

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



“INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE OXÍGENO MEDICINAL DE 15 METROS CUBICOS POR HORA, PARA EL CENTRO DE SALUD POSOPE ALTO - LAMBAYEQUE 2022”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

AUTOR: FAVIO JUNIOR JESÚS GONZÁLES LIMBER

ASESOR: Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA

















CALLAO, 2023

PERU

Document Information

Analyzed document	favio gonzales,observaciones suficiencia profesional 2023 (1).docx (D175766900)
Submitted	2023-10-12 00:30:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	12%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.mlc-peru.com/ Fetched: 2023-10-12 00:31:00	  2
SA	JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA.docx Document JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA.docx (D110702658)	  7
W	URL: https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/Serie-Informes-Especiales-N%C2%BA-017... Fetched: 2020-06-10 01:37:03	  2
SA	2868-Zelaya Castro, Juan Carlos_.pdf Document 2868-Zelaya Castro, Juan Carlos_.pdf (D110700260)	  10
SA	Romero Chavez Katherine ver final.pdf Document Romero Chavez Katherine ver final.pdf (D172278989)	  2
SA	13835-Coronel Chamorro, Luz Esmeralda_.pdf Document 13835-Coronel Chamorro, Luz Esmeralda_.pdf (D55248791)	  12
SA	2868.- Zelaya Castro, Juan Carlos.pdf Document 2868.- Zelaya Castro, Juan Carlos.pdf (D33798327)	  3
SA	13832-Mendoza Santos, Ludwig Alfonso_.pdf Document 13832-Mendoza Santos, Ludwig Alfonso_.pdf (D55248788)	  1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

LIBRO 001 FOLIO No. 209 ACTA N° 161 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

A los 23 días del mes diciembre, del año 2023, siendo las 11:31 horas, se reunieron, en el auditorio de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO EN ENERGÍA, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN	: Presidente
Mg.	ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI:	: Secretario
Mg.	ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA	: Miembro

Se dio inicio al acto de la segunda sustentación del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **GONZALES LIMBER FAVIO JUNIOR JESUS** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía, sustenta el informe titulado **"INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE OXIGENO MEDICINAL DE 15 METROS CUBICOS POR HORA, PARA EL CENTRO DE SALUD POSOPE ALTO - LAMBAYEQUE 2022"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial en el auditorio Mecánica de Fluidos,

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la sustentación, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)**, la presente sustentación, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023- CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la sesión a las 12:00 horas del día 23 diciembre de 2023.



Dr. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN
Presidente



Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI
Secretario



Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA
Miembro

INDICE

I. ASPECTOS GENERALES.....	6
1.1. Objetivos	8
1.1.1. Objetivo general	8
1.1.2. Objetivos específicos	8
1.2. Organización de la empresa o institución	8
1.2.1. Reseña histórica	8
1.2.2. Estructura organizacional.....	10
1.2.3. Funciones y responsabilidades.....	10
II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA LABORAL	12
2.1. Marco teórico	12
2.1.1. Antecedentes	12
2.1.2. Bases teóricas.....	15
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas	18
III. APORTES REALIZADOS	24
3.1. Ingeniería preliminar	24
3.1.1. Criterios de diseño	24
3.1.2. Descripción de las instalaciones.....	34
3.1.3. Especificaciones técnicas	35
3.2. Ejecución del proyecto	56
3.2.1. Etapa I: Verificación de la demanda de oxígeno, distribución y replanteo de red de Tuberías	56
3.2.2. Etapa II: Procedimiento escrito de trabajo.....	60
3.2.3. Etapa III. Supervisión y control del proyecto.....	79
3.2.4. Partida del proyecto.....	84
IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	85
4.1. Discusión.....	85
4.2. Conclusiones	86
V. RECOMENDACIONES.....	87
VI. BIBLIOGRAFIA.....	88
ANEXOS	90
Anexo 1. Manual de operación y mantenimiento de gases medicinales	90
Anexo 2. Fichas técnicas de la central de oxígeno.....	99

Anexo 3. Manual de Instrucción, operación y mantenimiento de caja de válvulas.....	104
Anexo 4. Manual de operación de alarma de área.....	106
Anexo 5. Manual de operación de la planta de oxígeno.....	110
Anexo 6. Planos contractuales	125
Anexo 7. Planos asbuilt	134

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Características del oxígeno</i>	16
<i>Tabla 3.1. Distancia máxima entre soportes</i>	48
<i>Tabla 3.4. Tolerancia de las instalaciones</i>	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Centro de Salud Posope Alto - Lambayeque.....	7
Figura.1.2. Estructura organizacional.....	10
Figura 2.1. Hospital de Apoyo Pichanaki.....	19
Figura 2.2. Torre Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.....	19
Figura 2.3. “Hospital Regional Hermilio Valdizan”.....	20
Figura 2.4. Montaje del generador PSA.....	21
Figura 2.5. “Planta de oxígeno en Hospital Ramiro Priale EsSalud”.....	21
Figura 2.6. Planta de oxígeno medicinal en “Villa Panamericana”.....	22
Figura 2.7. Capacitación de puesta en marcha planta de oxígeno medicinal .	22
Figura 3.1. Accesorios y tuberías de cobre.....	24
Figura 3.2. Válvulas de corte.....	25
Figura 3.3. Alarma de area.....	26
Figura 3.4. Manifold.....	27
Figura 3.5. Caja de valvulas.....	27
Figura 3.6. Toma diss oxígeno medicinal.....	28
Figura 3.7. Panel de cabecero.....	28
Figura 3.8: Guía de salida murales y tipo de uso.....	29
Figura 3.9. Gastos de oxígeno en función al número de salidas.....	30
Figura 3.10. Calculo de la Demanda de Oxígeno Medicinal.....	32
Figura 3.11. Ruta critica de red.....	33
Figura 3.12. Compresor Scroll.....	37
Figura 3.13. Concentrador de oxígeno.....	40
Figura 3.14. Compresor de oxígeno de alta presión.....	42
Figura 3.15. Planta de oxígeno (compresor, secador, tanque, concentrador de oxígeno.....	43
Figura 3.16. Manifold de oxígeno.....	45

Figura 3.17. Alarma maestra,.....	52
Figura 3.18. Caja de corte	53
Figura 3.19. Caja de valvulas.....	54
Figura 3.20. Calculo cantidad de salidas.....	57
Figura 3.21. Calculo consumo de oxigeno.....	57
Figura 3.22. Modelos disponibles por “América Energy”	58
Figura 3.23. Plano isométrico.....	59
Figura 3.24. Esquema planta de oxigeno.....	64
Figura 3.25. Soportería para tubería de cobre	66
Figura 3.26. Imagen de un cortatubo.....	67
Figura 3.27. Limado de tubería.....	68
Figura 3.28. Accesorio de cobre.....	68
Figura 3.29. Proceso de soldeo.....	69
Figura 3.30. Montaje de tuberías.....	70
Figura 3.31. Pintado de tubería	71
Figura 3.32. Etiquetado.....	72
Figura 3.33. Prueba de presión de la red de oxigeno	74
Figura 3.34. Caja de válvulas.....	77
Figura 3.35. Caja de válvula de corte	78
Figura 3.36. Alarmas audiovisuales	79
Figura 3.37. Look Ahead.....	80
Figura. 3.38. Porcentaje de Plan Completado.....	81
Figura 3.39. Curva de seguimiento PPC.....	81
Figura 3.40. Curva de avance del contrato.....	82

I. ASPECTOS GENERALES

Para la instalación del sistema de oxígeno medicinal de 15 metros cúbicos por hora en el “El Centro de Salud Posope alto” se tuvo que conocer su ubicación geográfica, y se encuentra, dentro del radio urbano del distrito de Pátapo. Perteneciente al distrito de Pátapo; provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. La accesibilidad se realiza por vía asfaltada, desde la ciudad de Chiclayo hasta el distrito de Pátapo. Con una duración aproximada de 30 minutos en una distancia de 25 Km. aproximadamente. El terreno de proyecto cuenta con un área de 2850.80 m² y perímetro de 218.70. El terreno se encuentra limitado de la siguiente manera: Por el frente: con Calle Los Ángeles y mide 67mts; Por la derecha: con Calle Elías Aguirre y mide 41 m; Por la izquierda: con Calle Jorge Chávez y mide 45.7m; Por el Fondo: con Calle N°01 y mide 65m.

El Consorcio Hospitalario OHL-HV ha sido adjudicatario por parte de la “Autoridad para la Reconstrucción con Cambio” (de ahora en adelante ARCC) del proyecto denominado “Paquete 6: Centro de Salud Pósope Alto I-3, (de ahora en adelante el Proyecto). El Proyecto consiste en la construcción de 01 centro de salud en el distrito de Pátapo; localidad de Pósope Alto, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. El proyecto contempla una infraestructura hospitalaria que agrupa funcionalmente las diversas UPS´ indicadas en el programa médico funcional (PMF) y programa médico arquitectónico (PMA): Unidades de Consulta Externa, Atención de Urgencias y Emergencias, Atención de Gestantes en Periodo de Partos, Internamiento, UPSS Patología Clínica, Actividad Radiología y Ecografía, UPSS Farmacia, Desinfección y esterilización, UPS Administración, UPS Gestión de la información, UPS Transporte terrestre, UPS Casa de Fuerza, UPS Cadena de Frio, UPS Central de Gases, UPS Almacén, UPS Lavandería, UPS Talleres de Mantenimiento, UPS Salud Ambiental, UPS Sala de Uso Múltiple, UPS Residencia de Personal, Guardianía, Otras áreas (Cercos Perimétricos, Zona de Estacionamientos, Áreas Verdes, Rampas, Zona de Recreación, Corredores Externos, Veredas Internas y Externa), son las unidades que se incluirán dentro del centro de salud. Con la ejecución de este proyecto, Pósope y la Región contará con un adecuado Centro

de Salud con especialidades médicas, de acuerdo con las necesidades de la población y los últimos avances tecnológicos de la medicina.

La Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) entregó el terreno al Consorcio Hospitalario integrado por las empresas Obras con Huarte Lain Sucursal Perú y HV Contratistas S.A. para la reconstrucción del Centro de Salud Pósope Alto, ubicado en la provincia de Chiclayo.

La obra, que se ejecutará en el marco del Acuerdo Gobierno a Gobierno entre Perú y el Reino Unido y requerirá una inversión aproximada de S/ 31 278 056.90, se realizará en 324 días calendarios, aproximadamente, e impactará en la calidad de vida de 23 730 peruanas y peruanos.

El nuevo centro de salud, que se reconstruirá en un área de 2 850.80 metros cuadrados pertenecientes al Ministerio de Salud, contará con ambientes para consulta externa, urgencias, emergencias, atención de gestantes, internamiento, radiología, ecografía, cadena de frío, entre otras características detalladas hasta el momento.

El acto protocolar de entrega de terreno contó con la participación del director de intervenciones del Sector Salud, Wilhelm Funcke Figueroa, representantes del equipo de expertos de Reino Unido, el gobernador regional de Lambayeque, Luis Diaz Bravo, el alcalde de la Municipalidad Distrital de Pátapo, Juan Guevara Torres, personal médico y administrativo del Centro de Salud Pósope Alto, entre otras autoridades.

Figura 1.1. Centro de Salud Posope Alto - Lambayeque



Fuente: <https://www.rcc.gob.pe/2020/autoridad-para-la-reconstruccion-con-cambios-centro-de-salud-posope-alto-en-patapo-estara-listo-a-partir-de-noviembre/>

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Instalar el sistema de oxígeno medicinal de 15 Metros cúbicos por hora en el “Centro de Salud Posope Alto – Lambayeque”

1.1.2. Objetivos específicos

- Modificar el recorrido de la red de tubería, compatibilizando en campo con otras especialidades evitando así, interferencias.
- Verificar el correcto dimensionamiento de la capacidad de la central de oxígeno del centro de salud Posope Alto, comparando con la capacidad solicitada por el cliente.
- Supervisar la correcta instalación del sistema de oxígeno medicinal dentro de los tiempos y procesos establecidos.

1.2. Organización de la empresa o institución.

1.2.1. Reseña histórica

Con 33 años de experiencia, “MLC CONTRATISTAS GENERALES” es reconocida a nivel nacional por su trayectoria en la implementación de sistemas electromecánicos en el sector salud, atendiendo centros hospitalarios, clínicas y laboratorios a nivel nacional, en especialidades como: Sistema Contra incendio, sistema aire acondicionado (HVAC) y sistema de gases medicinales. En MLC – GAS MEDIC somos una empresa especializada en el suministro de gases medicinales, plantas de oxígeno, nitrógeno y centrales de vacío en beneficio de la salud pública. Suelen usarse en los establecimientos de atención médica.

Estos gases son considerados medicamentos y están destinados a entrar en contacto directo con el organismo humano ya que presentan propiedades para prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades y dolencias.

En MLC - SCI Somos una empresa especializada en el desarrollo de sistemas de seguridad contra incendios. Desarrollamos nuestros proyectos bajo estándares de calidad. Y brindamos asesoría personalizada hasta la puesta en marcha.

Ponemos a su disposición equipos certificados con estándares de calidad internacional, y una amplia gama de accesorios para las instalaciones de sistemas de agua contra incendio, ajustándose a sus necesidades y presupuestos.

MLC – HVAC se especializa en la implementación de sistemas de aire acondicionado y ventilación Ofrecemos el suministro e instalación de equipos y planes de mantenimiento integrales para todos los sectores.

Para ello contamos con una fábrica especializada en la fabricación de ductos de aire y metal mecánica. Estamos equipados con maquinaria automatizada (CNC), lo que nos permite atender la alta demanda de nuestros clientes, llegando a tener una capacidad de producción entre 20 a 30 toneladas semanales.

