de las Condiciones Técnicas Mínimas para intervenir mediante inversiones, con la implementación de Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios, a solicitud del Gobierno Local, así como emitir un informe de opinión técnica.
- 1.3. Las DIRESAs/GERESAs son responsables de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de producción de oxígeno en su ámbito correspondiente, de acuerdo con los lineamientos establecidos para estos fines.
- 1.4. Las DIRESAs/GERESAs deben garantizar la operación y mantenimiento de las Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios.

2. DE LAS RESPONSABILIDADES DE LOS GOBIERNOS LOCALES

- 2.1. Dentro del plazo del Estado de Emergencia, los Gobiernos Locales que dispongan de presupuesto e identifiquen la necesidad de abastecimiento y suministro de oxígeno medicinal dentro de su ámbito podrán intervenir mediante Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios, en establecimientos de salud del primer nivel de atención y hospitales, previa coordinación con la Autoridad Sanitaria Regional.
- 2.2. En el Primer Nivel de Atención, la intervención de los Gobiernos Locales se circunscribe a establecimientos de salud que cuenten con atención médica (I-2, I-3 y I-4), brinden

atención de 24 horas y cumplan funciones de cabecera de microrred. En hospitales, la intervención de los Gobiernos Locales se orienta al Segundo Nivel de Atención (II-1, II-E y II-2).

3. DE LAS CONDICIONES TÉCNICAS MÍNIMAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS GENERADORAS DE OXÍGENO MEDICINAL, ACTIVOS COMPLEMENTARIOS, ASÍ COMO OTROS DISPOSITIVOS DE ABASTECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE OXÍGENO EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN Y HOSPITALES

3.1. El Ministerio de Salud, mediante sus áreas técnicas especializadas (Dirección de Equipamiento y Mantenimiento de la Dirección General de Operaciones en Salud, Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas) determina las Condiciones Mínimas Técnicas que deben cumplir los Gobiernos Locales para la implementación de las Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios.

3.2. Los Establecimientos de Salud, en el caso del primer nivel de atención, deben cumplir los siguientes criterios:

- Establecimiento de Salud con atención médica
- Atención de 24 horas
- Ser Cabecera de Microrred – Establecido por la Autoridad Sanitaria Regional

3.3. Las alternativas de abastecimiento de oxígeno medicinal para su implementación en establecimientos de salud del primer nivel de atención (I-2; I-3 y I-4) son

- Cilindros de Oxígeno (no activo estratégico)
- Concentradores de Oxígeno (activo estratégico)
- Plantas Generadoras de Oxígeno Móviles (activo estratégico)
- Plantas Generadoras de Oxígeno Fijas (activo estratégico)

Las Condiciones Técnica Mínimas para la implementación de cada uno de estos equipos

se detallan en los Anexos A y B.

3.4. Las alternativas de abastecimiento de oxígeno medicinal y su implementación en hospitales (II-1; II-E y II-2) son:

- Cilindros de Oxígeno (activo no estratégico)
- Concentradores de Oxígeno (activo estratégico)
- Plantas Generadoras de Oxígeno Móvil (activo estratégico)
- Plantas Generadoras de Oxígeno Fijas (activo estratégico)

Otros equipos:

- Termos de Oxígeno Líquido (activo no estratégico)
- Tanques Fijos de Oxígeno Líquido (activo no estratégico)
- Isotanques de Oxígeno Líquido (activo no estratégico)

Las Condiciones Técnica Mínimas para la implementación de cada uno de estos equipos se detallan en los Anexos A y B.

3.5. Se debe tener en consideración, para el caso de las instalaciones de producción de oxígeno, contar con un respaldo (backup) para su abastecimiento en casos de falta de suministro.



