



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II
Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

José Arturo More Tello

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de gestión de la seguridad y calidad

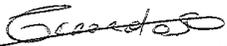
Piura-Perú
2018

El Jurado en cargo de evaluar la tesis presentada por don (a)
Jose Arturo More Tello.

cuyo título es: Diseño de la red de oxígeno líquido medicina por los
servicios del hospital II Jorge Restrepo Delgado Essalud Pura
2018

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante,
otorgándole el calificativo de: 15 (número) Quinase (letras).

Trujillo (o Filial) Pura 22 de Diciembre Del 2018.


Mg. Gerardo Soza Pantoja
PRESIDENTE


Mg. Hermin Alzamora Román
SECRETARIO


Mg. Olive Carpen Castañeda
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mi madre Inés que desde el cielo me ilumina con su amor, a través de las enseñanzas que me trasmitió en cada momento, a mi sobrino Giancarlo que antes de su pérdida nos demostró el lazo fuerte de unión de nuestra familia, a mis hermanos, a mi prima Gina, a mi esposa que siempre está dándome fuerzas para seguir adelante y a mis hijos que son la razón de mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus bendiciones al darme las fuerzas para seguir adelante, a mi Madre que con sus enseñanzas y consejos me guían por el camino correcto, a mi esposa e hijos por la paciencia y comprensión durante el tiempo invertido en mi carrera profesional, a mis hermanos y familia que siempre me han estado apoyando, al personal de Hospital y a los docentes de la universidad César Vallejo de la escuela de Ing. Industrial por sus conocimientos transmitidos para poder culminar con éxito mi carrera de Ingeniero Industrial.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Arturo More Tello identificado con DNI N° 02609503, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas en la Universidad César Vallejo.



Piura, diciembre de 2018

José Arturo More Tello
DNI N° 02609503

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado: En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018”, que tiene como problemática la ausencia de la misma, y que de implementarse permitirá disminuir los costos y riesgos en su uso. Y así poder fortalecer con énfasis la atención a los pacientes de este hospital, que por ser una institución del estado es necesario innovar constantemente su servicio. Por lo cual se formuló la pregunta de investigación, ¿De qué manera se puede mejorar la calidad en la atención a los pacientes que requieren de oxígeno medicinal para su tratamiento, en el Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura?, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con todos los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. La investigación tiene como objetivo principal el Diseño de la red de oxígeno medicinal para mejorar la calidad en la atención a los pacientes que requieren de oxígeno medicinal para su tratamiento, en el Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura. La cual se desarrolla en siete Capítulos: El Capítulo I consiste en la problemática, antecedentes y bases teóricas. El Capítulo II nos permite describir y explicar el diseño de investigación, la variable de estudio y su operacionalización; y los instrumentos de recolección de datos. El Capítulo III presenta los resultados de la investigación luego de analizar y evaluar los datos obtenidos en los diferentes servicios del Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura. El Capítulo IV presenta la discusión de los resultados de este trabajo con trabajos similares. El Capítulo V detalla las conclusiones. El Capítulo VI propone las recomendaciones a considerar para investigaciones futuras. El Capítulo VII indica las referencias bibliográficas empleadas y anexos.

ÍNDICE

CARÁTULA	
PAGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÒN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Trabajos previos.....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	16
1.4. Formulación del problema	23
1.5. Justificación del estudio.....	24
1.6. Hipótesis	
1.7. Objetivos	25
II. MÈTODO	26
2.1. Diseño de la investigación.....	26
2.2. Variable, operacionalización.....	27
2.3. Población y muestra	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
2.5. Métodos de análisis de datos	28
2.6. Aspectos éticos	29
III. RESULTADOS	30
IV. DISCUSIÓN	37
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
VII. BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Uso de Gases	23
TABLA 2. Operacionalización de las variables	27
TABLA 3. Población muestra y muestreo	28
TABLA 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
TABLA 5. Cantidad de tomas por ubicación	30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Sistema de un almacenamiento criogénico	22
FIGURA 2. Esquema del tanque criogénico	22
FIGURA 3. Plano de ubicación del tanque criogénico	34
FIGURA 4. Plano de diseño de la red de oxígeno medicinal	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	42
ANEXO 2. Instrumentos de recolección de datos.....	43
ANEXO 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos.....	50
ANEXO 4. Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal, ubicación y detalles	59

RESUMEN

En la presente investigación se estableció como objetivo general Diseñar una red de oxígeno medicinal para mejorar la calidad en la atención a los pacientes que requieren de oxígeno medicinal para su tratamiento, en el Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura - 2018. En la actualidad el oxígeno se distribuye de manera manual mediante tanques o botellas de alta presión, que son de material metálico inerte, lo que es un riesgo por la alta presión que almacena. El proyecto utilizará tecnología de punta, desde el uso de materiales hasta la selección de componentes tanto en la distribución hasta la toma, como en la generación (oxígeno líquido a oxígeno gaseoso). La metodología utilizada incluyó la observación directa de las diferentes áreas del hospital donde se utiliza el oxígeno medicinal, para ello se usaron diferentes técnicas, como son: la observación directa, análisis documental; e instrumentos de recolección de datos como son: ficha de consumo por área, ficha de cálculos, plano general del hospital, ficha de análisis documental. En la evaluación realizada para el análisis del número de tomas de oxígeno líquido se utilizó una Tabla donde por cada servicio de mostrará el subtotal de tomas, para el cálculo de la capacidad del tanque criogénico se tuvo en cuenta fórmulas matemáticas, para el área donde se ubicará el tanque criogénico se tuvo en cuenta la proximidad a los accesos del hospital y para el costo beneficio de la red un cuadro comparativo entre el costo oxígeno medicinal gaseoso y el costo oxígeno medicinal líquido.

Palabras claves: Oxígeno líquido medicinal, Oxígeno gaseoso medicinal, Diseño de red oxígeno medicinal

ABSTRACT

In the present investigation it was established as a general objective to design a medical oxygen network to improve the quality of care for patients who require medical oxygen for their treatment, at the Jorge Reátegui Delgado Hospital in EsSalud Piura - 2018. Oxygen is distributed manually by tanks or high-pressure bottles, which are made of inert metallic material, which is a risk due to the high pressure that it stores. The project will use state-of-the-art technology, from the use of materials to the selection of components both in the distribution to the intake, and in the generation (liquid oxygen to gaseous oxygen). The methodology used included direct observation of the different areas of the hospital where medicinal oxygen is used, for which different techniques were used, such as: direct observation, documentary analysis; and data collection instruments such as: consumption chart by area, calculation sheet, general plan of the hospital, document analysis file. In the evaluation carried out for the analysis of the number of liquid oxygen outlets, a Table was used where, for each service, the sub-total of intakes was shown, for the calculation of the capacity of the cryogenic tank, mathematical formulas were taken into account for the area where the cryogenic tank will be located, the proximity to the hospital accesses was taken into account and for the cost benefit of the network a comparative table between the gaseous medicinal oxygen cost and the liquid medical oxygen cost.

Key words: Medical liquid oxygen, medicinal gaseous oxygen, Medical oxygenated network design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

EsSalud es una institución que tiene como uno de sus objetivos el otorgar los servicios de salud a la población asegurada, teniendo como necesidad la utilización de medicamentos y procedimientos de acuerdo a protocolos sanitarios, con el objeto de obtener la mejora de la salud en los pacientes, además de la prevención de los mismos (Ley de creación del Seguro Social de Salud, 1999). El Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud, es un centro asistencial referencial de Nivel II, ubicado en la ciudad de Piura. Tiene actualmente una capacidad de 77 camas hospitalarias y la demanda potencial de pacientes es de 130 000 adscritos (Personal coberturado y aportantes al seguro social) más la población derecho habiente (población en general, no asegurada). El establecimiento cuenta con un solo nivel.

Uno de los medicamentos más utilizados en los tratamientos médicos, en todo centro hospitalario, es el oxígeno, el cual debe reunir las especificaciones que lo define como oxígeno medicinal, éste se presenta de dos formas: balones de alta presión, con capacidades hasta 10 m³ y tanques o recipientes criogénicos, que van desde 250 m³ a 60 000 m³. En la actualidad los diferentes hospitales, están experimentado un incremento en el uso de oxígeno líquido medicinal en sus instalaciones para poder garantizar la seguridad en su manipulación.

En algunos centros hospitalarios de EsSalud tales como el hospital Víctor Ramos Guardia de Huaraz (Perú 21, 2013) y el hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca (Sin fronteras, 2017) se produjeron explosiones de balones de oxígeno que ocasionaron graves daños materiales en la sala de cuidados intensivos y cerca al pabellón de pediatría respectivamente.