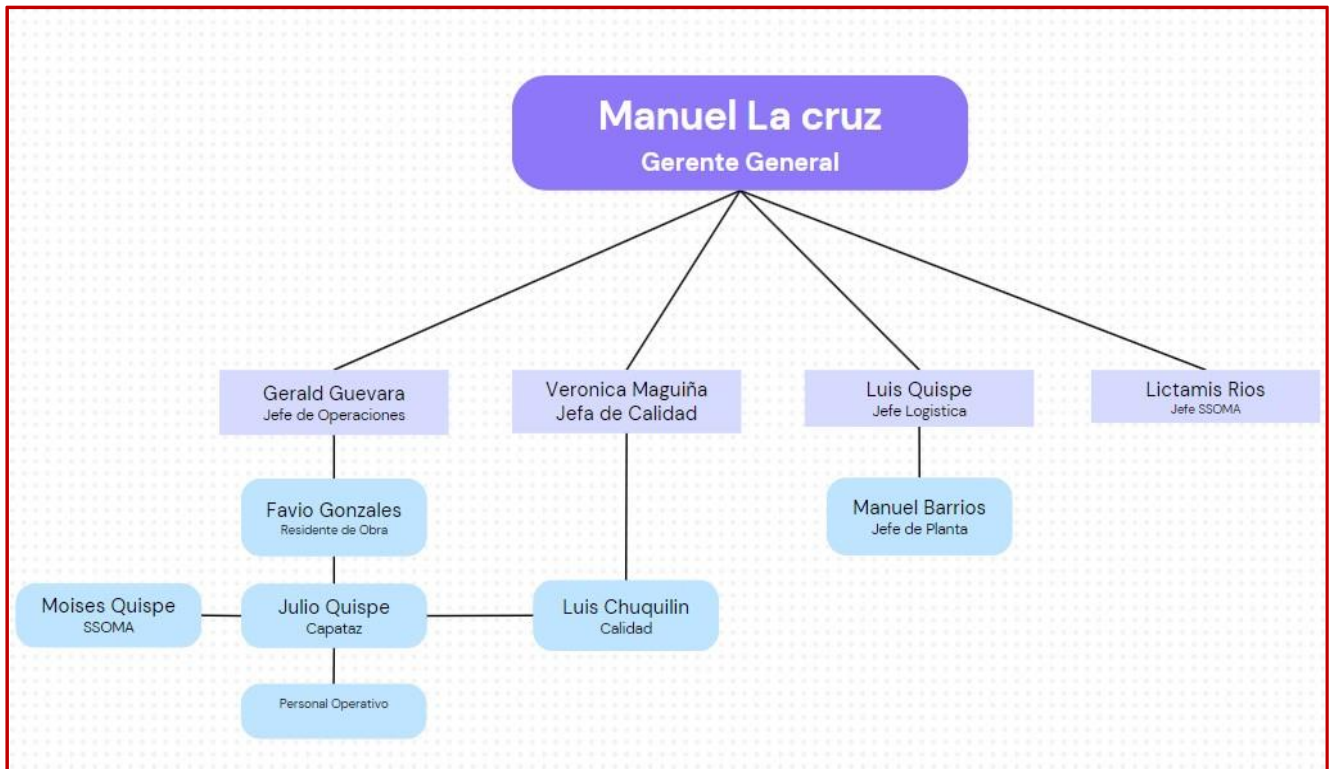
Datos de la Empresa:



- **RUC:** 20101499911
- **Razón Social:** MANUEL LA CRUZ COSTA CONT GLES EIRL
- **Página Web:** <http://www.mlc-peru.com>
- **Nombre Comercial:** Mlc Perú
- **Tipo Empresa:** Empresa Individual de Resp. Ltda
- **Condición:** Activo
- **Fecha Inicio Actividades:** 14 / Enero / 1991

1.2.2. Estructura organizacional

Figura.1.2. Estructura organizacional



1.2.3. Funciones y responsabilidades

Durante el desarrollo del proyecto estuve a cargo del puesto de “Residente de Obra”, en donde mi función principal fue llevar a cabo la correcta ejecución de la instalación del sistema de oxígeno medicinal y demás Gases Medicinales, interconectando con las áreas de Calidad, Producción, Ingeniería, Oficina Técnica, Control de Proyectos, Seguridad y Salud Ocupacional, Modelamiento BIM.

Entre otras funciones tenemos:

- Control de documentos, como protocolos de liberación, Procedimiento Escrito de Trabajo, Revisión del Análisis de Trabajo Seguro, Dossier de Calidad.
- Distribución del personal designando sus actividades a realizar durante el día.
- Replanteo de planos.

- Elaboración del Look Ahead
- Elaboración de la Programación semanal de actividades.
- Elaboración de los planos Asbuilt.
- Valorizaciones después de cada periodo de actividades.
- Pruebas de funcionamiento, puesta en marcha y comisionamiento.
- Cierre y liquidación de obra.

II. FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA LABORAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. Antecedentes:

Internacionales

LORENA MARISOL GOMEZ RUIZ (2018). “DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA GASES MEDICINALES”. Tesina de grado para la obtención del diploma de especialización en ingeniería mecánica. Instituto Politécnico Nacional, México. Este trabajo tiene como objetivo principal diseñar y desarrollar un sistema de monitoreo para gases medicinales, que asegure la vigilancia continua de los gases y cumpla la normativa vigente NFPA 99 2015, mediante el diseño de alarmas de zona y desarrollando una interfaz gráfica que interactúe con el usuario, dando como resultado y conclusión un mejor control y monitoreo del suministro de gases medicinales mediante alarmas se zona y alarmas maestra.

FERNANDA MARIA N. Y SALOMON CORVALAN J. (2019). “DISEÑO Y EQUIPAMIENTO DE UN AREA DE EMERGENCIAS PARA EL HOSPITAL “Dr. JOSE MARIA MINELLA”. Proyecto integrador para la obtención del título de Ingeniero Biomédico. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Este trabajo tiene como objetivo principal diseñar un área de emergencias que se adapte a la infraestructura actual del hospital “Dr. José María Minella”, con las instalaciones y el equipamiento necesario para lograr cubrir la demanda en la atención de los pacientes de la localidad, teniendo como resultado el estudio demográfico de la cantidad de habitantes y nosocomios existentes próximos a la localidad, el cual fue de gran ayuda para el cumplimiento del objetivo principal.

SOTO URBINA, R. Y CARMONA SANDOVAL, Z. (2018). “REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MÉDICO PARA EL HOSPITAL MÉXICO”. Proyecto de graduación para la obtención del título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Este trabajo tiene como objetivo el rediseño de la red de aire médico para el Hospital de México, tomando en cuenta todas las necesidades y requerimientos de seguridad para garantizar el funcionamiento de la red, calculando el flujo de aire medico según normas y

reglamentos establecidos, teniendo como resultado que el caudal requerido de Aire Grado Médico para satisfacer la necesidad del Hospital México es de 433.11 CFM, el cual no se encuentra cubierto en su totalidad por el sistema de AGM con el que se cuenta.

LARRAÑAGA SAAVEDRA, R. (2019). “DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE MÉDICO COMPRIMIDO, PARA USO DE EQUIPO, EN PACIENTES, DENTRO DEL HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL”. Trabajo de graduación para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Este trabajo tiene como objetivo proporcionar una herramienta para el diseño y operación de gases médicos en los centros hospitalarios diagnosticando la situación actual de la red de gases médicos dentro de todas las áreas del hospital para que este pueda brindar el mejor servicio teniendo como resultado la elaboración de un plan de mantenimiento e inspección para la detección de fallas.

MUÑOZ GONZALEZ N. (2019). “GUIA DE INSTALACION DE GASES MEDICINALES”. Trabajo de titulación para la obtención del título de Ingeniero Ejecución Mecánico de Procesos y Mantenimiento Industrial. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Este trabajo tiene como objetivo elaborar guía técnica de instalación de gases medicinales para recintos hospitalarios, realizando levantamiento de información del marco normativo, reglamentario y legal con relación a la instalación de gases clínicos, teniendo como resultado las pautas y recomendaciones para llevar a cabo una correcta instalación en cuanto a gases medicinales de acuerdo a las normas internacionales vigentes.

Nacionales

VILLALTA FARFAN, N. (2020). “DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE GENERACION DE OXIGENO MEDICINAL PARA LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL DE MARIA REICHE – ESSALUD, NAZCA”. Trabajo de suficiencia profesional para la obtención del título de Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Este trabajo tiene como objetivo dimensionar la central de generación de oxígeno medicinal, y para esto logra determinar y calcular la demanda de oxígeno y el dimensionamiento de los

equipos electromecánicos, teniendo como resultado un consumo de 30 m³/h, de oxígeno medicinal,

MARÍN MONTOYA, B. (2021). "DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE GASES MEDICINALES DE ALTO FLUJO PARA EL ABASTECIMIENTO DE 120 CAMAS HOSPITALARIAS EN PANDEMIA EN EL HOSPITAL II RAMÓN CASTILLA – LIMA. 2021". Tesis de grado para la obtención del título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Callao. Este trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema de suministro de gases medicinales de alto flujo para abastecer 120 camas hospitalarias en el Hospital II Ramón Castilla de la ciudad de Lima. Mediante lo cual determina el dimensionamiento de tuberías para abastecer estas 120 camas hospitalarias teniendo como resultado un gasto total de consumo de oxígeno de 1215.00 litros por minutos, y un tanque criogénico con capacidad mínima de 8816,481 litros

CASTRO CONTRERAS, F. (2021). "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA DE OXIGENO MEDICINAL TIPO PSA PARA LA EMPRESA PGO S.A.C. EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR CIUDAD DE LIMA". Tesis de grado para la obtención del título profesional de Ingeniero electrónico. Universidad Tecnológica del Perú. Este trabajo tiene como objetivo principal implementar y poner en marcha una planta de oxígeno tipo PSA, mediante la correcta selección de los equipos principales, garantizando una pureza del 93%.

ALBUJAR DIAZ, C. (2019). "AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE GENERACIÓN DE OXÍGENO EN EL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE LAS MERCEDES DE CHICLAYO-LAMBAYEQUE". Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Este trabajo tiene como objetivo principal transportar el gas medicinal desde la central hacia cada toma de oxígeno con la presión requerida, diagnosticando la situación actual de los generadores de oxígeno que se encuentran en operación, teniendo como resultado un costo total de 24,640.00 soles, en mano de obra y en material 722,625.39 soles, todo esto para la instalación para la ampliación de la planta de generación de oxígeno medicinal a 23 metros cúbicos por hora.

CASTILLO HALLASI, Y. (2022). "CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE GASES MEDICINALES EN EL

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL SAN MARTÍN DE PANGO – DEPARTAMENTO DE JUNÍN”. Trabajo de suficiencia profesional para la obtención del título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Callao. Este trabajo tiene como objetivo establecer los criterios para el dimensionamiento y distribución del sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pango – Junín, teniendo como resultado en las capacidades de las centrales generadoras de 15 m³/h en oxígeno medicinal, 24 ACFM en aire comprimido medicinal, 50 ACFM en vacío clínico y un tanque criogénico el abastecimiento continuo por 15 días de oxígeno líquido medicinal con capacidad de 2329,7 galones como mínimo,

2.1.2. Bases teóricas

Gases medicinales

Para poder comprender sobre el oxígeno medicinal debemos conocer el sistema de gases medicinales.

(Villalta 2020, p. 02) Los gases medicinales son aquellos gases o mezclas empleadas para entrar de contacto directo con el cuerpo humano y poseen propiedades destinadas a prevenir, tratar, o curar enfermedades. Estos gases son empleados en terapias de inhalación, anestesia, diagnóstico y para la conservación de órganos, tejidos y células para trasplante. Además, podemos clasificarlos en dos tipos: medicamentos y productos sanitarios. Podemos definir los gases medicamento como toda sustancia que posee propiedades curativas o preventivas que permiten restaurar, corregir o modificar las funciones fisiológicas del ser humano. A diferencia de los productos sanitarios, los gases medicamentos ejercen acción farmacológica, inmunológica o metabólica. Dentro de los gases medicinales medicamentos, encontraremos:

- Oxígeno Medicinal (O₂)
- Óxido Nitroso (N₂O)
- Aire Medicinal.

Oxígeno medicinal

(Villalta 2020, p. 03), Este gas constituye aproximadamente el 21% de la atmósfera y es el más importante para los seres vivos, ya que sin él no sería posible la vida. Su aporte es necesario en todos los tejidos del organismo para permitir a las células generar energía. Además de sus aplicaciones médicas, el oxígeno se emplea en diversos procesos industriales, como la soldadura y la fabricación de acero y metanol. Asimismo, es un gas comburente y oxidante, es decir, facilita la combustión al liberar oxígeno y avivar el fuego. En medicina es utilizado en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica y tratamiento de quemaduras respiratorias.

(“Comisión Especial De Seguimiento A Emergencias Y Gestión De Riesgo De DESASTRES”, del Congreso de la Republica 2020 – 2021). La producción del oxígeno medicinal proviene del oxígeno industrial y pertenece al grupo de gases medicinales, pues se diferencia del industrial en la concentración y pureza que presenta su envasado. El medicinal requiere diversos filtros para la eliminación de impurezas físicas para posteriormente pasar por el proceso de destilación criogénica y posterior embalaje. Habiendo sido considerado el oxígeno medicinal como un gas medicinal, requiere un trato especial con características técnicas de medicamentos. En esa línea, como podemos advertir de las normativas precedentes, con el transcurrir del tiempo, en nuestro país se ha promovido normativa en los años 2010, que ha permitido elevar el grado de pureza del oxígeno medicinal a 99%-100%, sin mayor sustento técnico, contraviniendo disposiciones internacionales que establecían que es suficiente una calidad no menor al 93% de pureza .

Tabla 2.1. Características del oxígeno

Fórmula Química	O ₂
Peso Molecular	31.9988 g/mol
Densidad del gas a 70 °F y 1 atm	1.326 kg/m ³
Gravedad específica del gas a 70 °F y 1 atm	1.105
Volumen específico a 70 °F y a 1 atm	0.7541 m ³ /kg
Punto de ebullición a 1 atm	-182.96 °C

Punto de congelamiento a 1 atm	-218.78 °C
Temperatura crítica	-118 °C
Presión crítica	5043 kPa (abs)
Densidad crítica	436.1 kg/m ³
Punto triple	-218.79 °C a 0.1480 kPa (abs)
Calor latente de vaporización en pto. de ebullición	213 kJ/kg
Calor latente de fusión en pto. de fusión	13.86 kJ/kg
Calor específico del gas a 70 °F y 1 atm.	
C _p	0.9191 kJ/kg °C
C _v	0.6578 kJ/kg °C
Relación de calor específico C _p /C _v	1.40
Densidad del líquido a pto. de ebullición	1.141 kg/m ³
Densidad del gas en el pto. de ebullición	4.483 kg/m ³

Nota: Tomado de (ZELAYA CASTRO, 2013, pág. 8).

Normas para el diseño de distribución de gases medicinales (oxígeno medicinal)

En la ejecución de los trabajos de instalación deberán observarse las siguientes normas y códigos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- NTS-113-2015-MINSA/DGIEM: Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención.
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ANSI (American National Standards Institute)
- ASTM (American Society for Testing Materials)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- Código Nacional de Electricidad (CNE-Perú).
- Normas de Diseño de Ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social - IMSS.