PERÚ

Ministerio
de Salud

Secretaría General

Oficina General de
Planeamiento, Presupuesto
y Modernización

"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"

"Año de la Universalización de la Salud"

LINEAMIENTOS PARA INVERSIONES DE PLANTAS GENERADORAS DE OXIGENO MEDICINAL Y ACTIVOS COMPLEMENTARIOS A CARGO DE GOBIERNOS LOCALES

1. DE LAS RESPONSABILIDADES DE LA AUTORIDAD SANITARIA REGIONAL (DIRESA/GERESA)

- 1.1. Las DIRESAs/GERESAs brindan la asistencia y soporte técnico a los Gobiernos Locales en la estimación de la necesidad de abastecimiento y suministro de oxígeno medicinal con el fin de determinar la alternativa de solución (mencionado en el lineamiento 3.3 y 3.4).
- 1.2. Las DIRESAs/GERESAs son responsables de verificar y validar el cumplimiento de las Condiciones Técnicas Mínimas para intervenir mediante inversiones, con la implementación de Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios, a solicitud del Gobierno Local, así como emitir un informe de opinión técnica.
- 1.3. Las DIRESAs/GERESAs son responsables de verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de producción de oxígeno en su ámbito correspondiente, de acuerdo con los lineamientos establecidos para estos fines.
- 1.4. Las DIRESAs/GERESAs deben garantizar la operación y mantenimiento de las Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios.

2. DE LAS RESPONSABILIDADES DE LOS GOBIERNOS LOCALES

- 2.1. Dentro del plazo del Estado de Emergencia, los Gobiernos Locales que dispongan de presupuesto e identifiquen la necesidad de abastecimiento y suministro de oxígeno medicinal dentro de su ámbito podrán intervenir mediante Plantas Generadoras de Oxígeno Medicinal y Activos Complementarios, en establecimientos de salud del primer nivel de atención y hospitales, previa coordinación con la Autoridad Sanitaria Regional.

Recursos físicos e infraestructura

El Registro Nacional de IPRES (RENIPRESS) que administra SUSALUD contiene 21 998 IPRES hacia fines del 2018, 58,8% de las cuales son privadas, 35,3% pertenecen a los gobiernos regionales y 1,8% al MINSA. De otro lado 35,3% son categoría I-1, 20,5% son categoría I-2 y 13,3% categoría I-3.

Las camas hospitalarias se mantiene en una razón de 1,6 por 1 000 habitantes entre 2011 y 2017, cifra debajo de otros países de la Región de las Américas y solo superior a las del Itsmo Centroamericano en el 2017.



PERÚ

Ministerio
de Salud



Resumen: NTS N° 021-MINSA/DGSP V.03 Norma Técnica de Categorías de Establecimientos del Sector Salud

Dirección Regional de Salud Cusco
Dirección Ejecutiva de Salud Individual
Dirección de Servicios de Salud
CEVCC
JUL/2011

NT N° 021-MINSA/DGSP/V.03 CATEGORIAS DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR SALUD

CATEGORIA I-1

ESTABLECIMIENTOS	Puesto de Salud (Posta de Salud) (Con profesional de salud no médico cirujano) Consultorio de profesional no médico cirujano
FUNCIONES GENERALES	Promoción, Prevención, Recuperación, Rehabilitación y Gestión
UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS DE SALUD (UPSS)	Consulta Externa
RECURSOS HUMANOS	Uno o más profesionales de la salud no médicos. Técnico de Enfermería (opcional).
ACTIVIDADES OBLIGATORIAS (CPA ó SPA)	Atención de Urgencias y Emergencias, Referencias y Contrarreferencias, Desinfección y Esterilización, Vigilancia Epidemiológica, Salud Ocupacional, Registros de la Atención de Salud e Información, Salud Ambiental
ACTIVIDADES OBLIGATORIAS (CPA)	Salud Familiar y Comunitaria, Acciones de Salud Ambiental en la Comunidad, Atenciones con medicamentos, Atención de parto inminente, Nutrición Integral, Prevención del Cáncer, Pruebas rápidas y toma de muestras. Opcional CPA/SPA: Rehabilitación Basada en la Comunidad.
CAPACIDAD RESOLUTIVA (SPA)	SPA: según perfil profesional del personal de salud
CAPACIDAD RESOLUTIVA (CPA)	CPA: Paquetes de Atención Integral por Etapas de Vida (Intramural) y Familia y Comunidad (Extramural)

Anexo D. Análisis TIR

Año / Soles	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
consumo promedio mensual		300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Precio de venta		14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Ingresos		4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00	4200.00
consumo energía		240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
costo kw/h		0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Costos fijos		105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60
Inversión	20929.34												
Flujo de caja neto (FCN)	- 20929.34	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04	4860.04

TIR	21%
-----	-----