En la actualidad, en este nosocomio, el abastecimiento de oxígeno para los distintos servicios médicos que brinda, se realiza por medio de cilindros de oxígeno gaseoso

medicinal, con presiones que fluctúan entre 1 800 lbs./pulg.2 y 4 000 lbs./pulg.2. Infra Air Products señala, en un grammo de seguridad (2001) que es necesario observar la normatividad para su uso adecuado y seguro de gases inflamables comprimidos, disueltos o licuados con máxima seguridad entre las cuales está nunca permitir caídas, golpes entre sí. Se observa que la reposición de los cilindros de oxígeno gaseoso medicinal se realiza a través de carritos de transporte para llevarlos hasta el lugar requerido y al hacerlo se tiene que pasar por los distintos servicios. Presentándose de esta manera riesgos de explosiones debidos a la posible caída de los cilindros y rotura de la válvula. Además, se presenta una contaminación visual y psicológica en los pacientes y usuarios del Hospital al estar presentes en un ambiente dos balones de oxígeno, el de repuesto y el destinado al servicio. En conclusión, la manipulación de este tipo de producto genera alto riesgo en las instalaciones y personas en general en el hospital. En cuanto a costos, la presentación gaseosa es mayor que la presentación líquida.

De continuar la situación actual se pueden presentar casos como el ocurrido en los centros hospitalarios antes mencionados.

Por lo tanto, realizar el diseño de la red de oxígeno líquido para los diferentes servicios donde se utiliza, de implementarse permitirá disminuir los costos y riesgos en su uso. Y así poder fortalecer con énfasis la atención a los pacientes de este hospital, que por ser una institución del estado es necesario innovar constantemente su servicio.

1.2. Trabajos previos

Sánchez y Zacarías (2010) desarrollaron la investigación que tuvo como fin principal el diseño mecánico del sistema de conducción de gases medicinales para un hospital de 120 camas, en las poblaciones del país que carecen de esta casa de salud implementados por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Realizaron un aná-

lisis de los planos arquitectónicos y normas a emplearse en la red de los gases medicinales para realizar el fundamento matemático para dimensionar las tuberías de los cinco sistemas de gases instalados. Conocido el consumo de los gases por áreas, dimensiona las cañerías. Estos cálculos sirvieron para la ruta y distribuciones de los gases en el hospital con sus respectivos planos de planta. Realizan la selección de los equipos, accesorios, recipientes de almacenamiento, unidades terminales y tipo de tubería de cada subsistema instalado. Por último, realiza un análisis de los costos directos e indirectos para lograr una valoración estimada del conjunto de gases medicinales.

DE LEÓN (2007) presentó la investigación para obtener el grado de maestro en artes en Ingeniería de Mantenimiento en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Uno de los objetivos específicos consistió en proporcionar un sistema centralizado de gases médico acorde a normas nacionales e internacionales que rigen dichas instalaciones. El tipo de investigación por la razón del estudio fue del tipo descriptivo y los métodos empleados inductivo y analítico. Realizó entrevistas al personal encargado de la manipulación de los cilindros tanto por el proveedor como del hospital. Así como lectura de manuales y normas internacionales y la planificación, observaciones recomendaciones y todo lo que el proveedor de los equipos pueda suministrar para estar dentro de los estándares de calidad que exigen las normas internacionales que rigen las instituciones de salud. Concluye que, con la instalación del sistema criogénico, se ahorraría como mínimo el 50% del costo actual y estarían cumpliendo en un 95% con las normas internacionales que rigen el manejo de dichos gases, como lo es la NFPA 99, CGA, DOT. Además, una de las ventajas que presenta un sistema criogénico sobre los demás, redundan en que el proveedor realiza la construcción y mantenimiento de la red y por ello el costo por pie cúbico se reduce en un 39%.

GIRÓN (2011) en su trabajo de investigación denominado sistema de gases médicos: una guía práctica para el diseño manifiesta que por su importancia los Sistemas

de Gases Médicos (SGM) deben ser instalados considerando que todos sus componentes se diseñen según los criterios, estándares y normas de diseño, para tener la certeza de que estas instalaciones sean seguras y que no comprometan la vida de los pacientes. Propone una guía de diseño, que describe las acciones que se desarrollarán, para que sean utilizadas como una referencia ordenada y dirigida a los profesionales de la ingeniería dedicados a la implementación de sistemas de gases médicos.

ZELAYA (2013) desarrolla y expone criterios y metodologías en el diseño y cálculo de sistemas de suministro y distribución de gases medicinales en las instalaciones hospitalarias.

Con fines de mejor comprensión del desarrollo de este tema de tesis, se incluye también una aplicación práctica ayudándose de las herramientas necesarias, todo esto con el objetivo de definir el panorama global de un campo de aplicación de la ingeniería que se encuentra en franco desarrollo en nuestro país.

Por esta razón, es necesario establecer los tipos de servicios y criterios de diseño y selección de los componentes de estos sistemas, así como, las metodologías de cálculo de acuerdo a criterios técnicos y/o especificaciones indicadas en las normas nacionales e internacionales vinculadas a este campo específico.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Diseño: Red de Oxígeno Líquido Medicinal

Un Sistema de Gases Medicinales (SGM) de un hospital forma parte del sistema de líneas vitales (Constituyen el Sistema de Líneas Vitales: Red o instalaciones eléctricas, Red Sanitaria (agua, desagüe), Red Comunicación, Red de Distribución de Vapor, Red Gases Medicinales: Oxígeno, Aire, Aspiración o red de vacío, Óxido Nitroso, etc.) con las que cuenta un establecimiento de salud, su finalidad es brindar el soporte que requiere el paciente de los diferentes procedimientos a los que son sometidos para el tratamiento de sus dolencias. Consiste en una red de distribución de oxígeno medicinal desde el vaporizador hasta

los puntos de entrega (tomas de oxígeno), es necesario que la red cumpla con todos los requerimientos normativos, siendo al mismo tiempo de fácil acceso para su operación y adecuado mantenimiento.

Consideraciones de diseño

El plantear el diseño de la red SGM, considera establecer una guía de procesos que considere el requerimiento o necesidades del establecimiento, teniendo presente las siguientes consideraciones:

- Definir correctamente los beneficiarios.
- Definir la duración del proyecto (desde su concepción)
- Tener presente los planes de crecimiento que tenga el establecimiento, es decir la Entidad, de tal manera que se establezca la oportunidad de la inversión a realizar.
- Determinar la demanda requerida, a partir de las necesidades de la población objetivo (cobertura del establecimiento de salud)
- Establecer las alternativas de solución o las acciones realizadas para atender el problema.
- Definir las limitaciones, externalidades positivas y negativas.

Los beneficiarios del proyecto son: Clientes externos (pacientes); Clientes internos (personal asistencial, personal de mantenimiento, administrativos), Autoridades de EsSalud, Autoridades Regionales (Minsa).

Los proyectos de estas características tienen en promedio una vida de 25 años desde la etapa de planeamiento (perfil); durante la vida del proyecto se deben implementar estrategias con el fin de mantener la vigencia del proyecto.

La determinación de la demanda se plantea primero en la evaluación de las necesidades de la población objetivo, cuyas necesidades, en este caso la población coberturada, debe

ser satisfecha. Los ratios de grupos etarios, tanto para hombres como mujeres y la distribución demográfica servirá para esta estimación; en este punto un dato fundamental es el perfil epidemiológico del grupo objetivo.

En esta propuesta, la red de gases medicinales es parte del diseño establecido, la cual en función del número de camas que oferta, propone la cantidad de puntos requeridos, asimismo en función del crecimiento de la demanda, el eventual nuevo establecimiento tiene previsto el crecimiento de la red hasta alcanzar la capacidad máxima de diseño, esto a lo largo de la vida del proyecto.

En nuestro caso, la realidad es que este establecimiento tiene una antigüedad de 68 años, diseñado para atender una población asegurada de 25 000 personas. En la actualidad, tiene una cobertura de atención de alrededor de 130 000 mil. Al respecto, es necesario tener presente que el índice de crecimiento poblacional de la ciudad de Piura, es del orden del 1.1% según datos estadísticos de INEI, en referencia al censo del año 2007.

Otra limitación a tener en cuenta es que el diseño arquitectónico actual del establecimiento no ofrece muchas posibilidades para la instalación de un tanque criogénico así como los otros elementos que conforman el sistema de transformación de oxígeno líquido a gaseoso, que debe ocupar un área mínima de 25 m²; en este tema es posible predecir sin haber desarrollado un Estudio de impacto Ambiental que no habrá efectos adversos al ecosistema local, siendo que las externalidades positivas serán más que las negativas, por ende en este aspecto el proyecto es viable.

En la actualidad el suministro de oxígeno medicinal se realiza a través de botellas o balones de alta presión de diferentes capacidades, las cuales deben ser transportadas de manera manual hasta el lugar donde es requerido, debido a ello han sucedido accidentes y las pérdidas económicas son altas ya que los recipientes no deben quedar completamente vacíos.

La posibilidad que se construya un establecimiento nuevo, en el corto o mediano plazo

no es plausible en el horizonte de los próximos 5 – 8 años, el análisis de posibilidades no sería favorable dentro de ese contexto.

En este caso existen dos posibles soluciones: diseñar una red completamente nueva e independiente; esta instalación deberá considerar las eventuales ampliaciones en función del crecimiento de la demanda y la segunda, es que el proyecto solo considere las necesidades actuales con la intención de potenciar en el mediano plazo la construcción de un nuevo establecimiento. En ambos casos se debe diseñar un plan de contingencia.