- RM 631 - 2014 – MINSA: “Criterios y Parámetros Sectoriales para la aplicación de los Contenidos Mínimos Específicos (CME) 12 en Estudios de Pre-inversión de Establecimientos de Salud Estratégicos”.
- Standard for Non-Flammable Medical Gas Systems. NFPA N° 56 F.
- NFPA 99: Health Care Facilities.
- Manual de Diseño Hospitalario, sección 7.2: Resiliencia y suministro de gases medicinales
- AISC, MENA.
- (ISO) Organización Internacional para la Normalización
- (VDE) Asociación de Electrotécnicos Alemanes
- (IEC) Comisión Electrotécnica Internacional
- D.S. N.º 034-2008-EM (19/06/2008). Dictan medidas para el ahorro de energía en el Sector Público.
- R.M. N.º 038-2009-MEM/DM (21/01/2009). Indicadores de Consumo Energético la Metodología de Monitoreo de los mismos.
- R.M. N.º 469-2009-EM/DM (26/10/2009). Aprueban el Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009-2018.
- Norma Técnica Peruana: NTP 342.525-2002: Cobre y Aleaciones de Cobre.
- Norma Técnica de Salud 113, 110-MINSA

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

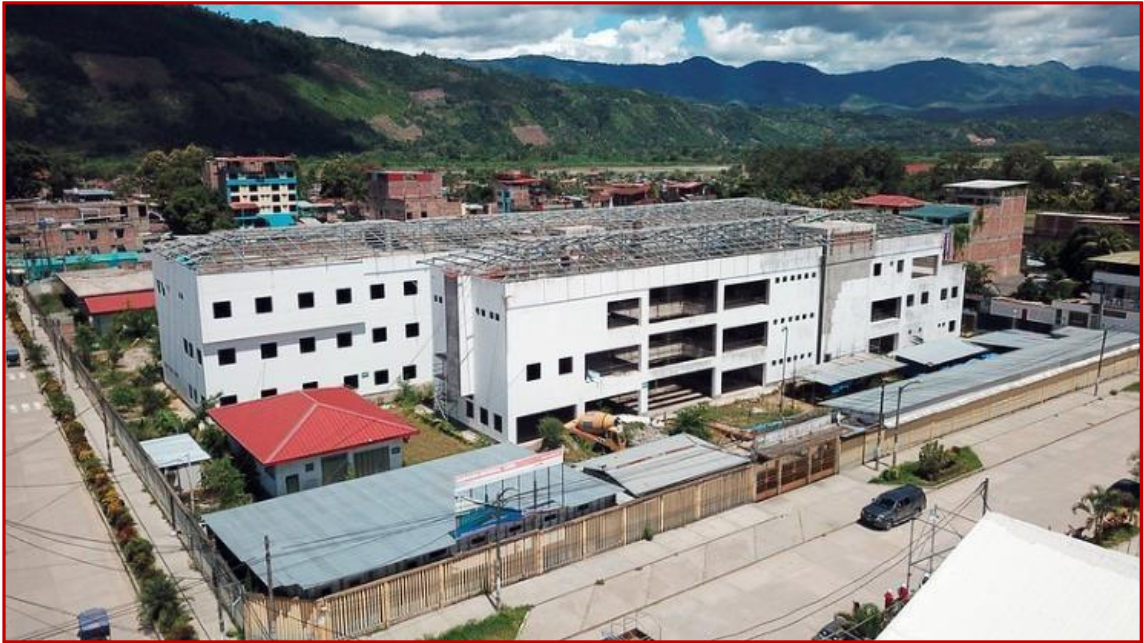
En este punto se detalla algunas de las actividades que este autor realizó después de haber egresado de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Estanterías Metálicas JRM – Residente de obra en gases medicinales (2019)

Proyecto en Ejecución:

- "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL DE APOYO PICHANAKI - DISTRITO DE PICHANAKI CHANCHAMAYO REGION JUNÍN" - Instalación del Sistema de Gases Medicinales.

Figura 2.1. Hospital de Apoyo Pichanaki



Fuente: “Contraloría General de la Republica”

- “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA EN EL TRATAMIENTO AMBULATORIO DEL CÁNCER, TORRE INEN”- Instalación del Sistema de Gases Medicinales

Figura 2.2. Torre Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas



Fuente: “MINSA”

HP Ingeniería Total S.A.C – Residente de obra en gases medicinales (2020 - 2021)

- Construcción del “NUEVO HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUANUCO”- Instalación y puesta en marcha del sistema de gases medicinales

Figura 2.3: “Hospital Regional Hermilio Valdizan”



Fuente: “Gobierno Regional de Huánuco”

- Instalación de una planta de oxígeno en Hospital II de huamanga – Ayacucho.

Figura 2.4: Montaje del generador PSA



- Instalación de planta de oxígeno de 30m³/hr Hospital Ramiro Priale, Huancayo.

Figura 2.5. “Planta de oxígeno en Hospital Ramiro Priale EsSalud”



- Instalación de una planta de oxígeno de 180 m³hr, en villa panamericana.

Figura 2.6. Planta de oxígeno medicinal en “Villa Panamericana”



- Instalación de una planta de oxígeno en “Universidad Cesar Vallejo” sede Piura.

Figura 2.7. Capacitación de puesta en marcha planta de oxígeno medicinal



MLC contratistas generales E.I.R.L

- Instalación y puesta en marcha del sistema de gases medicinales en el proyecto “Centro de Salud Posope Alto – Lambayeque”
- Instalación y puesta en marcha del sistema de gases medicinales en el proyecto “Mejoramiento de los Servicios de Salud en el Hospital de Apoyo Chulucanas” – Piura.

III. APORTES REALIZADOS

3.1. Ingeniería preliminar

3.1.1. Criterios de Diseño:

Materiales

- **Tuberías.** - (NFPA 99, 2018 Cap. 5). Elemento central de la red que permite conducir gases a la presión adecuada desde la central de suministro hasta el punto de consumo, dicha tubería debe quedar protegida de factores como la corrosión, congelamiento y/o altas temperaturas. Su sistema comprende una red principal subdividido en ramales que van a diferentes áreas, permitiendo una mejor distribución de presión en el sistema el cual trabajaría presiones entre 50 a 60 psi y permitiendo disminuir los diámetros de tubería en los ramales secundarios según la cantidad de puntos a alimentar, de acuerdo con la norma NFPA 99 los diámetros mínimos individuales para oxígeno, aire y óxido nitroso serían 1/2" y para sistema de vacío 3/4".
- **Materiales de unión.** - (NFPA 99, 2018 Cap. 5). En uniones soldadas de cobre a cobre y uniones de cobre a bronce se usará soldadura de aleación de 45 % plata, 30% de Cobre y 25% de Zinc u otra que tenga equivalente punto de fusión y propiedades físicas, libre de cadmio

Figura 3.1. Accesorios y tuberías de cobre



Fuente: Distribuidor "AENOR"

- **Fundente.** - Se utilizará fundente similar al “Handy Flux” fabricado por Handy& Harman Company. Libre de bórax.
- **Válvulas de seccionamiento o corte.** - Las válvulas para corte o derivaciones deberán ser del tipo de tres cuerpos, lavada en fábrica, sellada, listada por UL.

Figura 3.2. Válvulas de Corte



Fuente: Manual “Tritech”

- **Sistemas de alarma**

(NFPA 99, 2018 Cap. 5) Contarán con señales de alarmas automáticas, audibles cancelables y visuales no cancelables, para asegurar una buena operación de los sistemas y deberán estar conectadas al sistema eléctrico norma y de emergencia.

Todas las señales pertenecientes a las centrales y las alarmas de zona serán reflejadas en el sistema BMS.

- **Sistema de alarma maestra**

(NFPA 99, 2018 Cap. 5). El sistema contará con una alarma audiovisual que indique cualquier anomalía en la fuente de abastecimiento, y la alta o baja de presión en la red principal y se colocará a la vista en la central de vigilancia y seguridad, área de mantenimiento mecánico o donde exista personal las 24

horas. Esta alarma operará cuando se presente alguna de las condiciones siguientes:

- ✓ Alta o baja presión en la línea principal, cuando la variación sea de $\pm 20\%$ de la presión de operación.
- ✓ Bajo nivel de oxígeno en el tanque de almacenamiento.
- ✓ Pérdida de presión en la bancada de servicio o de reserva.

- **Alarma de zona**

NFPA 99, Cap. 5 (2018). Para facilitar la supervisión de las líneas (de oxígeno), en lugares críticos tales como salas de cirugía, salas de expulsión, cuidados intensivos, recuperación postoperatoria, hospitalización (una por piso), etc. Se considera la instalación de un sistema de alarma automático formado por:

- ✓ Sensor de presión
- ✓ Manómetro
- ✓ Alarma audible cancelable y visual no cancelable, que detectará alta o baja presión en la línea y la señal se instalará en la Central de Enfermeras correspondiente, instalando el sensor antes de la válvula de corte.

Figura 3.3. Alarma de area



Fuente: "ACMD"

- **Manifold.** (NFPA 99, 2018 Cap. 5). Un equipo para conectar las salidas de uno o más cilindros o contenedores al sistema de distribución central para un gas específico.

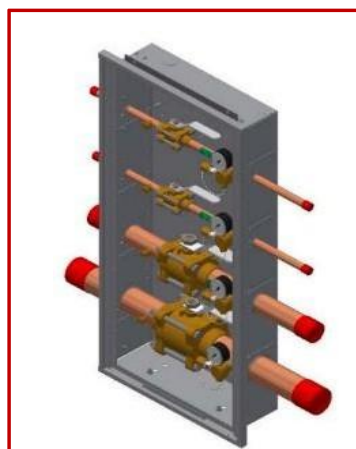
Figura 3.4. Manifold



fente: Manual ACMD

- **Caja de válvulas O De Corte:** (NFPA 99, 2018 Cap. 5). Generalmente están ubicados en las estaciones de enfermeras y algunas veces acompañados con alarmas sonoras. Está equipado por un juego de válvulas de corte por cada gas medicinal. Su función general es la interrupción del recorrido del gas en caso de cualquier eventualidad, ya sea de emergencia o de un trabajo de mantenimiento técnico. La distribución de las cajas de corte dependerá de la cantidad de salidas que alimenta cada válvula (aproximadamente 10 o 15 salidas por cada gas medicinal).

Figura 3.5. Caja de válvulas



Fuente: Manual "Tritech"

- **Tomas de gases medicinales:** (NFPA 99, 2018 Cap. 5). Es donde termina el recorrido del gas medicinal desde su punto de almacenamiento hacia diferentes tipos de conexión, tales como: Toma diss, Panel de cabecera

Figura 3.6. Toma diss oxigeno medicinal



Fuente: Trittech Medical

Figura 3.7. Panel de cabecera



Fuente: Corporación "San judas Tadeo"

Figura 3.8. Guía de salida murales y tipo de uso

Tabla 13.1 Guía de salidas murales y tipo de uso

LOCAL	Nº DE SALIDAS				TIPO DE USO	OBSERVACIONES
	OXÍGENO	AIRE COMP.	OXÍDO NITROSO	VACÍO DIRECTO		
Sala de cirugía (1)	4	4	2	4+1 (5)	A	Por sala excepto H. Esp. (6)
Sala de cirugía de gineco(2)	4	4	2	4+1(5)	A	Por sala
Sala de expulsión (3)	2	2		2	A	Por sala
Recuperación post-operatoria (4)	1	1		1	A	Por cama (100%)
Cuidados intensivos	2	2		2	A	Por cama (100%)
Trabajo de parto	1	1			A	Por cama (100%)
Recuperación post-parto (4)	1	1		1	A	Por cama (100%)
Cuidados intermedios	1	1		1	A	Por cama
Terapia intracavitaria	1	1		1	A	Por cama o camilla
Observación urgencias adultos (4)	1	1		1	A	Por cama o camilla
Rehidratación mesa Karam	1	2		1	A	Por cada cuna
Aislados adultos en H.G.Z.	1	1		1	A	Por cada aislado
Aislados adultos en H.G.E.	1	1		1	A	Por cada aislado
Aislado pediatría en H.G.Z.	2	2		1	A	Por aislado
Aislado pediatría en H.G.E.	2	2		1	A	Por aislado
Observación pediatría (4)	1	1		1	A	1 por cama o cuna
Cuarto de shock	2	2		2	A	Por cama
Recuperación de transición cuneros	1	1			B	Por cada 3 cunas
Encamados adultos H.G.Z.	1	1		1	B	Por cama
Encamados adultos H.G.E.	1	1		1	B	Por cama
Encamado gineco	1	2			B	En dos de cada 3 camas
Encamados generales pediatría H.G.Z.	1	2			B	Por cama
Encamados generales pediatría H.G.E.	1	1		1	B	Por cama
Encamados generales pediatría gineco	1	2			B	En dos de cada 3 camas
Prematuros	1	1		1	B	Por incubadora
Cunero fisiológico	1	1		1	B	Por cada 3 cunas
Cunero patológico	1	1		1	B	Por cuna
C.E.Y.E.		1			B	
Laboratorio clínico					B	Ver guía mecánica
Mesa de autopsias		1			B	
Estomatología		1			B	Cuando sean mas de 2 sillones
Bomba de cobalto	1	1			B	Por sala
Diálisis	1	1		1	B	Por cada 3 sillones
Hemodiálisis	1	1		1	B	Por sillón
Inhaloterapia	1	1			B	Por sillón
Quimioterapia	1	1			B	Por cada 4 sillones
Endoscopia	1	1			B	Por gabinete
Tomografía	1	1			B	Por sala
Resonancia magnética	1	1			B	Por sala
Rayos "X"	1	1			B	Por sala
Hemodinamia	1	1			B	Por sala
Centellografía	1	1			B	Por sala
Gamagrafía	1	1			B	Por sala
Cirugía ambulatoria	1	1			B	50% de camas
Puerperio de bajo riesgo	1	1			B	50% de camas
Primer contacto	1	1			B	Por cama
Curaciones	1	1			B	Por cama

Se instalarán bombas de vacío en unidades con más de 2 salas de operaciones ó 2 salas de expulsión.

- 1.- En dos torretas.
- 2.- En dos torretas y agregar 1 toma de oxígeno y 1 toma de aire para el recién nacido
- 3.- En una torreta y agregar 1 toma de oxígeno y 1 toma de aire para el recién nacido
- 4.- Si no hay línea de succión, instalar dos tomas de aire comprimido
- 5.- La salida adicional de vacío indicada en las salas de cirugía será para conectar evacuaciones de gases anestésicos de desechos.
- 6.- En hospitales de especialidades consultar guía mecánica, lo mínimo que llevarán es lo establecido en esta tabla.