Definir e integrar equipo de diseño

El fundamento para definir la red de gases medicinales debe partir de la conformación de un equipo multidisciplinario, es decir buscar que todos los actores involucrados puedan de alguna manera estar representados. Siendo así se propone la siguiente conformación:

Planificador, médico director, ingeniero, administrador, arquitecto, consultor, si aplica, y otros profesionales según se requiera. Se puede considerar otros profesionales, para el caso de necesidades de gases de áreas específicas.

Disponer de Planos Arquitectónicos

Es indispensable para el éxito del proyecto, disponer de planos arquitectónicos, ya que sobre ellos se trazará la ubicación de la central de gases, las redes de distribución y la localización de las salidas de gases. [según NTS N° 110 -DIGEM/V01]

Definir necesidades clínicas de uso de gases médicos

La Guía para el Uso Adecuado del Oxígeno define las necesidades de uso de oxígeno en cada área de atención de pacientes, también se debe tener en cuenta la opinión del personal clínico (con experiencia en la utilización de gases). En los estudios previos se deben analizar las necesidades actuales y futuras de gases. El equipo de diseño debe convocar a los profesionales y técnicos que los asesoren para la definición de las necesidades.

Cuantificar el número de tomas y su respectivo caudal

Establecidas y cuantificadas las necesidades clínicas y las ubicaciones donde se requerirá el uso de oxígeno, se debe determinar el número de tomas y el caudal requerido. Para todo ello es necesario el uso de normas técnicas.

Analizar la ubicación de las fuentes de gases médicos

Analizar la ubicación de las diferentes estaciones o centrales de distribución del oxígeno, considerando los criterios de: seguridad, accesibilidad y vulnerabilidad de gases no inflamables (Cualquier cantidad; en almacenaje, conectada o ambas) y los requisitos adicionales de almacenaje para gases no inflamables para capacidades mayores a 3000 pies³ (85 m³)

Analizar sistema de distribución

Según la NFPA 99, el sistema de distribución comprende: manifold, tuberías, válvulas /controles, salidas /terminales, alarmas. Asimismo, es necesario tener en cuenta la infraestructura para definir que las líneas sean expuestas o empotradas.

Dimensionamiento del sistema

El dimensionamiento depende del consolidado de necesidades clínicas de los gases, para **determinar** la demanda máxima de gases necesarios para que el sistema suministre al hospital, sujeto al diseño. Involucra nueve subetapas:

- Codificación de tuberías sobre plano
- Determinar distancias
- Definir esquemas de seguridad
- Definir caudales por tubería
- Calcular diámetros mínimos por tubería
- Realizar cálculo de pérdida de presión
- Establecer la máxima demanda y características de suministro de la fuente y técnicas.

Gases medicinales

Es el gas o mezcla de gases que se usa para prevenir y reducir los riesgos asociados a diversas patologías o para aliviar un dolor físico o metabólico. Se consideran gases medicinales:

- Los usados en terapia de inhalación,
- Anestesia,
- Diagnóstico como radiofármacos y diagnóstico "in vivo".
- Los utilizados para conservación y/o transporte de órganos, para trasplante.
- Los usos son variados, tales como se aprecia en la tabla 1:

Diseño de Tanques de Oxígeno¹

Los Tanques para almacenamiento de oxígeno líquido, en este caso: 8 atmósferas y -160°C, , implica que las características de diseño de este tipo de tanques sean especiales. La normativa de aplicación: Real Decreto 1244/1979, de 4 abril

El tanque criogénico para Oxígeno Líquido estará sometido a condiciones de alta presión y baja temperatura; se debe considerar tipo de material, proceso constructivo, pruebas de operatividad, traslado e instalación. El almacenamiento del oxígeno en estado líquido permite utilizarlo más eficientemente, disminuyendo los costos ya que reduce el volumen del tanque y el área donde será instalado será menor. La normativa para seguir es la MIE-APQ-001 y MIE-AP-10.

En la figura 1 muestra un esquema de una planta gasificadora:

¹ Según TFG_VamIndustry_v11

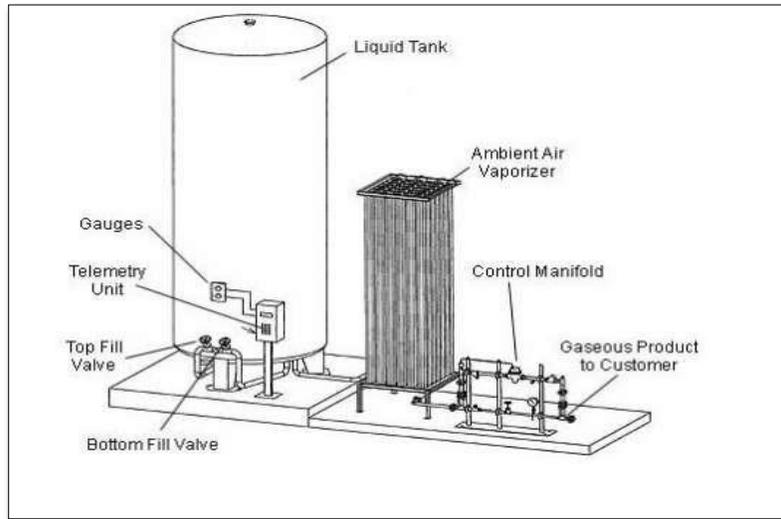


Figura 1. Esquema de Planta Gasificadora - PG

La PG está compuesta esencialmente: i) Tanque de almacenamiento del gas licuado (oxígeno Líquido) a temperatura criogénica; ii) Vaporizador para la gasificación posterior. El funcionamiento de la PG es totalmente automático, por lo que el consumidor sólo debe preocuparse de solicitar el suministro de gas licuado -oxígeno líquido.

En la Figura 2 se puede observar el esquema de un tanque criogénico:

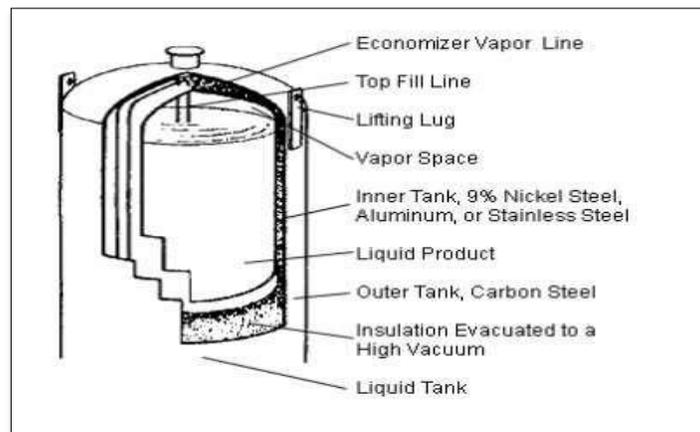


Figura 2. Esquema del tanque criogénico .

Estos tanques de almacenamiento están dispuestos en posición vertical, con fondo superior e inferior *toriesférico* decimal.

La estructura está conformada por dos recipientes, uno interior y el forro exterior. Este último estará a la vez recubierto de material aislante.

Esto se hace para poder garantizar que la temperatura de almacenamiento se mantiene prácticamente constante puesto que con esta estructura conseguiremos que las variaciones de temperatura sean mínimas.

En referencia a los materiales de los recipientes, el interior fabricado en acero al carbono SANO-516 Gr 55 debido a que está en contacto directo con el oxígeno líquido, el recipiente exterior también será de acero al carbono SANO-516 Gr 55.

El espacio entre ambos recipientes está pleno de perlita y se mantiene en condiciones de vacío.

Tabla 1. Uso de gases

Uso	Gas
Terapia respiratoria	Oxígeno, aire
Tratamiento de enfermedades pulmonares obstructivas graves	Mezcla Oxígeno-Helio
Criocirugía	Óxido nitroso, dióxido de carbono, nitrógeno
Láser	Dióxido de carbono
Anestesiología	Protóxido de nitrógeno
Diagnóstico	Oxígeno, dióxido de carbono, helio, mezclas
Conservación y transporte de órganos, tejidos y células	Nitrógeno, helio

Fuente: Elaboración propia

1.4. Formulación del Problema

Pregunta general

¿De qué manera se puede mejorar la calidad en la atención a los pacientes que requieren de oxígeno medicinal para su tratamiento, en el Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura?

Preguntas específicas

¿Cuál es el requerimiento de oxígeno gaseoso, por servicio (tomas) número de tomas de oxígeno medicinal por áreas de hospitalización?

¿Calcular la capacidad del tanque criogénico?

¿Cuál es la ubicación recomendada o ideal para la instalación del tanque criogénico?

¿Cuál es el costo/beneficio de contar con una Red de Oxígeno Medicinal?

1.5. Justificación del estudio

Justificación Tecnológica

Desde la construcción del Hospital no se consideró la implementación de una red de oxígeno medicinal, siendo que la distribución se realiza manualmente (mediante el acarreo de botellas de alta presión). El proyecto utilizará tecnología de punta, desde el uso de materiales hasta la selección de componentes tanto en la distribución hasta la toma, como en la generación (oxígeno líquido a oxígeno gaseoso).

Justificación social

El desarrollo de este proyecto permitirá mejorar la calidad en la atención a los pacientes, se reducirán tiempos de estancia y lo más importante mejorará la calidad de vida del paciente crítico, todo ello mejorará la productividad laboral al disminuir los tiempos por descansos y de recuperación de los pacientes con la consiguiente mejora económica.

Justificación económica

Con este proyecto de diseño e implementación de la Red de Oxígeno medicinal se disminuirán costos en lo que respecta a: adquisición de medicina; en horas/hombre del personal médico asistencial y administrativo; mantenimiento debido a que la presentación gaseosa es mayor que la presentación líquida.

1.6. Objetivos

Objetivo general

Diseñar una red de oxígeno medicinal líquido para mejorar la calidad en la atención a los pacientes que requieren de oxígeno medicinal para su tratamiento, en el Hospital Jorge Reátegui Delgado de EsSalud Piura.

Objetivos específicos

- Determinar el número de tomas de oxígeno líquido por áreas de hospitalización.
- Calcular la capacidad del tanque criogénico.
- Determinar la ubicación donde se instalará el tanque criogénico y la central de monitoreo de la red.
- Determinación del costo de la Red de Oxígeno Medicinal.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Tipo de investigación

Para Cegarra (2012). La presente investigación reúne las condiciones metodológicas de una investigación tipo aplicada, (“la investigación aplicada es aquella técnica que desarrolla ideas para resolver problemas a corto y mediano plazo guiadas a obtener innovaciones”) razón que ha permitido el empleo de conocimientos de Ingeniería Industrial, a fin de aplicarlos para el Diseño de una Red de Oxígeno Líquido Medicinal.

Nivel de investigación

Para Hernández y otros (2014, pág. 92) los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a algún análisis. La presente investigación pretende estudiar cuáles serían las características para el Diseño de una Red de Oxígeno Líquido Medicinal que se adecúe a los Servicios en el Hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018.

Diseño

El presente estudio considera como diseño de investigación el no experimental y descriptivo simple el cual presenta el siguiente diagrama simbólico: M O. Donde: M corresponde al Diseño de una Red de Oxígeno Líquido Medicinal y O las distintas características que debe cumplir,

2.2. Variables, Operacionalización

La variable de la investigación está constituida por Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal y la operacionalización de la misma se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual.	Definición operacional.	Indicadores.	Escala de medición.
Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018	Un Sistema de Gases Medicinales (SGM) de un hospital forma parte del sistema de líneas vitales (Constituyen el Sistema de Líneas Vitales: Red o instalaciones eléctricas, Red Sanitaria (agua, desagüe), Red Comunicación, Red de Distribución de vapor, Red Gases Medicinales: Oxígeno, Aire, Aspiración o red de vacío, Óxido Nitroso, etc.) con las que cuenta un establecimiento de salud, su finalidad es brindar el soporte que requiere el paciente de los diferentes procedimientos a los que son sometidos para el tratamiento de sus dolencias.	Se tendrá en cuenta la cantidad de tomas necesitadas por cada servicio y se calculará la sumatoria total de ellas	Cantidad de tomas por ubicación	Razón
		$V_{\text{tanque,real}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$	Volumen real del tanque ($V_{\text{TANQUE REAL}}$)	Razón
		Se hará uso del plano general del hospital	Área de ubicación del tanque criogénico	Nominal
		Se utilizarán las proformas solicitadas como referencia	Costo de la red real de distribución	Razón

2.3. Población y muestra

Para cada uno de los indicadores se tendrá en cuenta la población, muestra y muestreo mostrada en la tabla 3.

Tabla 3. Población, muestra y muestreo

Indicador	Población	Muestra	Muestreo
Requerimiento de oxígeno medicinal	Total, de servicios	14 servicios	No hay muestreo
Capacidad del tanque criogénico			
Ubicación del área para el tanque criogénico	Total, de áreas del hospital	X áreas	No hay muestreo
Costo - beneficio	Elementos necesarios para el diseño	Z elementos	No hay muestreo

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En base al indicador se detalla en la Tabla 4 las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en la presente investigación.

Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Indicador	Técnica	Instrumento
Requerimiento de oxígeno medicinal	Análisis documental	Ficha de consumo por área
Capacidad del tanque criogénico	Análisis documental	Ficha de cálculos
Ubicación del área para el tanque criogénico	Observación	Plano general del hospital
Costo - beneficio	Análisis documental	Ficha de análisis documental

Fuente: Elaboración propia

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis del número de tomas de oxígeno líquido se utilizó una Tabla donde por cada servicio de mostrará el subtotal de tomas, para el cálculo de la capacidad del tanque criogénico se tuvo en cuenta fórmulas matemáticas, para el área donde se ubicará el

tanque criogénico se tuvo en cuenta la proximidad a los accesos del hospital y para el costo beneficio de la red un cuadro comparativo entre el costo oxígeno medicinal gaseoso y el costo oxígeno medicinal líquido.

2.6. Aspectos éticos

Se ha considerado la aplicación de las siguientes reglas básicas: i) Consentimiento informado, ii) Respeto a los derechos de autor (a través de las citas y referencias), iii) Libertad del individuo, iv) Responsabilidad en las etapas de análisis, v) Recolección de datos, vi) Confidencialidad de toda aquella información que no deba ser pública y, vii) Actuar con ética profesional en cada fase de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Número de tomas de oxígeno medicinal por áreas de hospitalización

En base a la ubicación por servicio se determina el número de tomas proyectadas para la red, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 5. Cantidad de tomas por ubicación

Servicio	Ubicación	Cantidad de tomas	Sub-Total
Hemodiálisis	Medico de control	2	2
	Sala hemodiálisis I	2	2
	Sala hemodiálisis II	2	2
Tomografía	Sala de tomografía	1	1
Gineco-Obstetricia	Hospitalización	8	8
	Tópico	1	1
	Aislados	2	2
Hospitalización Pediatría	Hospitalización	8	8
	Tópico	1	1
	Aislados	1	1
Hospitalización Medicina	Hospitalización	13	13
	Tópico	1	1
	Aislados	1	1
Rayos x	Sala N° 01	1	1
	Sala N° 02	1	1
Neonatología	Lactarios	1	1
	Aislados	3	3
	Cunas	1	1
Maternidad	Incubadoras	3	3
	Bienestar fetal	2	2
	Sala de partos	3	3
Centro Quirúrgico	Sala N° 01	2	2
	Sala N° 02	1	1
	Sala N° 03	2	2
	Sala N° 04	2	2
	Recuperación	6	6
Hospitalización Cirugía	Hospitalización	24	24
	Aislados	2	2
Consultorios	Gastro procedimientos	1	1
	Inyectables	2	2
	Mai niño	1	1

	Sala obs. Adultos	8	8
	UVI	6	6
Emergencia	Tópico	1	1
	Sala obs. Niños	6	6
	Nebulización	4	4
Total, de tomas			126

Fuente: Elaboración propia.

El total de tomas requeridas es de 126, presentándose la mayor demanda en emergencia, hospitalización (medicina) y Hospitalización (cirugía)

3.2. Cálculo de la capacidad del tanque criogénico en base al número de tomas

Para el diseño de este tanque se han hecho las siguientes estimaciones:

Teniendo el número total de las tomas, obtenidas de la tabla 2, se procede a determinar el consumo haciendo uso de un promedio de 8 l/min.

$$\text{Consumo de 126 Tomas} = 8 \text{ l/min} \times 126 = 1008 \text{ l/min}$$

Considerando un tiempo de utilización de 24 horas y factor de simultaneidad de 0.25, se calcula el consumo diario (en gas) en *metros cúbicos*, utilizando la ecuación:

$$CD = \frac{24 \times 1008 \times 60}{1000 \times 0.25} = 5806.08 \text{ m}^3$$

Dando un consumo mensual de:

$$CM = 5806.08 \text{ m}^3 \times 30 = 174182.4 \text{ m}^3$$

Se sabe que un litro de oxígeno líquido equivale a 0.68 m³ de oxígeno gas, tenemos un volumen total de O₂ líquido de:

$$174182 \text{ m}^3 O_{2g} = \frac{0.001 \text{ m}^3 O_{2l}}{0.68 \text{ m}^3 O_{2g}} = 256.15 \text{ m}^3 O_{2l}$$

Sobredimensionado (V_s)

$$V_s = V \cdot 1.15 = 256.15\text{m}^3 \cdot 1.15 = 294.57\text{m}^3 \cong 295\text{m}^3$$

A partir de la siguiente expresión se obtendrá el diámetro y posteriormente la altura:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$$

Relación entre altura (H) y diámetro (D) del tanque: $\frac{H}{D} = 2.28$

Cálculo del diámetro a partir de la ecuación:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_{\text{tanque}}}{2.28 \times \pi}}$$

Se sustituyen los valores:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 295}{2.28 \times \pi}} = 5.48$$

A partir de la relación mentada, se obtiene la altura del tanque:

$$H = 2.28 \times 5.48 \text{ m} = 12.49 \text{ m}$$

Una vez obtenidos los valores del cuerpo cilíndrico del tanque, estos se normalizan para que sean unas medidas estándar fácil de obtener y económicamente más viable. Se fijan las siguientes medidas:

$$\text{Altura} = \mathbf{12 \text{ m}}, \text{ Diámetro} = \mathbf{5 \text{ m}}$$

A partir del dimensionamiento del tanque y las medidas estándar se vuelve a calcular el volumen del tanque, siendo este el volumen real al cual se diseñará:

$$V_{\text{tanque,real}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$$

Dónde:

- V.tanque, real: Volumen real del tanque (m³).
- D: Diámetro del tanque (m).
- H: Altura del tanque (m).

$$V_{\text{tanque real}} = \frac{\pi}{4} \cdot (5m)^2 \cdot (12m) = 235.62m_3$$

- 3.3. Área donde se ubicará el tanque criogénico y la central de monitoreo de la red
- En las figuras 3, 4 se muestran el plano general del hospital, la ubicación del tanque criogénico y la distribución de las tomas.