Fuente: IMSS

Figura 3.9. Gastos de oxígeno en función al número de salidas

Tabla 13.2 Gastos de oxígeno en litros por minuto en función del número de salidas

No. de salidas	Gasto Lt/min	No. de salidas	Gasto Lt/min	No de salidas	Gasto Lt/min	No. de salidas	Gasto Lt/min
1	100	36	579	92	881	320	1461
2	148	37	586	94	890	340	1495
3	181	38	593	96	899	360	1527
4	210	39	600	98	907	380	1558
5	237	40	607	100	915	400	1588
6	261	41	614	105	932	420	1618
7	283	42	621	110	949	440	1647
8	302	43	628	115	964	460	1675
9	320	44	635	120	979	480	1702
10	336	45	642	125	994	500	1728
11	350	46	649	130	1009	550	1788
12	364	47	656	135	1024	600	1847
13	376	48	663	140	1039	650	1904
14	388	49	670	145	1054	700	1958
15	399	50	676	150	1068	750	2011
16	409	52	687	155	1082	800	2062
17	419	54	698	160	1096	850	2112
18	429	56	709	165	1109	900	2160
19	439	58	720	170	1122	950	2206
20	448	60	730	175	1135	1000	2250
21	457	62	740	180	1148	1100	2330
22	466	64	750	185	1161	1200	2405
23	475	66	760	190	1174	1300	2475
24	484	68	770	195	1187	1400	2540
25	493	70	780	200	1200	1500	2600
26	501	72	790	210	1225	1600	2658
27	509	74	800	220	1249	1700	2715
28	517	76	809	230	1273	1800	2771
29	525	78	818	240	1296	1900	2826
30	533	80	827	250	1319	2000	2880
31	541	82	836	260	1341		
32	549	84	845	270	1363		
33	557	86	854	280	1384		
34	565	88	863	290	1405		
35	572	90	872	300	1425		

Fuente: IMSS

Localización de válvulas de corte

Se pondrán válvulas de corte de acuerdo con las indicaciones siguientes:

- ✓ En la línea principal después de equipo de regulación de la central de abastecimiento.
- ✓ En la línea principal que alimente un cuerpo o ducto inmediato a la conexión.
- ✓ En cada sala de operaciones o sala de expulsión, para poder ser seccionadas por el exterior de la sala.
- ✓ En salas de cuidados intensivos y de recuperación postoperatoria, una válvula por cada 4 camas.
- ✓ En cada sala de un piso de hospitalizados, localizada en el corredor o lo más cerca posible de la columna y además una válvula por cada 12 camas.
- ✓ Además de los lugares antes mencionados se pondrán válvulas de corte por zonas o locales, dependiendo de la importancia de la zona o local, del número de salidas murales y de la configuración de la red. Su localización se estudiará en cada proyecto considerando máximo 12 salidas por válvula.

Presiones de trabajo de la red

NFPA 99, Cap. 5 (2018). Las presiones de trabajo en la red de distribución serán de 3.87 kg/cm² (55 PSI o 3.8 bar), en su inicio y mínima de 3.59 kg/cm² (50 PSI o 3.5 bar), en la salida mural más lejana. Estas presiones son manométricas.

Selección de diámetros

NFPA 99, Cap. 5 (2018). Los diámetros de los diferentes tramos de la red se seleccionarán tomando en cuenta el gasto del tramo y la longitud equivalente del mismo, de tal forma que la suma de las pérdidas de presión por fricción, en función de los nomogramas de pérdidas por fricción al nivel del mar, no sea mayor de 0.28 kg/cm² en cualquier línea considerada. El diámetro mínimo de la red hasta la toma debe ser de 13 mm (1/2")

Cálculo de la central de oxígeno medicinal

Figura 3.10. Cálculo de la Demanda de Oxígeno Medicinal

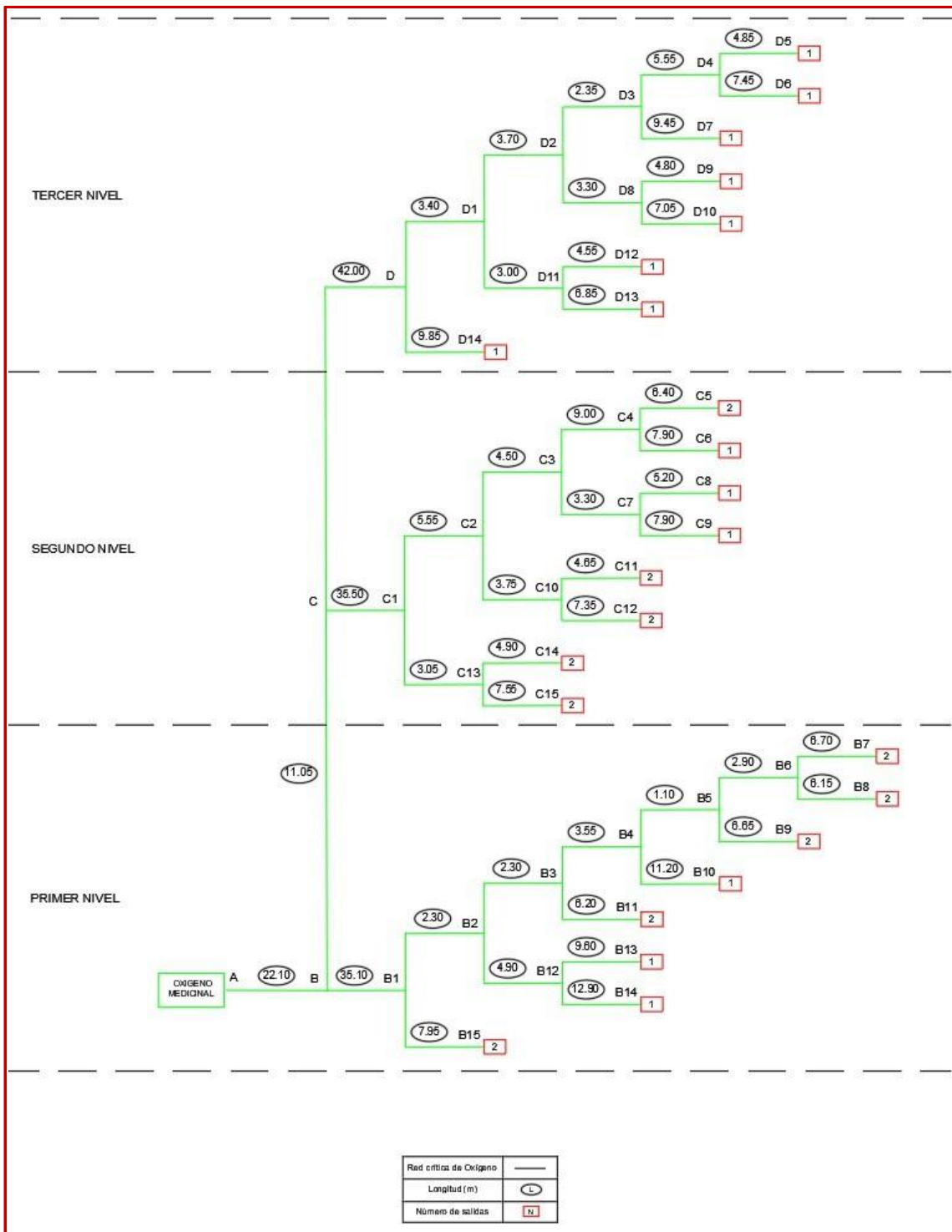
PROYECTO:		CENTRO DE SALUD POSOPE			DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	
PROPIETARIO		GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE			PATAPO	CHICLAYO	LAMBAYEQUE	
PROFESIONAL		JORGE LUIS SUCA MEZA	CIP N°	30018	ALTITUD (msnm)	98	FECHA	14/08/2021
							PÁGINA	01 DE 04
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE SALIDAS	TIPO DE USO	FACTOR DE CONVERSIÓN	N° EQUIVALENTE DE SALIDAS "B"				
				AREA CRÍTICAS	NO CRÍTICA			
PRIMER NIVEL								
SALA DE OBSERVACION ADULTOS	4	A	2		8			
SALA DE OBSERVACION NIÑOS	1	A	2		2			
SALA DE PROCEDIMIENTOS DE ENFERMERIA	1	B	1		1			
TOPICO DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS 1	1	B	1		1			
TOPICO DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS 2	1	B	1		1			
SEGUNDO NIVEL								
SALA DE PARTOS	1	A	2		2			
ATENCION INMEDIATA AL RECIEN NACIDO	1	B	1		1			
SALA DE DILATAION	2	B	1		2			
SALA DE PUERPERIO INMEDIATO	4	A	2		8			
TERCER NIVEL								
SALA DE INTERNAMIENTO HOMBRES 1	2	B	1		2			
SALA DE INTERNAMIENTO MUJERES 1	1	B	1		1			
SALA DE INTERNAMIENTO MUJERES 2	2	B	1		2			
SALA DE INTERNAMIENTO NIÑOS (PEDIATRIA)	2	B	1		2			
SALA DE INTERNAMIENTO HOMBRES 2	1	B	1		1			
				TOTALES =	0	34		
CÁLCULO DEL CONSUMO DIARIO (GAS):				INTERPOLACIÓN: Tabla 13.2:				
TOTAL N° EQUIVALENTES SALIDAS "B"	34	Salidas	N° SALIDAS		lpm			
SUBTOTAL GASTO DE GAS (TABLA 13.2-IMSS)	565	lpm	33		557			
FACTOR DE SIMULTANEIDAD	0.25		34		X			
CONSUMO TOTAL (GAS)	141	lpm	35		572			
TIEMPO DE USO DIARIO	8	horas		X =	565			
CONSUMO TOTAL DIARIO (GAS):	67.7	m3/d						
CONSUMO TOTAL POR HORA	141	lpm	DIMENSIONES APROXIMADAS DE LA PLANTA DE OXÍGENO (m)					
	8.5	m3/h	LARGO	9.30	ANCHO	6.50	ALTURA	4.00
	15.0	m3/h	LA PLANTA GENERADORA DE OXÍGENO ESTARÁ COMPUESTA DE DOS UNIDADES DE GENERACIÓN (DÚPLEX) PARA UNA PUREZA DE OXÍGENO DE 93% MINIMO					

Fuente: ARCC

Se ha considerado una clasificación de tipos de salidas según el ambiente el cual va a ser suministrado de oxígeno medicinal. Tipo "A" para consumos masivos y Tipo "B" o equivalentes para consumo menores. Para efectos de cálculo de capacidades, se uniformizan a salidas equivalentes Tipo "B", convirtiendo mediante la aplicación de un factor ("factor 4" para las salas de cirugías y "2" para las demás áreas del mismo tipo de salida). Como resultado obtenemos 34 salidas del Tipo "B" equivalentes a 141 litros/min.

Ruta crítica de la red de oxígeno

Figura 3.11. Ruta crítica de red



3.1.2. Descripción de las instalaciones.

La Central de Oxígeno Medicinal estará ubicada en planta baja, en un recinto destinado expresamente para tal fin, con ambientes independientes para cada central.

Los ambientes poseerán ventilación natural (para mantenimiento de la temperatura entre 10° y 40°), alumbrado antideflagrante y dispondrán de medidas contraincendios y sistema de drenaje adecuados. Además, se dispondrá de un sistema de ventilación conformado por aberturas o huecos con comunicación directa al exterior, distribuidos convenientemente en zonas altas y bajas.

En el local donde se almacenan los gases no existirán motores ni equipos que no sean constitutivos de las Centrales de Gases. Además, se dispondrá de extintores 89B mínimo como equipos de lucha contra incendios.

Los gases producidos en la UPS de Central de Gases son Oxígeno Medicinal, Vacío Clínico y Aire Comprimido Medicinal. El uso de estos gases es fundamental para el tratamiento y la recuperación del paciente, principalmente para los que se encuentren en ambientes críticos (sala de observación, trauma shock, UCI, quirófano, etc.)

Dentro de los principales riesgos que se pueden presentar, tenemos el suministro de este gas; ya que se pueden presentar interrupciones o haber otro factor externo que garantice una óptima entrega. Por ello, la central de oxígeno deberá contar con al menos tres fuentes de suministro (primaria, secundaria y de reserva). Para ello, se contará con una central de generación de tipo dúplex, es decir que habrá dos circuitos para generar el gas, habiendo uno en funcionamiento continua y otro en reserva, que entrará en funcionamiento cuando el principal falle. Asimismo, se contará con una manifold con bancadas de cilindros para suministro de emergencia en caso de que la central de generación falle. Además, se contará con una rampa de llenado para cilindros.

La central de oxígeno medicinal estará conformada por una planta generadora de oxígeno medicinal (PSA) tipo dúplex de 15 m³/h, 93% de pureza como mínimo. Se contará además con un manifold dúplex con dos bancadas de 6

cilindros cada una para abastecimiento de emergencia. La central contará además con un booster de llenado de cilindros de 6 m³/h.

Las tuberías de distribución serán de cobre tipo K hasta los puntos de consumo. Las tuberías no deben empotrarse en muros o placas de albañilería, losa o piso de concreto, a excepción para bajadas en muro a los puntos terminales.

Todas las salidas de oxígeno serán con placa para empotrar, con su respectiva señalización "Oxígeno" y válvula Check Diss.

Por razones de seguridad o de mantenimiento, se instalarán válvulas de corte de tres cuerpos en los montantes y por zona. Su función es interrumpir el suministro de gas en forma instantánea en un determinado piso o área.

La ubicación y distribución de las salidas están de acuerdo con lo indicado por la especialidad de equipamiento.

La determinación de las capacidades de la central de Oxígeno Medicinal y cálculo de los diámetros de las tuberías están detalladas en la memoria de cálculo.

3.1.3. Especificaciones técnicas

Central de oxígeno

PLANTA DE OXÍGENO MEDICINAL DUPLEX DE 2x15 m³/h, EN CAUDAL CONTINUO 24 horas, PUREZA 93% Mínimo

De acuerdo con la Norma ISO 7396-1, con el marcado CE, aprobado y certificado por un organismo acreditado internacional, bajo la Directiva 93/42/CEE, Certificado ISO 13485:2016 en Diseño y Fabricación, con Grado Medicinal IIB (Grado III de alto riesgo según DIGEMID), la planta de oxígeno deberá contar con Certificado de Libre Comercialización registrado por la autoridad reguladora de medicamento de su país de origen y con Registro Sanitario en DIGEMID como planta de oxígeno de acuerdo a la definición establecida en el artículo 4 de la ley N° 29459.

El sistema de oxígeno medicinal comprende una planta generadora de oxígeno al 93% de pureza mínimo. Bajo la Directiva Europea y adoptada por DIGEMID los equipos de producción de oxígeno medicinal son Dispositivos Médicos y según los Requisitos Esenciales de la Directiva, los dispositivos deben ser

concebidos y fabricados por forma a reducir al mínimo los riesgos para la salud derivados de las sustancias libertadas por el dispositivo, debiendo ofrecer menos riesgos para la salud de sus usuarios, por lo cual se exige una planta generadora de oxígeno totalmente libre de aceite.