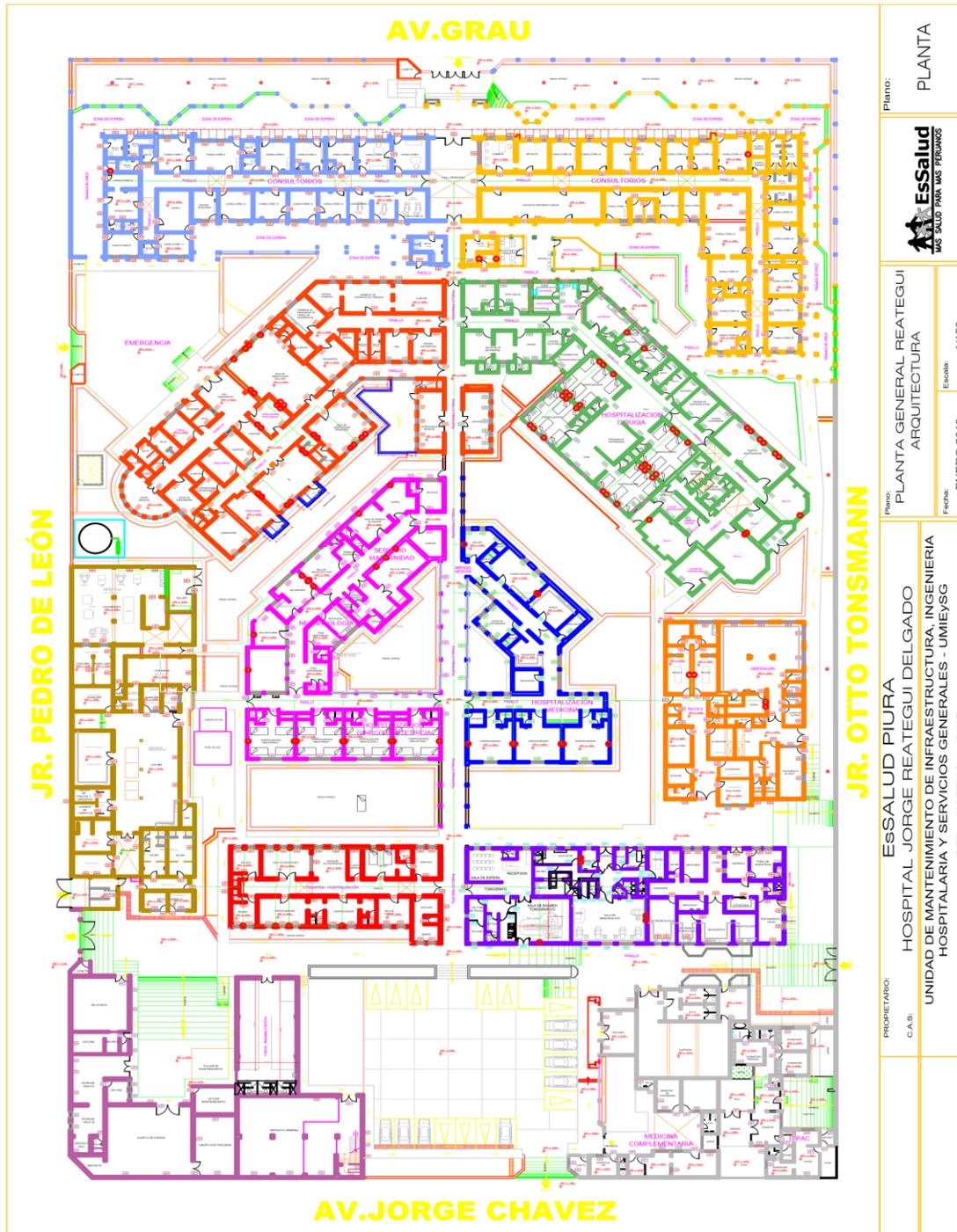


Figura 3. Plano general del hospital.

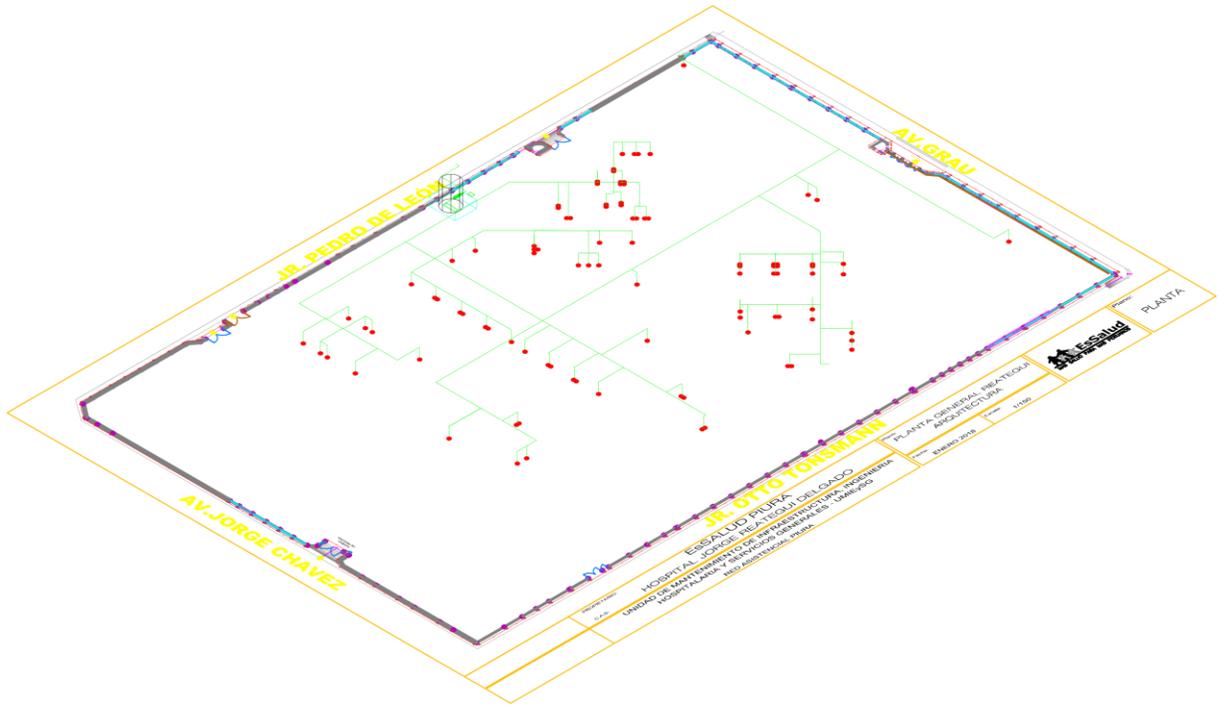


Figura 4. Ubicación de las tomas

IV. DISCUSIÓN

Sánchez y Zacarías (2010) Los trabajos previos que desarrollaron han servido para modelar el proceso de diseño en el marco del proyecto planteado, específicamente en los referido al diseño mecánico del sistema de conducción de gases medicinales para un hospital tipo de 120 camas. Realizamos un estudio de los planos arquitectónicos del hospital y en base a las normas nacionales a emplearse en la instalación de los gases medicinales.

Para el fundamento matemático para dimensionar las tuberías de los cinco sistemas de gases instalados. Conocido el consumo de cada uno de los gases por áreas, dimensiona las cañerías. Estos cálculos sirvieron para la ruta y distribuciones de los gases en el hospital con los respectivos planos de planta.

Realizamos la selección de los equipos, accesorios, recipientes de almacenamiento, unidades terminales y material de tubería para cada subsistema instalado.

Finalmente se realiza un análisis de los costos directos e indirectos para sacar un presupuesto estimativo del sistema de gases medicinales.

En el presente desarrollo en base a cada una de las áreas se procedió a determinar la cantidad de tomas necesarias y para la ubicación del tanque criogénico se utilizó el plano general del hospital, teniendo en cuenta los accesos y salidas al mismo.

En el diseño del tanque de almacenamiento de oxígeno de tipo criogénico. De manera que el oxígeno será almacenado como un líquido licuado. El almacenamiento en estas condiciones permite trabajar con el oxígeno más fácilmente y reducir el volumen del tanque. Se almacenará siguiendo la normativa MIE-APQ-001 y MIE-AP-10 (VAM INDUSTRY, 2016)

De León (2007) concluye que, con la instalación del sistema criogénico, el ahorro es significativo más aún si se tiene en cuenta el retorno de la inversión; asimismo la calidad de la instalación garantizará el 95% de pureza lo que está acorde con las normas internacionales que rigen el manejo de dichos gases, como lo son la NFPA 99, CGA, DOT. Además, una de las ventajas que presenta un sistema criogénico sobre los demás, redundan en que el proveedor realiza la instalación y mantenimiento del sistema y el costo por pie cúbico se

reduce en un 39%. En nuestro caso la red de oxígeno medicinal cubriría alrededor del 75% de la demanda actual de oxígeno, es decir que con nuestra propuesta se estaría ahorrando 35.62%, de otro lado es necesario precisar que este ahorro está definido para la demanda actual, sin embargo, el proyecto considera una vida útil de cinco (05) años, con lo cual el ahorro es más significativo.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó el número de tomas de oxígeno líquido por áreas de hospitalización, las cuales totalizan 126 tomas, esta cantidad considera la demanda actual de oxígeno medicinal, sin embargo, dentro del factor de seguridad se estima un crecimiento anual del 5% referido a la cantidad de tomas.
2. Se calculó la capacidad del tanque criogénico, obteniéndose un valor de 235.63 m³; este valor considera el incremento de la demanda por crecimiento natural del número de pacientes a ser atendidos, asimismo considera la posibilidad de demanda incremental por causas como: emergencias por desastres naturales (terremotos, fenómeno El Niño, etc.) y aquellas ocasionadas por el hombre (incendios, explosiones, etc.), por último considera la posibilidad de desabastecimiento por demora en la recarga del tanque criogénico, en este caso el volumen estimado considera una autonomía de veinte (20) días.
3. Se determinó la ubicación del tanque criogénico el cual ocupará un área de 100 m², en este caso se ha considerado para la ubicación más adecuada para la recarga del oxígeno Líquido -es necesario recordar que el Hospital Jorge Reátegui Delgado está ubicado en pleno centro de la ciudad de Piura- ya que el mismo se realiza a través de camiones cisterna, lo que siempre conlleva el riesgo por tratarse de elementos sometidos a altas presiones y bajísimas temperaturas, no se debe olvidar que el oxígeno es el componente principal del triángulo de fuego.
4. Se determinó el costo de la Red de Oxígeno Medicinal, llegando está a un total de S/ 486 133.45

VI. RECOMENDACIONES

Al Director del establecimiento, solicite el trámite administrativo correspondiente para la implementación de la Red de Oxígeno Medicinal, a partir de la instalación de un tanque criogénico para oxígeno líquido, el cual suministrará a través de la red de distribución el oxígeno medicinal gaseoso a los diferentes puntos de solicitud en cada servicio.

Al Área de Ingeniería de la Red Asistencial Piura, para que implemente el análisis desarrollado y formule el requerimiento correspondiente, asimismo evalúe los estudios para que el proyecto se adecue a las necesidades de otros establecimientos de salud de la Red Asistencial Piura, que requieran de una Red de Oxígeno Medicinal, lo cual beneficiara a los pacientes en general.

A los usuarios en general, evalúen la propuesta respetando e implementando las recomendaciones respecto del correcto uso del oxígeno medicinal a través de tomas ya que, al ser un gas incoloro, no tiene olor, las pérdidas se incrementan en función directa al uso que se le dé, y al estado de conservación de las respectivas tomas y elementos de uso diario (sistemas SIPAC, Nebulizadores, Reguladores, Mangueras, etc.)

VII. REFERENCIAS

ÁNCASH: Explosión de balón de oxígeno en hospital dejó cuatro heridos [en línea]. Perú 21.PE. 8 de febrero de 2013. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://peru21.pe/lima/ancash-explosion-balon-oxigeno-hospital-dejo-cuatro-heridos-92134>

CEGARA, José. Investigación científica y tecnológica. Madrid. 2012. ISBN: 978-84-9969-389-7.

DE LEÓN de León, Hugo René. Sistema centralizado de gases médicos en el hospital nacional de Cuilapa Santa Rosa. Tesis (Maestría). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. Disponible en <https://bit.ly/2LpKzOM>

GIRÓN, Ernesto Godofredo. Sistema de gases médicos: una guía práctica para el diseño. [En línea] Disponible en: <https://bit.ly/2BKK3GW>

HERNANDEZ, Carlos. Metodología de la investigación. Colombia. 1997. PP. 497. ISBN: 968-422-931-3.

ZELAYA, Juan Carlos. Criterios de diseño y cálculo de sistemas de suministro y distribución de gases medicinales para un hospital. Universidad Nacional de Ingeniería (2013) http://cyber-tesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3794/1/zelaya_cj.pdf

Ley N.º 27056. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 26 de abril de 1999.

PUNO: Balón de oxígeno explota en hospital de Juliaca y deja un herido [en línea]. diariosinfronteras.PE. 28 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2018]. Disponible en: <https://bit.ly/2vxKwII>

SÁNCHEZ Edgar y ZACARÍAS John. Sistema de conducción de gases de un hospital de 120 camas situado en la región costa que pertenece al ministerio de salud pública del Ecuador. Tesis (Pregrado en Ingeniería). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2010. Disponible en <https://bit.ly/2EYvL9E>

Manual de Cálculo, VAM INDUSTRY_V11: Cálculos para el diseño de tanques de alta presión para uso de oxígeno líquido. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/148700/TFG_VamIndustry_v11.pdf

Cryogenic Standard Tanks LITS 2; Standares de calidad para tanques criogenicos, LINDE. Disponible en: http://www.linde-engineering.uy/es/images/P_3_3_e_10_150dpi_tcm259-5774.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de análisis de datos
Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018	<u>Pregunta general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>	Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018	Total, de servicios. Total, de áreas del hospital. Elementos necesarios para el diseño.	M O. Donde: M corresponde al Diseño de una Red de Oxígeno Líquido Medicinal y O las distintas características que debe cumplir.	Análisis documental. Análisis documental Observación Análisis documental	Para el análisis del número de tomas de oxígeno líquido se utilizó una Tabla donde por cada servicio de mostrará el subtotal de tomas, para el cálculo de la capacidad del tanque criogénico se tuvo en cuenta fórmulas matemáticas, para el área donde se ubicará el tanque criogénico se tuvo en cuenta la proximidad a los accesos del hospital y para el costo beneficio de la red un cuadro comparativo entre el costo oxígeno medicinal gaseoso y el costo oxígeno medicinal líquido.
	<u>Preguntas específicas</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicas</u>	Requerimiento de oxígeno medicinal Capacidad del tanque criogénico Ubicación del área para el tanque criogénico Costo - beneficio	14 servicios X áreas Z elementos	Ficha de consumo por área Ficha de cálculos Plano general del hospital Ficha de análisis documental		

Fuente Desarrollo propio:

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

A. Ficha de consumo mensual de oxígeno medicinal por área

ENERO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	75
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	118
Hospitalización Medicina	927
Neonatología	12
Maternidad	0
Centro Quirúrgico	120
Hospitalización Cirugía	14
Consultorios	128
Emergencia	1383
TOTAL (m³)	2777

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

FEBRERO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	60
Hemodiálisis II	6
Hospitalización Pediatría	78
Hospitalización Medicina	564
Neonatología	0
Maternidad	6
Centro Quirúrgico	155
Hospitalización Cirugía	20
Consultorios	106
Emergencia	1317
TOTAL (m³)	2312

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

MARZO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	62
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	89
Hospitalización Medicina	592
Neonatología	6
Maternidad	0
Centro Quirúrgico	147
Hospitalización Cirugía	6
Consultorios	80
Emergencia	1455
TOTAL (m³)	2437

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

ABRIL

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	50
Hemodiálisis II	8
Hospitalización Pediatría	168
Hospitalización Medicina	580
Neonatología	12
Maternidad	18
Centro Quirúrgico	66
Hospitalización Cirugía	37
Consultorios	83
Emergencia	946
TOTAL (m³)	1968

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

MAYO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	20
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	148
Hospitalización Medicina	669
Neonatología	0
Maternidad	0
Centro Quirúrgico	86
Hospitalización Cirugía	6
Consultorios	110

Emergencia	1393
TOTAL (m³)	2432

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

JUNIO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	36
Hemodiálisis II	8
Hospitalización Pediatría	188
Hospitalización Medicina	478
Neonatología	0
Maternidad	12
Centro Quirúrgico	136
Hospitalización Cirugía	40
Consultorios	104
Emergencia	1354
TOTAL (m³)	2356

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

JULIO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	42
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	126
Hospitalización Medicina	1188
Neonatología	8
Maternidad	0
Centro Quirúrgico	130
Hospitalización Cirugía	6
Consultorios	88
Emergencia	1666
TOTAL (m³)	3254