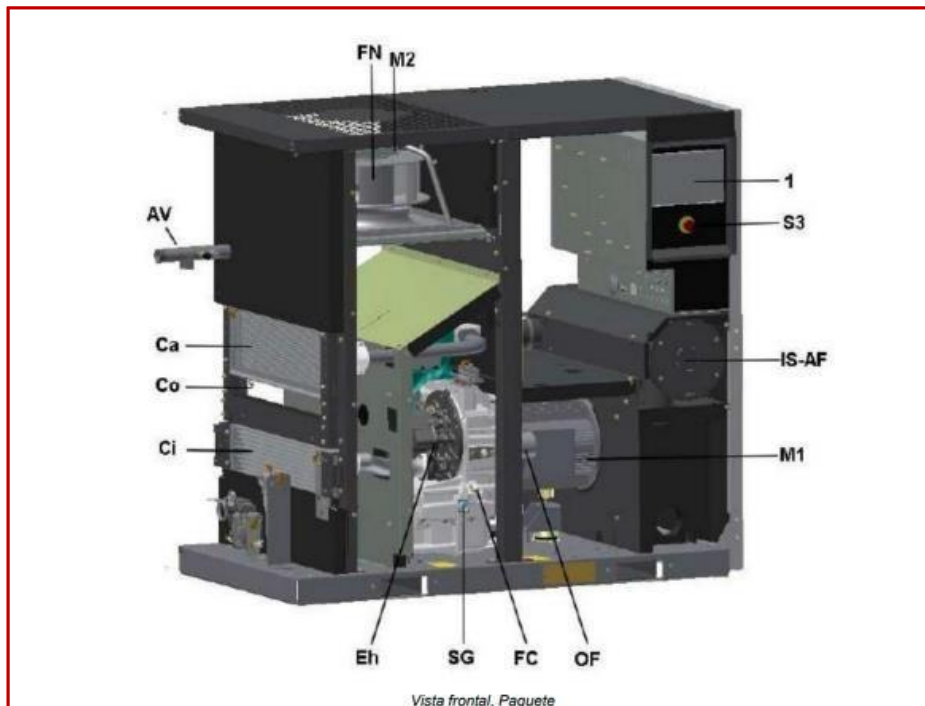
Las señales digitales emitidas por los equipos de la central se verán reflejadas en el sistema BMS de la especialidad de Comunicaciones para su monitoreo y control.

A) Dos (02) unidades compresoras tipo scroll libre de aceite, presión

Máxima De 8 Bar:

- Con control digital;
- Listo para conexión y operación;
- Aislamiento de vibraciones montado dentro de un skit encapsulado.
- No requieren cimientos.
- Nivel de ruido menor a 72 dBA.
- Motor eléctrico de alta eficiencia;
- Válvula de alivio de presión de descarga;
- Filtro de alta eficiencia y regulador de succión;
- Separador ciclónico con drenaje electrónico;
- Presión máxima: 10 bar;
- Potencia: 25 HP (18.5 kW) c/u;
- Voltaje: 380/3/60;
- Voltaje de control: 220/1/60;
- Salida de aire: 1 1/2" BSP.

Figura 3.12. Compresor Scroll



Fuente: Manual "Atlas Copco"

B) Dos (02) tableros eléctricos de comando y control

- Fuente principal con disyuntores para las unidades de tratamiento de aire;
- Fuente principal con disyuntores para las purgas electrónicas;
- Todas las alarmas con potencial interfaz de contactos libres para señalización remota;
- Preparado para recibir cables de alarma sin necesidad de herramientas de perforación;
- Con pantalla digital integrando funcionalidades de control en uno de los cuadros:
- Interface amigable, en idioma: español e inglés;
- Entradas digitales para control de gases (CO, CO₂, Punto de Rocío, temperatura ambiente).

C) Dos (02) tanques de aire comprimido

- Construcción vertical;
- Con tratamiento interno y externo galvanizado a caliente;
- Con pintura exterior de poliuretano blanco RAL;
- Válvula de seguridad;
- Válvula de drenaje;
- Manómetro;
- Manguera y conectores;
- Capacidad: 1500 litros;
- Presión de diseño: 11,5 bar;
- Con certificado CE (Norma EN 286).

D) Dos (02) cadenas de tratamiento de aire comprimido

Para garantizar el buen funcionamiento y la baja degradación del PSA, incluir siempre un conjunto de tratamiento y filtración de aire de alta eficiencia.

Esto incluye:

- Separador ciclónico con drenaje electrónico;
- Purga de condensados con válvula de cierre manual;
- Filtro de protección en malla de acero inoxidable;
- Filtro micrónico de alta eficiencia 0,1 micras;
- Filtro sub micrónico de alta eficiencia de 99,9999% a 0,01 micras;
- Filtro de carbón activado de alta eficiencia;
- Con sistema de control de calidad del aire.

E) Dos (02) secadores de aire refrigerativos de alta eficiencia

- Con indicador digital de punto de rocío (LCD);
- Con sistema automático de drenaje de condensados sin pérdida de aire;
- Alarma de contacto seco para control de entrada de aire comprimido;
- Con intercambiador de calor aire/aire de muy baja pérdida de carga;
- Intercambiadores en aluminio sin corrosión;
- Transferencia de calor eficiente lograda con la válvula de aire/aire de flujo cruzado;
- Derivación de gas caliente en acero inoxidable diseñado para evitar la congelación y proporcionar el aire de salida con un punto de rocío constante;

- Temperatura de punto de rocío: 3 °C;
- Temperatura ambiente máxima: 43 °C;
- Temperatura máxima de entrada de aire: 60 °C;
- **Potencia: 1 HP (0.75 kW) c/u;**
- Alimentación 380V, Trifásico, 60Hz.

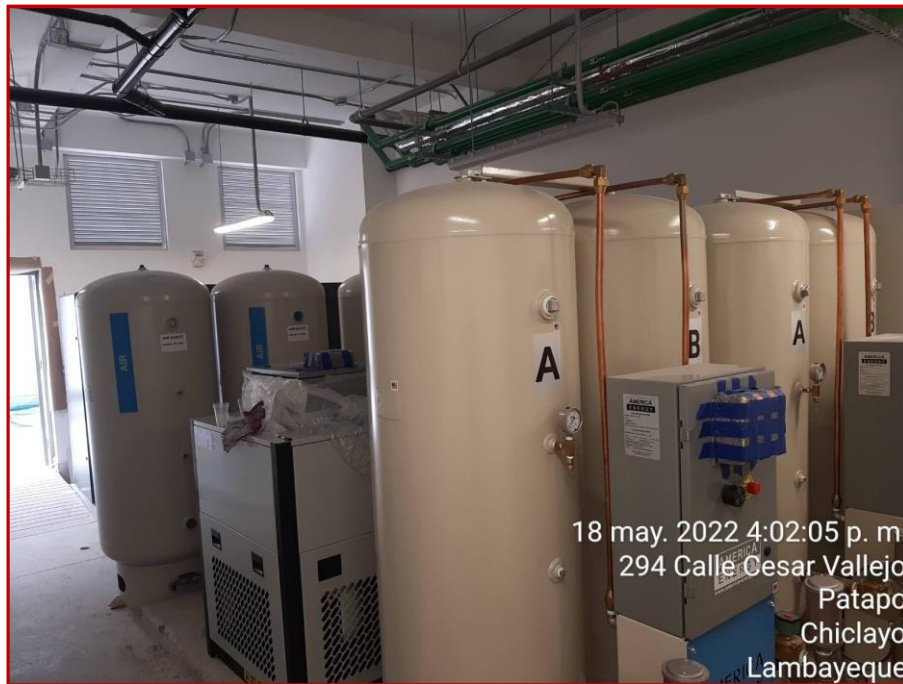
F) Dos (02) concentradores (generadores) de oxígeno

El funcionamiento del Concentrador de oxígeno medicinal se basa en la adsorción por oscilación de presión (PSA). El concentrador de oxígeno cuenta con dos columnas de tamiz molecular, un adsorbente de zeolita de alta calidad. La zeolita es material sintético de alta pureza y tiene propiedades especiales. Absorbe nitrógeno, por lo tanto, el aire que pasa a través del adsorbente se enriquece con oxígeno.

El concentrador de oxígeno contiene los componentes de proceso que incluyen:

- Dos torres llenas de tamiz molecular;
- Torres con bridas permitiendo una larga durabilidad de la zeolita
- Silenciadores del gas de escape;
- Conjunto de válvulas electroneumáticas y reguladores;
- Interconexión de tuberías, electricidad e instrumentación;
- Válvulas de seguridad ajustadas al nivel de presión apropiado;
- Dispositivo de seguridad para garantizar una concentración de entrega de oxígeno a 93 % mínimo de pureza;
- Pantalla táctil digital y PLC de Siemens, que incluye:
- Pureza de oxígeno (concentración en porcentaje V/V)
- Flujo de oxígeno en l/min
- Flujo total de oxígeno en m3
- Presión de oxígeno en bar
- Calidad de aire en grados C
- Información general del estado del equipo
- Información de mantenimiento con indicación de la próxima intervención
- Registro de todas las eventualidades

Figura 3.13. Concentrador de oxígeno



G) Dos (02) tanques de almacenamiento de oxígeno medicinal:

- Construcción vertical;
- Con recubrimiento para oxígeno de grado medicinal;
- Con pintura exterior de poliuretano blanco RAL;
- Válvula de seguridad para oxígeno;
- Válvula de drenaje;
- Manómetro calibrado y certificado.
- Manguera y conectores;
- Capacidad: 500 litros;
- Presión de diseño: 11,5 bar;
- Con certificado CE (Norma EN 286).

H) Dos (02) tanques de oxígeno de proceso

- Construcción vertical;
- Con recubrimiento para oxígeno de grado medicinal;
- Con pintura exterior de poliuretano blanco RAL;
- Válvula de seguridad para oxígeno;
- Válvula de drenaje;
- Manómetro calibrado y certificado;
- Manguera y conectores;
- Capacidad: 500 litros

- Presión de diseño: 11,5 bar;
- Con certificado CE (Norma EN 286).

I) Un (01) sistema de medición y control de flujo de oxígeno:

- Instalado en cada concentrador;
- Permite medir el flujo instantáneo de oxígeno a la red;
- Permite controlar el flujo de salida a la red;
- Visualización del consumo total de oxígeno en la pantalla digital.

Datos técnicos:

- Medido de flujo: 30 - 1300 l/min;
- Presión máxima: 10 bar
- Fuente de alimentación: 220/1/60.

J) Una (01) estación de llenado de 4 cilindros de oxígeno medicinal de Alta Presión

• **Un (01) tanque de recepción de oxígeno:**

- Construcción vertical.
- Recubrimiento para oxígeno de grado medicinal.
- Con pintura exterior de poliuretano blanco RAL.
- Válvula de seguridad para oxígeno.
- Manómetro calibrado y certificado.
- Mangueras y conectores.
- Válvulas y dispositivos de regulación y control.
- Flexibles de oxígeno de baja presión en malla de acero inoxidable.
- Accesorios de fijación rápida.
- **Capacidad: 500 litros.**
- Presión de diseño: 11,5 bar.
- Con certificado CE (Norma EN 286).

• **Un (01) manifold de 4 cilindros:**

- 4 mangueras flexibles de acero inoxidable en malla de alta presión.
- 01 soporte para 4 cilindros.

- 01 rampa con 4 válvulas de alta presión.
- 01 válvula de descarga de alta presión.
- **Un (01) compresor de oxígeno de alta presión excepto de aceite:**
 - Funcionamiento sin necesidad de líquido de refrigeración.
 - Para funcionamiento continuo de 24/24 horas.
 - Cuadro eléctrico para funcionamiento manual y automático.
 - Válvulas de seguridad.
 - Compresión de tres a cuatro etapas.
 - Baja rotación.
 - Manómetros de alta presión.
 - Dispositivos de regulación de presión.
 - Dispositivos de control para funcionamiento automático.
 - **Potencia: 10 HP (7.5 kW)**
 - Con caudal de llenado de hasta 16 m³/h
 - Presión máxima: 150 bar
 - Alimentación eléctrica: 380/3/60

Figura 3.14. Compresor de oxígeno de alta presión



Figura 3.15. Planta de oxígeno (compresor, secador, tanque, concentrador de oxígeno)



Fuente: web América Energy

K. Manifold de la central de oxígeno

Será especialmente diseñado para regular y monitorear el oxígeno a presiones de cilindros de hasta 3000 PSIG. Este Manifold para uso médico deberá cumplir con especificaciones de la NFPA-99/2018, en los requerimientos de performance y seguridad. Asimismo, esta unidad estará calibrada en fábrica y sellada en una caja, para mantener el ajuste de presión apropiado. Será de sistema de fácil de operar, interiormente tendrá un SWITCH de presión que permita hacer funcionar un sistema de alarma audiovisual. Deberá tener indicadores digitales para facilitar la lectura de las presiones de la línea y de las bancadas, también tendrá luces indicadoras para cada bancada, indicando si la bancada está “en servicio” “listo para uso” o “bancada vacía”.

Contendrá los siguientes elementos:

- La lectura digital debe mostrar la Presión PSIG, kPa o bar.
- Sistemas de alarma (hasta 3 A, 30 VDC o 2 A 220 VAC.) audiovisual conectada al Manifold.
- Presión máxima de ingreso: 3000 PSIG.
- Reguladores para reducir la presión de cada banco a la presión intermedia de 200 PSIG

- Regulador de presión en la línea de distribución a 60 +/- 5 PSIG con válvula de bypass.
- Válvula de purga para auxiliar el ajuste de los reguladores de presión y SWITCHES sensores de presión.
- Válvula automática de traspaso con indicador visual de la posición.
- Manómetros de alta presión, uno por banco.
- Válvulas de seguridad intermedia para abrir a la atmósfera, a 250 PSIG.
- Válvula de seguridad en la salida de la línea de distribución, para abrir a 75 PSIG.
- Salida del Manifold ½" NPT-DISS con válvula de purga.
- Caja poder de 115/24 VAC – 220/24 VAC.
- Estabilizador de corriente 220 VOLT. 60 HZ.
- Puerto de salida de señales para monitoreo a distancia.

El Manifold propiamente dicho o cabecero, estará conformado además por dos secciones, una para cada bancada, principalmente constituido por:

- Tuberías de cobre de alta presión, té y conexiones acondicionado y ensamblado en la misma fábrica.
- Válvula de control de alta presión.
- Válvula CHECK de alta presión del tipo bola.
- Conexiones en tubo de cobre electrolítico en forma de espiral, del tipo "dúplex", admitiendo dos cilindros por cada salida.
- Válvulas de salida.
- Conexiones de tubería flexible (PIGTAIL) de alta presión, interior de teflón revestido de acero inoxidable con terminales CGA-540.
- Los soportes serán de pared con cadenas.

Para realizar el cambio de bancada en servicio, se deberá cerrar la válvula de corte del cabezal que está vacío y abrir la válvula del cabezal en reserva. Es importante realizar esto para evitar que se reduzca la presión en la red de

suministro. Posteriormente, se procederá a cambiar los cilindros vacíos por llenos y dejar la bancada en reserva lista para ser usada cuando se requiera.

Es muy importante que al cabezal siempre estén conectados el total de cilindros que se debe tener, pues la falta de alguno permite el ingreso de partículas extrañas o insectos en la tubería, que serán arrastrados por el oxígeno hacia el interior. Todos los cilindros de un cabezal deben ser cambiados al mismo tiempo.

La central de oxígeno medicinal debe contar con interface para control de BMS tipo ON-OFF con bornera de contacto seco.

Figura 3.16. Manifold de oxígeno



Especificaciones técnicas de los materiales

Tubería

Toda la tubería deberá ser de cobre tipo K, sin costura, para armado con accesorios de conexión del tipo "SOLDER" y de la denominación "HARD TEMPER", conocida como "rígida" de acuerdo con lo siguiente:

- a) Tubería de cobre bajo la norma ASTM B 819.
- b) Tipo "K", rígida y sin costuras, de interior pulido y deshidratado. (Especial para usos en gases médicos Químicamente limpia, desengrasada y con tapones en ambos extremos certificada específicamente uso con gas Oxígeno Médico.
- c) Deben ser fijadas a muro, losas, en configuración vertical u horizontal.
- d) Deben ser pintadas con pintura y tratamiento especial, de acuerdo con la nomenclatura completamente que es de color verde claro, toda la tubería de oxígeno
- e) Identificación de tuberías con etiquetas indicando el nombre del gas, y sentido del flujo a cada 5 metros de tubería o después de una derivación, lo anterior debe realizarse a lo largo de toda la tubería.
- f) Adicionalmente a la señalización de la tubería se requerirá de señalización en el cielo falso para identificar ubicaciones de válvulas de corte.
- g) Las trayectorias de las líneas principales serán preferiblemente en pasillos de circulación preferentemente ocultas en el entre cielo de ser posible.
- h) Los tramos de la red que constituyan bajada a toma o cajas serán empotrados a pared adosadas según las características y material de la pared.
- i) Los diámetros para utilizar serán los indicados en los planos.
- j) Los espesores de las tuberías y accesorios no podrán ser menores a 1 mm de pared para tuberías de diámetros menores a 3/4" y 1,5 mm de pared para tuberías mayores a 3/4".

Uniones

- a. Las uniones de accesorios estos a tuberías deben hacerse con soldadura de plata 45%

Accesorios de conexión

- a) Los accesorios deberán ser fabricados en cobre forjado, bajo designación ANSI B16.22. Refiriéndonos a accesorios a acoples tipo "T", "T reducida", codo 45°, codo 90°, codo reducido 90°, acople con ranura, acople sin ranura, tapones, etc.
- b) Fabricados especialmente para conexiones soldadas tipo SOLDER.
- c) Prelavados y desengrasados de fábrica y especialmente preparados para ser usados con Oxígeno Médico.
- d) Anclajes del tipo, de seguridad por auto excavado, de camisa, de rosca interna, de expansión, varillas roscadas de 3/8" diám., acople hexagonal, STRUT, ideales para conexiones estructurales metal-concreto, para las estructuras metálicas de soporte de tuberías, etc.
- e) Fabricados en acero al carbón o de otro material de características similares o superiores.
- f) Para la Soportería se utilizarán perfiles de canal abierto, con extremos libres doblados hacia adentro, con sección cuadrada de 1.5/8" x 1.5/8", laminados y galvanizados, formando estructuras de apoyo debidamente arriostrados y sujetos.
- g) Las tuberías se sujetarán al perfil por medio de abrazaderas de dos piezas atornilladas en la parte superior, para presionar la tubería que deberá utilizar tubería de PVC con una longitud de 1" a cada lado de tal manera que se aisle la tubería de la abrazadera y del perfil para evitar el efecto de corrosión.
- h) Como medida de guía se definen a continuación el soporte de las tuberías horizontales:

Tabla 3.1 Distancia máxima entre soportes – NFPA 99 15.4.5.6.5 – 2021

DIAMETROS	mm	ft
DN8 (NPS ¼) (3/8 in. O.D)	1520	5
DN10 (NPS 3/8) (1/2 in. O.D)	1830	6
DN15 (NPS 1/2) (5/8 in. O.D)	1830	6
DN20 (NPS ¾) (7/8 in. O.D)	2130	7
DN25 (NPS 1) (1 - 1/8 in. O.D)	2440	8
DN32 (NPS 1 ¼) (1 - 3/8 in. O.D)	2740	9
DN40 (NPS 1 ½) (1 - 5/8 in. O.D)	3050	10
Tubería vertical no debe exceder de	4570	15

Nota: Tomado de **(NFPA 99, 2021, pág. 22)**.

Aleación de soldar

Toda la aleación de soldar utilizada en la ejecución de las juntas será una aleación de 45 % plata, 30% de Cobre y 25% de Zinc según Norma DIN 1734 con principio de fusión a 640°C. y estado líquido a 710°C.

Después de realizar la soldadura deberá protegerse con laca o barniz translucido especial a todos los puntos de soldadura a fin de evitar que se sulfate.

Las soldaduras entre tubería y piezas de cobre se ejecutarán por medio de soplete oxiacetilénico, con material de aporte de primera calidad, compuesto por aleaciones de plata-cobre-fósforo.

Válvulas

Las válvulas para derivaciones deberán ser del tipo de tres cuerpos, lavada en fábrica, sellada, listada por UL.

Deberán tener las siguientes características:

- a) Las válvulas de corte serán válvulas esféricas o tipo bola, cerradas con llave y con punto de purga
- b) Su cuerpo será de tres piezas, cuerpo fabricado en bronce forjado para evitar la corrosión, esfera y vástago de acero inoxidable (AISI 316) asientos y frentes de cuerpo en teflón. Las válvulas de bola, o válvulas de esfera, son válvulas de flujo recto y uniforme, con accionamiento de un cuarto de vuelta y con flujo bidireccional. Su diseño se basa en un obturador en forma de esfera hueca que gira entre dos anillos llamados asientos, suelen ser de material blando o metálico.
- c) Manija de la válvula con cubierta en vinil y requerirá que sea de un cuarto de vuelta para abrir o cerrar completamente.
- d) Doble sello en el vástago de la válvula y empaques de teflón.
- e) Diseñada para presiones no menor a 300 PSI o 29" de mercurio.
- f) Para el caso de ser utilizadas para oxígeno deben ser limpiadas para su uso.
- g) Se instalarán en los manifold de bloqueo a ubicarse según detalle del plano correspondiente.
- h) Se preverá una válvula para cada gas médico y una línea de alimentación independiente para cada sala o sector a alimentar.
- i) Tendrá que estar empacada de fábrica y probada a presión, debe cumplir con las normas NFPA 99, CGA y CSA.

Señales

Cada válvula de interrupción deberá ser debidamente identificada con una señal o etiqueta metálica colocada en la vecindad inmediata de la válvula. Las señales para válvulas en montantes que abastecen Sala de Operaciones deberán decir "**Oxígeno para Cirugía, no cerrar**". Esta etiqueta deberá quedar firmemente sujeta a la tubería sin posibilidad de que se desprenda y deberá quedar plenamente visible.

Punto de oxígeno

Es el ensamble de los componentes: tubería, accesorios como codos, adaptadores y soldadura instalado adosados en las paredes cubierto convenientemente según planos o colgados del techo, considerado desde la derivación de la troncal de oxígeno hasta la ubicación del dispositivo de uso de oxígeno. Este deberá ser ubicado de acuerdo con lo indicado en el plano (mirando la cama lado derecho) y a una altura 1.50 m borde inferior sobre el nivel piso terminado. Cada salida deberá terminar en una placa para empotrar y válvula CHECK DISS.

- a) Las salidas o toma de gases médicos estarán integrados a los paneles de cabecera.
- b) Cada panel de cabecera deberá tener a la par de cada salida de Vacío Médico un SLIDE (de forma integrada) para colocación de frasco.
- c) La disposición de los acoples de las tomas sobre el panel de cabecera será: Los acoples de Vacío Médico y Aire Comprimido Médico se ubicarán centralmente y los acoples de oxígeno a ambos extremos de este.
- d) La toma o salida estará compuesta por ensamblaje rugoso o parte posterior y un ensamblaje acabado o parte frontal la cual deberá ser del código de color de cada gas. Traerá la identificación de cada gas de servicio marcado permanentemente en la parte frontal, como en la parte posterior de la salida en la cual podría ser leída a través de una cubierta plástica transparente.
- e) Se requiere válvula doble CHECK para prevenir el flujo del gas cuando la placa sea removida para servicio o mantenimiento.
- f) La toma o salida de gas incluirá una tubería de entrada, de tipo "K", de cobre y de 7" o según la distancia estimada y de ½" de diámetro exterior, con una cinta identificando el nombre del gas específico y un tapón plástico. La rotación del tubo debe permitir la conexión del gas en cualquier posición.
- g) La placa frontal de la salida o toma debe ser removible para facilitar el acceso para inspecciones periódicas o mantenimientos.
- h) Se debe presentar información que los tomas o salidas de gases, han sido fabricadas bajo las normas NFPA o CGA. Probadas 100% en fábrica y libre de fugas.

Placa para empotrar

La placa (toma) para empotrar debe cumplir con las normas NFPA y CGA, tendrá en la cubierta metálica grabada en alto relieve el nombre del gas "Oxígeno", tendrá una plaqueta cromada de una pieza para cubrir la toma con la caja de soporte. Para lograr servicio positivo de presión del gas, la toma debe contar con una válvula de retención secundaria y primaria, la válvula de retención secundaria debe ser regulada a 200 PSI, en caso de que la válvula de retención primaria sea removida por razones de mantenimiento, los cuerpos de las tomas deben ser específicos a cada gas indicando cada servicio de gas a una doble clavija indicadora de cada gas del respectivo módulo identificatorio. Para facilitar la instalación las tomas deben ser fabricadas con un tubo de cobre tipo "K" de conexión giratorio de 360° con un largo de 165 mm y un diámetro de 3/8" ø, el cual es adherido al cuerpo principal de la toma con soldadura de plata, el cuerpo debe ser una construcción de una sola pieza de bronce de 33 mm de diámetro. Las placas (tomas) deben ser de un diseño modular e incluir una plaqueta de montaje de acero para gas específico de 1.6mm diseñada para permitir en el mismo lugar el montaje en serie de múltiples tomas, en cualquier orden de base de un espacio de 127 mm. Asimismo, esta toma debe terminar en una válvula CHECK DISS.

Alarma audio visual

Alarma compuesta por sensor de baja presión, regulable de 40 a 75 PSI, con desconexión automática de 0 – 30 segundos, lámpara y bocina indicadora de falta de presión. Esta se ubicará en zonas adecuadas de acuerdo con el plano equipamiento (Estación de enfermeras y Central de Oxígeno Medicinal) a una altura de 1.80 m borde inferior sobre el nivel del piso terminado. Adicionalmente se instalará una alarma a la salida del sistema de control y regulación del Manifold con señal de salida para monitoreo a distancia.

Identificación de las tuberías

Para su identificación todas las redes de oxígeno visible en muros o colgado del techo se pintarán similar a la cartilla de colores PANTONE 360 (Similar al

color verde Claro) y se emplearán cintas autoadhesivas del mismo color de la tubería indicando el nombre del gas y sentido del fluido espaciados cada 5.00 m a lo largo de toda la tubería o después de una derivación.

Para tuberías que atraviesan muros deberán enfundarse con una vaina de PVC llamada pasa muros de diámetro mayor al tubo del fluido.

Alarma maestra audiovisual (jefe taller)

El sistema contará con una alarma audiovisual que indique cualquier anomalía en la fuente de abastecimiento, y la alta o baja de presión en la red principal y se colocará a la vista en **la central de vigilancia y seguridad, área de mantenimiento mecánico** (24 horas). Esta alarma operará cuando se presente alguna de las condiciones siguientes:

- Alta o baja presión en la línea principal del oxígeno, vacío o aire medicinal, cuando la variación sea de $\pm 20\%$ de la presión de operación.
- Bajo nivel de oxígeno en la central de generación
- Pérdida de presión en la bancada de servicio o de reserva.

La Alarma Maestra Audiovisual debe contar con interfase para control de BMS con protocolo MOTBUS RTU.

Alarma panel maestro para vigilancia de grupos de alarmas de zona con display LCD de 7" a color de pantalla táctil para empotrar en muro de acuerdo al NFPA-99.

Figura 3.17. Alarma maestra,

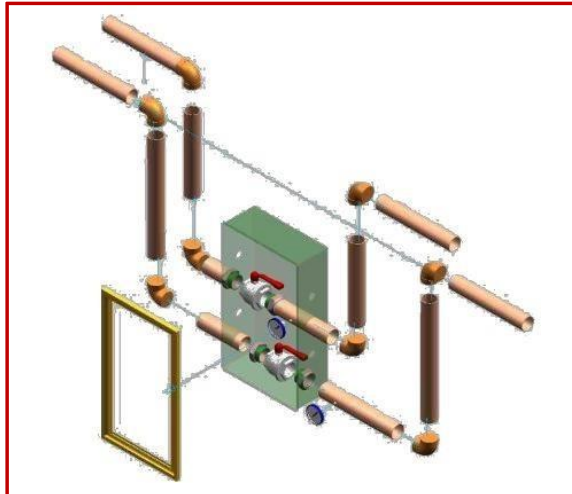


Fuente: "ACMD"

Cajas de corte de zona

Por razones de seguridad y operatividad, un sistema centralizado de gases, debe estar equipado con cajas de corte, de tal forma que el suministro de gas sea fácilmente cortado ante cualquier eventualidad o requerimiento de servicio técnico.

Figura 3.18. Caja de corte



Fuente: Gobierno Regional Lambayeque

Las Cajas de corte deben ser empotradas en la pared, de un tamaño que depende de los gases que se controlan, completamente alineadas con la vertical. Además deberán estar debidamente ventiladas.

Estas se encuentran dentro de cajas metálicas provistas de ventanillas removibles que posean la suficiente amplitud para permitir la operación manual de las válvulas.

En este proyecto las encontraremos para el manejo de dos (Doble) y tres (Triple). Estas se ubicarán en sitios visibles, fuera de la zona que controla el suministro y ubicadas en la pared.

Las cajas de válvulas de área deben ser suministradas por un único proveedor especializado, como una unidad completa que incluya además las alarmas.

Los materiales utilizados para la fabricación de estas cajas son:

- Soldadura de plata
- Válvula de Bola en Bronce

- Marcos en aluminio
- Tapa en policarbonato
- Manómetros
- Tubo con racor en bronce
- Aislantes en nylon
- Sujetador de válvulas
- Bloque para manómetro
- Tornillería
- Pintura

Figura 3.19. Caja de valvulas



Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque

Deben estar identificadas de la siguiente manera (NFPA-99):

- Calcomanía en el acrílico con el nombre del gas indicando la entrada de flujo.
- Etiqueta con señal o símbolo químico: **(Nombre del gas medicinal)**
- Etiqueta con señal de **“No cerrar excepto en caso de emergencia”**.
- *Esta válvula controla el suministro al área de (Cirugía 1 Ejemplo)*

La línea principal de suministro al sistema contará con una válvula de corte localizada en un lugar fácilmente accesible en caso de emergencia.

Las válvulas de corte instaladas en líneas laterales se dispondrán de tal manera que al cerrarlas no interrumpen el suministro de gases medicinales al resto del sistema.

El cierre o apertura del suministro deberá efectuarse mediante un giro a 90° de la manija, las válvulas vienen en diferente diámetro dependiendo el gas a utilizar.

Pruebas de redes gases medicinales

Se realizarán las pruebas necesarias para verificar y garantizar el buen funcionamiento del sistema de gases medicinales.

Prueba De Contaminación / Partículas

Los barridos en las redes se realizan con aire y deben ser efectuados por sectores.

Esta se hace con el fin de retirar partículas que se hayan incorporado a la red en el momento de su instalación y puedan afectar el buen funcionamiento de la misma.

Al realizarse el primer barrido con aire el segundo debe ser realizado con un intervalo de tiempo de mínimo 5 minutos para terminar de arrastrar partículas restantes.

- **Prueba De Estanqueidad**

La prueba de presión o estanqueidad se realiza a una presión de 100 PSI, durante un tiempo de 24 horas con una caída de presión máxima del 5 %.

En caso contrario debe repetirse después de realizarse las correcciones necesarias al sistema.

Prueba De Detección De Fugas

Mediante la aplicación de agua Jabonosa se busca antes de realizar la prueba de presión detectar y corregir fugas de gas en el sistema.

Es posible que si la prueba de presión no brinda los resultados satisfactorios deba aplicarse la prueba de detección nuevamente para localizar las fallas del sistema.

Si mediante la aplicación de las pruebas y luego de realizar los ajustes requeridos no se obtienen resultados satisfactorios deberá hacerse el cambio de todos aquellos elementos (accesorios) que puedan presentar fallas.

- Prueba De Gases Cruzados / Flujo

La prueba de gases cruzados se realiza para verificar que en cada una de las líneas instaladas fluye únicamente un gas y que este es el indicado para dicha línea.

Debe repetirse hasta que se tenga la certeza de que no se tienen problemas de dualidad de gases en alguna de las líneas.

3.2. Ejecución del proyecto

- 3.2.1. Etapa I: Verificación de la demanda de oxígeno, distribución y Replanteo de red de Tuberías.

a) verificación de demanda de oxígeno. Para la verificación de la demanda de oxígeno se necesitará la cantidad de puntos de oxígeno, el tipo de ambiente que es destinada dicha habitación y las tablas de los puntos de salida de oxígeno que nos brinda “Las normas de diseño de Ingeniería del Instituto Mexicano de Seguro Social”.

Figura 3.20. Calculo cantidad de salidas

AMBIENTES	Tabla 13.1			
	Cantidad de Salidas	Tipo de Uso	Factor de Conversion	N° Equivalente
PRIMER NIVEL				
Sala de Observacion Adulto	4	A	2	8
Sala de Observacion Niños	1	A	2	2
Sala de Procedimientos de Enfermeria	1	B	1	1
Topico de Urgencias y Emergencias 1	1	B	1	1
Topico de Urgencias y Emergencias 2	1	B	1	1
SEGUNDO NIVEL				0
Sala de Partos	1	A	2	2
Atencion Inmediata al Recien Nacido	1	B	1	1
Sala de Dilatacion	2	B	1	2
Sala de Puerperio Inmediato	4	A	2	8
TERCER NIVEL				0
Sala De Internamiento Hombres 1	2	B	1	2
Sala De Internamiento Mujeres 1	1	B	1	1
Sala De Internamiento Mujeres 2	2	B	1	2
Sala de Internamiento Niños (Pediatria)	2	B	1	2
Sala De Internamiento Hombres 2	1	B	1	1
			TOTALES	34

Figura 3.21. Calculo consumo de oxigeno

Calculo del consumo de oxigeno		
Subtotal flujo de Gas (tabls 3.2)	565	lpm
Factor Simultaneidad	0.25	
Consumo Total	141	lpm
Consumo Total por hora	8.46	m3 hora
Consumo del compresor de llenado (booster)		
volumen total de cilindros a llenar	40	m3
tiempo minimo para llenar	8	horas
Gasto del booster	5	m3/h
Capacidad Minima de la central de oxigeno	13.46	m3/ hr

De acuerdo con lo hallado, la capacidad mínima es 13.46 m3/hora, posteriormente se revisa la tabla de los modelos de los generadores (Concentrador) de oxígeno, encontrando que el modelo más adecuado para este proyecto es el “AEO25 – 15X” el cual tiene una capacidad de 15 m3/hora y es el siguiente superior a la capacidad de oxígeno necesitada.

Figura 3.22. Modelos disponibles por “América Energy”

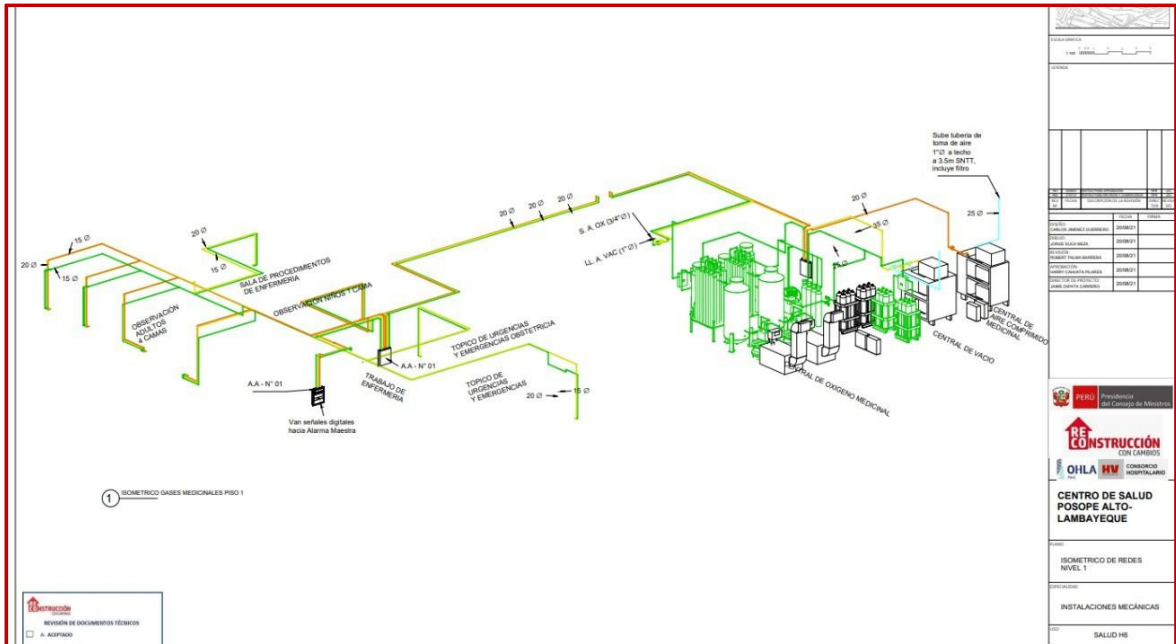
MODELO	Caudal de O2		Caudal de aire requerido		Cant. módulos	Conex. Ent. (In)	Conex. Salida (In)	Dimensiones L x W x H	Peso	
	(Nm3/h)	(cfm)	(cfm)	(m3/h)				Pulgadas [mm]	(Lb)	(Kg)
AEO2S-5.5	5.5	3.2	34.2	58.1	1	1/2	3/8	45 x 44 x 59 [1,143 x 1,118 x 1,499]	1,600	726
AEO2S-7.5	7.5	4.4	46.6	79.2	1	1	3/8	45 x 44 x 75 [1,143 x 1,118 x 1,905]	1,985	900
AEO2S-11	11	6.5	68.3	116.1	1	1	1/2	52 x 48 x 82 [1,321 x 1,219 x 2,083]	2,650	1,202
AEO2S-15X	15	8.8	93.2	158.4	2	1	1/2	45 x 82 x 75 [1,143 x 2,083 x 1,905]	3,970	1,800
AEO2S-22X	22	12.9	136.6	232.2	2	1-1/2	1/2	52 x 95 x 82 [1,321 x 2,413 x 2,083]	5,300	2,404
AEO2S-33X	33	19.4	205.0	348.5	3	1-1/2	2x1/2	102 x 95 x 82 [2,591 x 2,413 x 2,083]	7,950	3,606
AEO2S-44X	44	25.9	273.3	464.6	4	2	2x1/2	102 x 95 x 82 [2,591 x 2,413 x 2,083]	10,600	4,808

Fuente: América Energy

b). Replanteo de red de tuberías. Para evaluar un posible replanteo en la distribución de la red de tuberías para el sistema de oxígeno medicinal se debe tener claro los tres tipos de tuberías.

- **Red principal:** Es aquella tubería que conecta la central de oxígeno medicinal hacia las elevaciones y/o Ramales.
- **Elevaciones:** Son tuberías de forma vertical que conectan la red principal hacia los ramales.
- **Ramales:** Son aquellos tramos de tubería que conectan las elevaciones y/o red principal hacia las habitaciones.
- **Bajadas:** son aquellas tuberías que se encargan de conectar los ramales hacia los puntos de suministro de oxígeno.

Figura 3.23. Plano isométrico



Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque

Luego se tendrá que usar los planos contractuales, verificando en campo las posibles interferencias con otras especialidades y buscando la mejor ruta el cual nos permita reducir el recorrido de tuberías y también la cantidad de accesorios el cual nos permita reducir las pérdidas de carga primaria y secundaria, sin afectar la llegada de la red de tuberías a los puntos de suministro. Estos replanteos serán actualizados e incluidos en los planos “Asbuilt” del proyecto (ver anexo 6 y 7).

3.2.2. Etapa II: Procedimiento escrito de trabajo

Antes de inicio de las actividades diarias.

- Todo personal que realizará trabajos en altura deberá contar con la aptitud médico ocupacional.
- Entrega e inspección de los EPP específicos acorde al tipo de actividad a realizar.
- Todo el personal antes de iniciar sus labores deberá recibir la Reunión de Seguridad de 05 minutos a cargo del Residente, Ingeniero de Campo, Capataz o Supervisor de SSOMA.
- El Líder de la cuadrilla elabora el análisis seguro de trabajo (AST), con participación de todos sus compañeros involucrados en la tarea, identificando los riesgos y estableciendo las medidas de corrección y control, así como de otros permisos de seguridad de gran relevancia.
- Los trabajadores deben recibir adicionalmente las recomendaciones de acuerdo a la labor a realizar, con la finalidad de obtener la comprensión, conocimiento y asegurarse de que cuentan con la habilidad para realizar tales tareas de una manera segura.
- Verificación del área de trabajo, esta no deberá estar obstaculizada, delimitar con cinta y señalética según la actividad a realizar.
- Las Herramientas, se encontrarán inspeccionadas y marcadas según código de colores vigente para el mes de aplicación como evidencia de su operatividad y buen estado, esto se realizará dependiente del uso, diario, semanal o mensual.
- Se inspeccionará todos los elementos de protección personal de manera periódica y será registrado en el formato correspondiente y en especial en las actividades de alto riesgo.
- Es de obligatoriedad de los trabajadores mantener el orden y la limpieza en sus áreas de trabajo (antes, durante y después de sus labores).
- Es responsabilidad del Capataz, Supervisor de Campo y/o Jefe de Grupo verificar que se cumpla con lo establecido en este procedimiento, bajo responsabilidad de la legislación vigente y medidas correctivas aplicables.
- Se deberá contar con la modulación de los andamios como referencia al utilizarlo.

Durante las actividades diarias

- Se colocará en un lugar visible los AST y demás formatos a utilizar debidamente firmados por los encargados.
- Se prohíbe el traslado o pase del personal por debajo de la sombra de caída del material.
- El material deberá apilarse de manera organizada dentro de una zona prudente de tal manera que no impida el pase de personal y equipos.
- Se prohíbe correr por la zona de trabajo.
- Toda actividad donde las condiciones de trabajo cambien se volverá a realizar el análisis de AST y se realizarán los permisos que requiera en caso no los tuviera.
- Se debe contar con luminarias en cantidad suficiente para los trabajos nocturnos y en lugares que se requiera.
- El personal involucrado en la tarea contará con todo su EPP básico y específico si lo requiere.
- No se debe acopiar materiales a menos de 0.60 m del borde de la excavación y en todo caso si es que éstos son susceptibles de rodar al interior.

Consideraciones para trabajos en caliente.

- Todo trabajo en caliente es la zona donde se va a realizar un trabajo con presencia de fuentes de calor, llama abierta o chispa. Estas pueden estar dentro o fuera de los talleres.
- Antes de iniciar los trabajos en caliente se deberán generar el permiso de trabajo en caliente y los que sean necesarios para iniciar la actividad.
- Asegurarse que todo el personal que realiza Trabajos en Caliente cuente con la capacitación respectiva.
- Para los trabajos en caliente se contará con un observador de fuego, quien estará asignado para quedar en la observación permanente del área durante todas las fases del trabajo en caliente. Debe saber operar un extintor portátil.
- Asegurar que su área de trabajo se encuentre libre de probabilidad de incendio (acumulación de materiales inflamables y/o combustibles).

- Inspeccionar sus equipos antes de iniciar los trabajos en caliente y notificar a su supervisor de algún desperfecto encontrado.
- Usar correctamente el EPP apropiado, de acuerdo a lo especificado en el presente procedimiento.
- Obtener la Autorización para Trabajos en Caliente antes de iniciar el trabajo.
- Notificar a su supervisor inmediato antes de iniciar algún trabajo en caliente.
- El observador de fuego deberá inspeccionar previamente el área de trabajo en caliente verificando el retiro de peligros potenciales de incendio o explosión y puntos de reactivación de llamas.
- Observar y extinguir cualquier fuego o punto caliente producto del trabajo.
- Asegurar que se retire fuera de un radio de 20 metros cualquier peligro potencial de incendio o explosión. En caso no pudieran ser retirados deberán ser cubiertos con elementos resistentes al fuego.

Consideraciones para trabajos en altura:

- Antes de iniciar alguna actividad sobre el 1.8 m, se deberán generar el PETAR para trabajos en altura y Check List de arnés, escalera, andamio, altura, etc.
- Utilizar arnés de seguridad y líneas de vida con doble línea y amortiguador de impacto sobre el 1.80 m, estar siempre enganchado a un punto de anclaje.
- Uso obligatorio del barbiquejo sobre la barbilla.
- Delimitar el área de trabajo donde se realice cualquier actividad en altura, si es necesario se implementará vigías para restringir el paso a personas extrañas a la actividad.

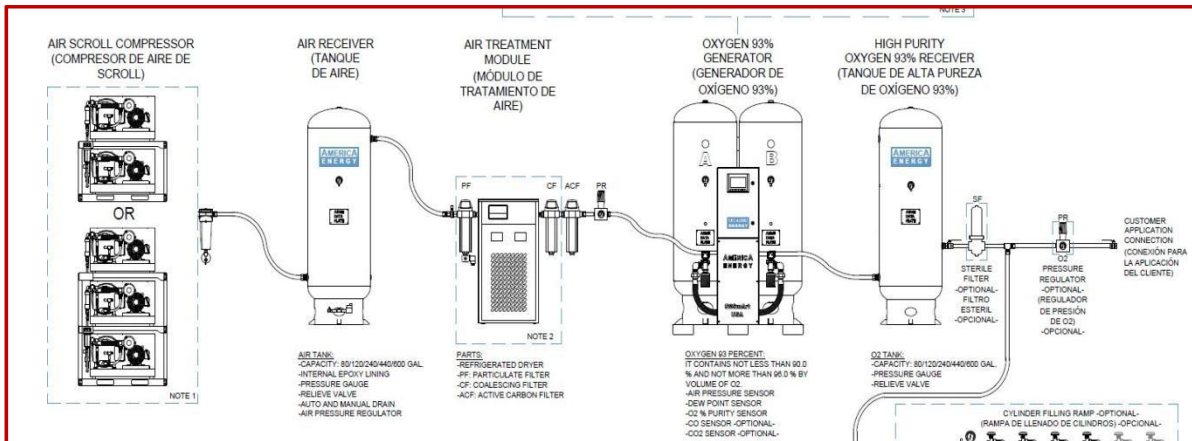
Personal participante del desarrollo del proyecto

- RO: Residente de obra
- RC: Responsable de Calidad
- SS: Supervisor de Seguridad
- CAP: Capataz

Procedimiento de instalación planta de oxígeno

- Verificar la ubicación de la planta de oxígeno de acuerdo con lo indicado en los planos mecánicos, plano de detalle y plano de principio de gases.
- Verificar si la ubicación asignada cuenta con los pre-requisitos necesario para la instalación del sistema.
- Descargar y transportar todos los componentes de la planta generadora de oxígeno a través de un montacargas adecuado para el peso de cada componente.
- Liberar la ruta de acceso del montacargas desde el punto de descarga hasta la ubicación donde se instalará la planta.
- Al término del traslado de los componentes de la planta de oxígeno, se pueden maniobrar dentro del ambiente asignado a través de una estoca adecuada para el peso de cada componente, hasta que se ubiquen en la posición final de instalación.
- Verificar que el aire de admisión al compresor de aire se encuentre libre de contaminantes como gases de escape de los motores de combustión interna, productos anestésicos, sanitarios o sistemas de ventilación.
- Anclar el compresor de aire al piso terminado mediante pernos de expansión.
- Conectar la salida del compresor de aire a los tanques contenedores de aire húmedo, la salida de los tanques a la entrada del filtro de partículas y el filtro de partículas al secador de aire.
- Conectar la salida al filtro de carbón activado.
- Conectar el secador la salida del filtro de carbón activado al generador de oxígeno psa..
- Verificar que el generador de oxígeno se encuentre anclado al piso.
- Conectar la salida del generador de oxígeno al tanque contenedor de oxígeno.
- Verificar que el sistema se haya instalado de acuerdo con el esquema.

Figura 3.24. Esquema planta de oxígeno



Fuente: América energy

- Realizar las conexiones eléctricas de acuerdo con lo indicado en la placa de características de cada equipo.
- Energizar el compresor de aire, secador de aire y el generador de oxígeno.
- Verificar en cada componente la tensión que deberá ser de acuerdo a lo indicado en la placa característica de cada equipo.
- Verificar que el sentido de giro del motor del compresor coincida con la flecha indicada en el motor, si no coincide cambiar las fases en la llave principal del compresor.
- Verificar la tensión en el secador de aire y en las válvulas de purga automática de los tanques de aire húmedo.
- Verificar la tensión en la llave principal del generador de oxígeno.
- Puesto en marcha todo el sistema, verificar las tensiones y el amperaje en la llave principal del tablero eléctrico, verificando que la llave principal este correctamente dimensionada.

Procedimiento de Instalación de redes de oxígeno medicinal

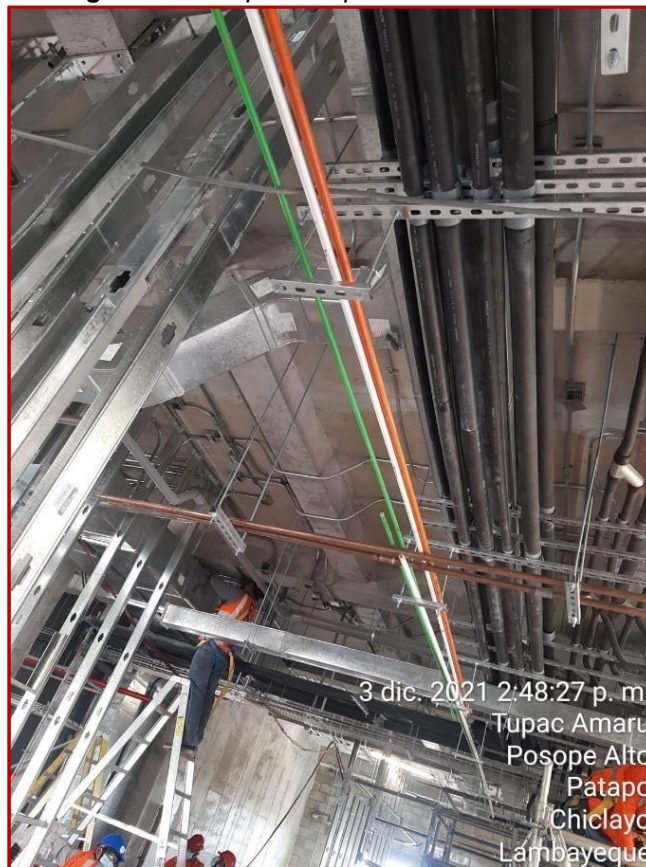
- **Instalación de soportería para montaje de tubería**
 - El recorrido de tubería será demarcado en toda su longitud para conservar la linealidad y paralelismo entre tubería de gases medicinales y otras instalaciones.
 - Las tuberías no deberán pasar junto a cables eléctricos (las redes de gases y los servicios eléctricos deberán instalarse en compartimentos

separados o estar separados una distancia superior a 50 mm.), ni tuberías de combustibles líquidos. Las tuberías no podrán pasar por el interior del hueco de ascensores, ni por la central de calefacción.

- Para la demarcación a niveles superiores de 1.80m se utilizará andamios de dos cuerpos con su certificación correspondiente, así como escaleras certificadas en áreas donde no sea posible instalar los andamios.
- No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. Todas las conexiones a la estructura se dimensionarán de acuerdo con la carga aplicada real más cualquier aumento de componente sísmico vertical. No dimensionar la conexión a la estructura de acuerdo con el tamaño de la varilla de suspensión roscada.
- La distancia máxima entre soportes de tubería estará de acuerdo con los diámetros de tubería (NFPA 99 5.1.10.6.4.5). Se detalla en la tabla 3.3
- Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.
- Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.
- Luego de realizar el marcado de los puntos de donde se instalarán los soportes, se realiza la perforación del techo con un taladro, esto para la colocación de los tacos de expansión zincados de 3/8" donde se roscará la varilla de 3/8"
- Cada soporte unistrut tendrá dos varillas de la misma medida instaladas paralelamente
- Las varillas roscadas zincadas de 3/8" serán roscadas en el respectivo taco de expansión, la longitud de cada varilla dependerá de la disponibilidad de altura de cada zona.

- Para la sujeción de riel strut con la varilla roscada se utilizará tuercas zincada de 3/8" en ambos lados del canal strut para su sujeción.
- Para la sujeción de las tuberías al soporte tipo strut, se utilizará abrazaderas tipo strut según el diámetro de la tubería.
- Para evitar la humedad potencial y/o contacto metal-metal entre el tubo de cobre y la abrazadera y el riel (Corrosión galvánica), este tramo de tubería se puede aislar con plástico, PVC ó neopreno. (NFPA 99 5.1.10.6.4.4).

Figura 3.25. Soportería para tubería de cobre



- **Soldadura de tuberías**

- Verificar el área de trabajo, el cual debe estar libre de materiales inflamables.
- Preparar y acondicionar los equipos necesarios para los trabajos de soldadura.
- Para los trabajos de soldadura mayor a 1.80m de altura, se utilizará un andamio de dos cuerpos con su certificado correspondiente.
- Trasladar y ubicar las botellas de oxígeno y acetileno en la zona de trabajo. Estas deberán estar ubicadas en sus respectivos coches porta cilindros sujetadas con cadenas.
- Instalar los reguladores para ambos cilindros, manguera y caña de soldeo, dándole un correcto ajuste con llave francesa.
- El soldador se posicionará en la zona de trabajo con los accesorios que serán soldados (tuberías y accesorios).
- El ayudante se posicionará para abrir las botellas de los gases (oxígeno y acetileno).
- El soldador desbloquea los bloqueadores de llama en los sistemas de oxígeno y acetileno para que pueda suministrarse de gas a la caña de soldeo.
- El soldador deberá mantener la caña de soldeo con la perilla cerrada antes que sea suministrado los gases.
- Se utilizará soldadura de plata al 45% Ag. Libre de cadmio
- Corte los tubos perpendicularmente al eje del tubo para que los cortes no se deformen y queden con una superficie lisa. Se recomienda la utilización de equipo especial cortatubos.

Figura 3.26. Imagen de un Cortatubo



Fuente: Gobierno Regional Lambayeque

- Limar el extremo del tubo y el corte para quitar todas las rebabas producidas por el mismo.
- Lijar la superficie interna y externa de las partes a unir, para retirar las capas de óxido de cobre para garantizar que la unión soldada sea la adecuada. Cuidar de remover toda suciedad o grasa

Figura 3.27. Limado de tubería



Fuente: Gobierno regional de Lambayeque

Figura 3.28. Accesorio de cobre



Fuente: Gobierno regional de Lambayeque

- Aplicar el fundente en forma de pasta o polvo a las superficies de las partes a unir. Introducir la tubería en conexión hasta el tope. Gire en una y otra dirección para distribuir uniformemente el fundente.
- El ayudante abre las válvulas de los cilindros.
- Se regula la llama con la que se soldará hasta obtener una llama de color azul con la parte central amarillenta.

- Una vez obtenida dicha llama se procede a calentar la zona donde se realizará la pega para que pueda adherirse la soldadura.
- Estando caliente dicha zona el soldador procede a tomar una varilla de soldadura de plata al 45% (libre de cadmio), calienta un poco la parte superior de la varilla con la llama y a la vez la pasa por el pote de fundente (se calienta la varilla para que se adhiera el fundente a la varilla). Seguidamente se procede a acercar dicha combinación de soldadura con fundente a la zona donde se realizará la pega acercando en todo momento la caña de soldeo para que así corra la soldadura por la luz existe entre la tubería y la conexión que se embonó al inicio.
- Una vez terminada la soldadura de la junta se regula la perilla de la caña de soldeo en sentido antihorario para que se corte la llama.
- Después de realizar completamente la pega se procede a enfriar la junta soldada con un trapo con agua o colocando la junta soldada en agua fría, para que así la soldadura tenga consistencia y adquiera las propiedades correctas.

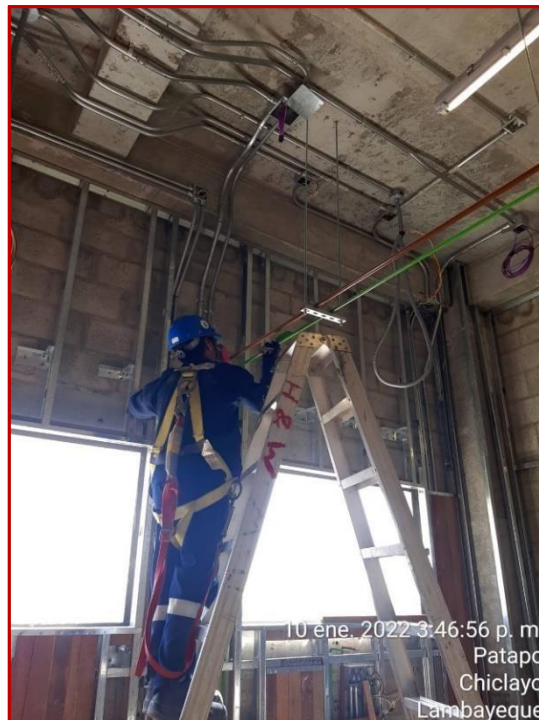
Figura 3.29. Proceso de soldeo



- **Montaje de tuberías**

- Colocar los soportes de tubería que de acuerdo con el análisis detallado de la posición de las otras instalaciones y equipos para determinar la posición exacta.
- Las tuberías deben por regla general ir horizontalmente en el cielo raso y verticalmente en la pared, evitando el contacto con los equipos eléctricos, tubos, etc.
- Por regla general, debe separarse la tubería de gases medicinales a una distancia no menor de más de 100 mm de las instalaciones eléctricas.
- En el caso que las tuberías de cobre estén empotradas en la placa de concreto, se colocará un protector de tubo de PVC en toda la extensión de la tubería, para evitar el contacto de la tubería de cobre con el concreto.
- En el caso que las tuberías se empotren en muro de albañilería, se realizará canales en los muros para empotrar la tubería juntamente con la protección de PVC

Figura 3.30. Montaje de tuberías



- **Pintado de tuberías**

- Limpiar la superficie de la tubería de cobre con un trapo industrial limpio dejándolo libre de partículas de polvo para la aplicación de la pintura esmalte gloss.
- Lijar la superficie de la tubería de cobre con una lija fina N°120 ó N°150 para crear la rugosidad necesaria y de esta manera asegurar la adherencia de la pintura esmalte gloss.
- Preparar y acondicionar los equipos necesarios para la aplicación de la pintura: compresora, pistola para lavar con el disolvente, manguera y accesorios.
- Realizar el pintado de las tuberías en forma horizontal, verificando una adecuada ventilación en el área de trabajo.
- En caso se utilice la pintura esmalte gloss se dejará secar al tacto por un periodo de 10 minutos. Al tacto duro de 2 a 3 horas.
- En caso de utilizar otro tipo de pintura el tiempo de secado al tacto es de 1 a 2 horas y al tacto duro de 6 a 8 horas.
- Aplicar una segunda capa de pintura si fuera necesario.
- Los colores de las tuberías para las redes de Oxígeno visibles se pintarán de color verde claro Pantone 360. Tal como se indica en la NTS 110 – MINSA/ DGIEM – V01.
- Finalizado la aplicación de la pintura, realizar la limpieza de los equipos (compresora y accesorios) utilizando el disolvente recomendado. Secar con trapo industrial los equipos para ser almacenado al final de la jornada diaria de trabajo.

Figura 3.31. Pintado de tubería