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

AGOSTO

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	44
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	118
Hospitalización Medicina	589
Neonatología	0
Maternidad	0

Centro Quirúrgico	147
Hospitalización Cirugía	0
Consultorios	82
Emergencia	1260
TOTAL (m³)	2240

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

SEPTIEMBRE

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	36
Hemodiálisis II	0
Hospitalización Pediatría	84
Hospitalización Medicina	501
Neonatología	0
Maternidad	14
Centro Quirúrgico	155
Hospitalización Cirugía	6
Consultorios	84
Emergencia	1154
TOTAL (m³)	2034

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

OCTUBRE

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	64
Hemodiálisis II	22
Hospitalización Pediatría	134
Hospitalización Medicina	577
Neonatología	6
Maternidad	34
Centro Quirúrgico	151
Hospitalización Cirugía	24
Consultorios	64
Emergencia	1387
TOTAL (m³)	2463

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

NOVIEMBRE

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	74
Hemodiálisis II	6
Hospitalización Pediatría	92
Hospitalización Medicina	652
Neonatología	6
Maternidad	0
Centro Quirúrgico	135
Hospitalización Cirugía	0
Consultorios	36
Emergencia	1110
TOTAL (m³)	2111

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

DICIEMBRE

Servicio	Consumo (m³)
Hemodiálisis I	78
Hemodiálisis II	8
Hospitalización Pediatría	86
Hospitalización Medicina	618
Neonatología	0
Maternidad	5
Centro Quirúrgico	148
Hospitalización Cirugía	18
Consultorios	81
Emergencia	1280
TOTAL (m³)	2322

Fuente: Taller Distribución de Oxígeno Hospital Jorge Reátegui Delgado, año 2018

B. Ficha de cálculo de capacidad de tanque criogénico

Consumo diario $CD = \frac{24 \times 1008 \times 60}{1000 \times 0.25} = 5806.08 \text{ m}^3$

Consumo mensual $CM = 5806.08 \text{ m}^3 \times 30 = 174182.4 \text{ m}^3$

Equivalente de oxígeno gaseoso a oxígeno líquido $174182 \text{ m}^3 O_{2g} = \frac{0.001 \text{ m}^3 O_{2l}}{0.68 \text{ m}^3 O_{2g}} = 256.15 \text{ m}^3 O_{2l}$

Sobredimensionado (V_s) $V_s = V \cdot 1.15 = 256.15 \text{ m}^3 \cdot 1.15 = 294.57 \text{ m}^3 \cong 295 \text{ m}^3$

Medidas del tanque

Relación altura/diámetro $: \frac{H}{D} = 2.28$

Diámetro $D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 295}{2.28 \times \pi}} = 5.48$

Altura $H = 2.28 \times 5.48 \text{ m} = 12.49 \text{ m}$

Volumen real Una vez obtenidos los valores del cuerpo cilíndrico del tanque estos se normalizan para que sean unas medidas estándar:

$$V_{\text{tanque,real}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$$

Altura (H) = 12 m, y Diámetro (D) = 5 m

$$V_{\text{tanque real}} = \frac{\pi}{4} \cdot (5\text{m})^2 \cdot (12\text{m}) = 235.62 \text{ m}^3$$

C. Ficha de análisis documental

Consumo de oxígeno gaseoso Hospital II Jorge Reátegui Delgado - 2018			
Mes	Consumo de oxígeno medicinal gaseoso (m ³)	Costo de oxígeno medicinal gaseoso (S/ 9.32)	*Costo de oxígeno medicinal Líquido (S/ 6.00)
Enero	2777	25881.64	16662.00
Febrero	2312	21547.84	13872.00
Marzo	2437	22712.84	14622.00
Abril	1968	18341.76	11808.00
Mayo	2432	22666.24	14592.00
Junio	2356	21957.92	14136.00
Julio	3254	30327.28	19524.00
Agosto	2240	20876.80	13440.00
Septiembre	2034	18956.88	12204.00
Octubre	2463	22955.16	14778.00
Noviembre	2111	19674.52	12666.00
Diciembre	2322	21641.04	13932.00
TOTAL (Año)	28706	267 539.92	172 236.00

(*) Costo que se pagaría de instalarse la red de Oxígeno medicinal (tanque criogénico) un ahorro del 35.62%. por año.

Anexo 3. Validación de los instrumentos

A. Constancias de validación del Ing. Gerardo Sosa Panta



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N.º 03591940 Magister en DOCENCIA UNIVERSITARIA
 N.º SUNEDU:, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL desempeñándome actualmente como DOCENTE en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Requerimiento de oxígeno medicinal, Capacidad del tanque criogénico, Ubicación del área para el tanque criogénico y Costo - beneficio

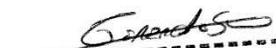
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Requerimiento de oxígeno medicinal – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad					X
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Gerardo Sosa Panta
Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 67114

Capacidad del tanque criogénico para instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia				X	
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Ubicación del área para el tanque criogénico a instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad				X	
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X


Mg. Gerardo Sosa Panta
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 67114

Costo – beneficio para el Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de diciembre del Dos mil Dieciocho.

Mgr. : Gerardo Sosa Panta
DNI : 03591940
Especialidad : Ingeniero Industrial
E-mail : gerardodota@gmail.com


Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP 67114

B. Constancias de validación del Ing. Oliver Cupén Castañeda.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Oliver Cupén Castañeda con DNI N.º 02845346 Magister
 en Informática
 N.º SUNEDU:, de profesión Inf. Industrial
 desempeñándome actualmente como Docente de la Univ. César Vallejo
 en Prof. Formación para Adultos

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Requerimiento de oxígeno medicinal, Capacidad del tanque criogénico, Ubicación del área para el tanque criogénico y Costo - beneficio

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Requerimiento de oxígeno medicinal – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

Ing. Oliver Cupén C
 CIP 56206

Capacidad del tanque criogénico para instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	

Ubicación del área para el tanque criogénico a instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				/	
2. Objetividad				/	
3. Actualidad				/	
4. Organización				/	
5. Suficiencia				/	
6. Intencionalidad				/	
7. Consistencia				/	
8. Coherencia				/	
9. Metodología				/	


 Ing. Oliver Cepeda Castro
 C.A. 56296

Costo – beneficio para el Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de diciembre del Dos mil Dieciocho.

Mgr. : *Ing. Oliver Cepán Castañeda*
 DNI : *2845346*
 Especialidad : *Ing. Industrial*
 E-mail : *ocapan@hotmial.com*

Ocupan
Ing. Oliver Cepán C.
Cip: 56206

C. Constancias de validación del Ing. Miguel Aranda Bermeo.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Miguel Aranda Bermeo con DNI N.º 02645929 Magister en Ingeniería Ambiental
 N.º SUNEDU:, de profesión Ingeniero Industrial
 desempeñándome actualmente como Docente
 en la Universidad Católica "César Vallejo" Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Requerimiento de oxígeno medicinal, Capacidad del tanque criogénico, Ubicación del área para el tanque criogénico y Costo - beneficio

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Requerimiento de oxígeno medicinal – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				t	
2. Objetividad				r	
3. Actualidad				k	
4. Organización				e	
5. Suficiencia				y	
6. Intencionalidad				y	
7. Consistencia				k	
8. Coherencia				k	
9. Metodología				x	

Capacidad del tanque criogénico para instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

Ubicación del área para el tanque criogénico a instalar en el – Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

Costo – beneficio para el Hospital II J.R.D. EsSalud Piura.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

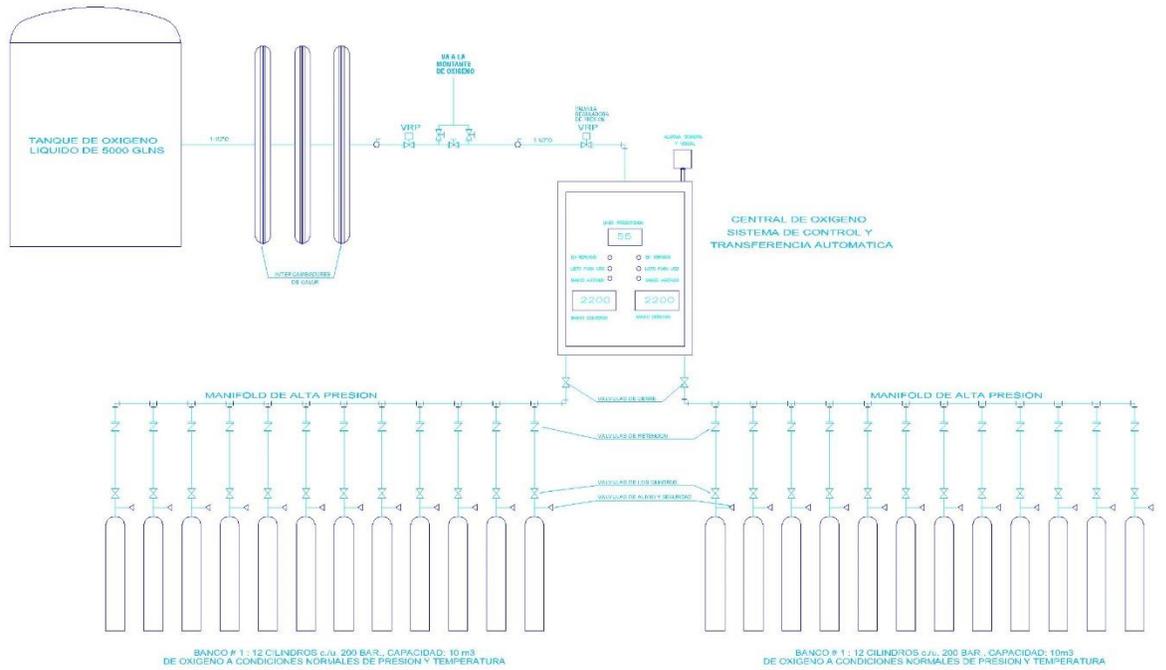
En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 28 días del mes de diciembre del Dos mil Dieciocho.

Aracely
CIP: 37924

Mgtr. : *Miguel Aracely Becerra*
 DNI : 02645928
 Especialidad : *Ingeniero Industrial*
 E-mail : *Aracely Becerra @ listonak.com*

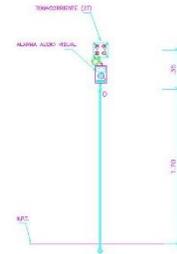
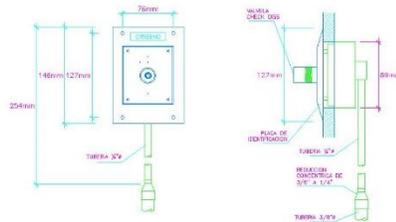
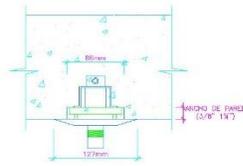
ESQUEMA PARA SISTEMA DEL SUMINISTRO DE OXIGENO MEDICINAL

CENTRAL DE OXIGENO LIQUIDO



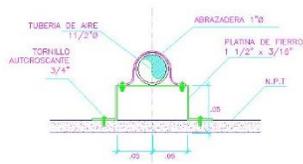
CENTRAL DE EMERGENCIA TIPO MURAL CON MANIFOLD TIPO DUPLEX CON SISTEMA DE CONTROL Y TRANSFERENCIA AUTOMATICA

ESSALUD MILITARY HOSPITAL JORGE REATEGUI DELGADO		PLANTA GENERAL INSTALACION ARQUITECTURA		
		ESCALA: 1:100		

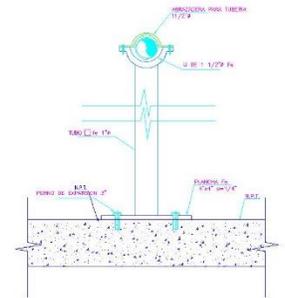


DETALLE SALIDA PARA EMPOTRAR OXIGENO

DETALLE DE INSTALACION DE ALARMA AUDIO VISUAL PARA OXIGENO

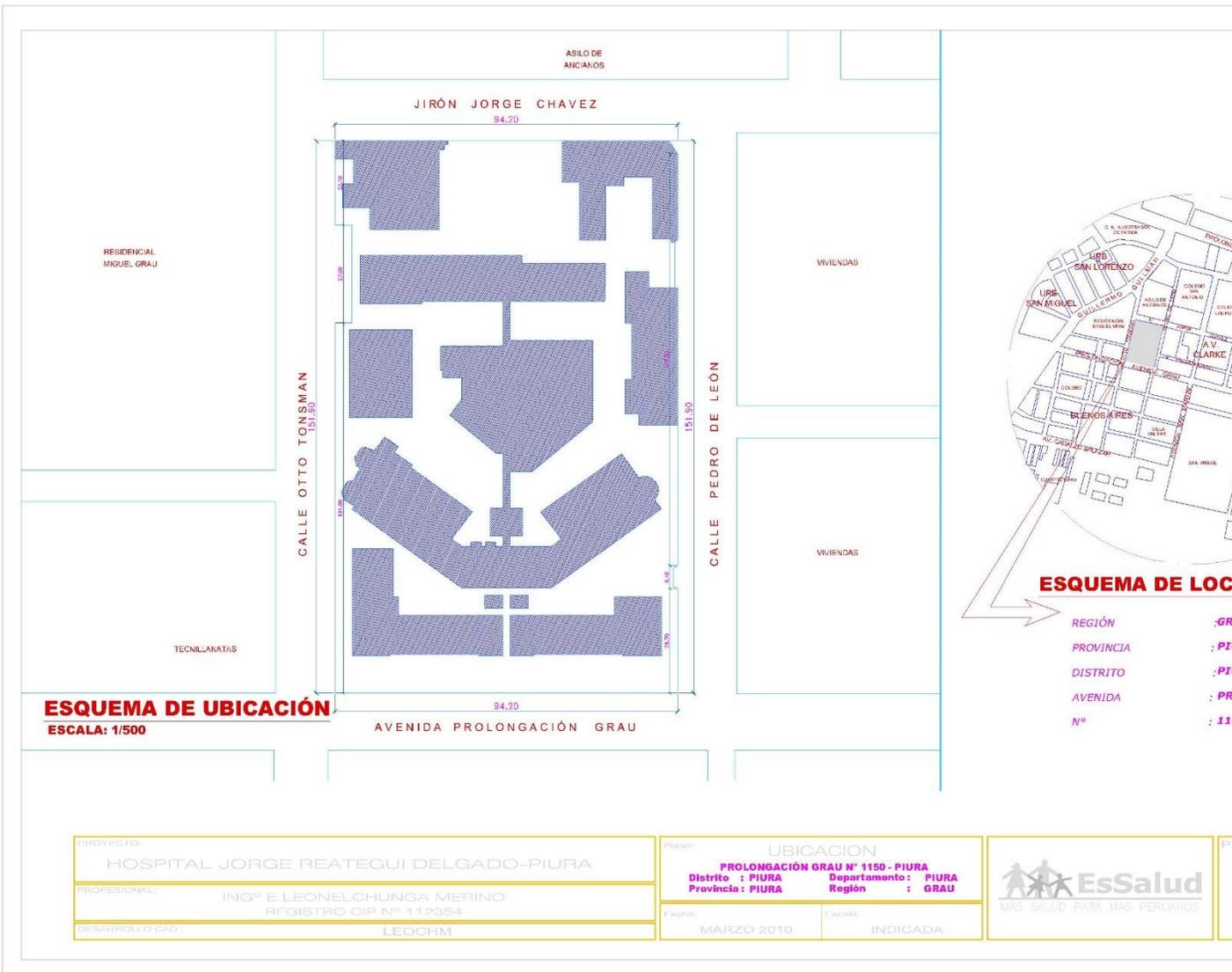


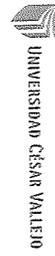
DETALLE SOPORTE TUBERIA EN TECHO



DETALLE TIPICO SOPORTE TUBERIA OXIGENO MEDICAL

<p>PROYECTO: []</p> <p>CLIENTE: []</p>		<p>FECHA DE EMISION: []</p> <p>VERSION: []</p>			
<p>[]</p>		<p>[]</p>			





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“Diseno de la Red de Orogano Líquido Medicinal para los Servicios en el Hospital II Jorge Rodríguez Delgado Essalud Puna 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL.

AUTOR:
José Arturo More Tello

ANSOR:
MRS. Natividad Amantea, Mirra Robledo

LÍNEA DE INVESTIGACION:
Sistemas de gestión de la seguridad y calidad

Puna Puna
2018



21%

Test only Report

High Resolution

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

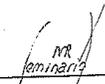
1	didatubcat	5%	>
2	hahlgualdagaeduec	3%	>
3	edatubcat	3%	>
4	hahlgualdagaeduec	3%	>
5	hahlgualdagaeduec	2%	>
6	hahlgualdagaeduec	1%	>
7	hahlgualdagaeduec	1%	>
8	hahlgualdagaeduec	1%	>
9	hahlgualdagaeduec	<1%	>
10	hahlgualdagaeduec	<1%	>
11	hahlgualdagaeduec	<1%	>
12	hahlgualdagaeduec	<1%	>

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código: F06-PP-PR02.22
		Versión: 07
		Fecha: 31-03-2017
		Página: 1 de 1

Yo, Msc Mario Seminario Atarama docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo – Piura, revisor (a) del proyecto de tesis titulado “Diseño de la red de oxígeno líquido medicinal para los servicios del hospital II Jorge Reátegui Delgado EsSalud Piura 2018” del estudiante José Arturo More Tello, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura 19 de setiembre 2019


 Firma

Msc. Ing. Mario Seminario Atarama

DNI: 02633043



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Vicerrectorado de investigación y calidad.	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Ingeniería Industrial.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

José Arturo Mae Telto.

INFORME TITULADO:

Diseño de la Red de Oxígeno Líquido Medicinal para los Servicios
en el Hospital Dr. Jorge Reátegui Delgado Essalud Piura 2018.

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

Ingeniero Industrial.

SUSTENTADO EN FECHA: 22 de Diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN: 15.



MR. Eminando

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN