

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



**“CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
DEL SISTEMA DE GASES MEDICINALES EN EL
MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL
HOSPITAL SAN MARTÍN DE PANGOA – DEPARTAMENTO DE
JUNÍN”**

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

YURI YVES CASTILLO HALLASI

Callao, 2022

PERU

A stylized signature in blue ink, consisting of a long horizontal stroke with a small loop at the end.

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Asesor

A stylized signature in blue ink, featuring a large, flowing 'Y' and 'C' followed by a horizontal line.

YURI YVES CASTILLO HALLASI
Bachiller

**ACTA N° 113 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO O INGENIERO EN
ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 161 ACTA N° 113 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 26 días del mes noviembre, del año 2022, siendo las 20:35 horas, se reunieron, en la sala virtual de Google meet: <https://meet.google.com/yoo-uhwz-hwh>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO EN ENERGÍA de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	JUAN MANUEL PALOMINO CORREA	: Presidente
Dr.	NELSON ALBERTO DÍAZ LEIVA	: Secretario
Mg.	JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ	: Miembro
Mg.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Asesor

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **CASTILLO HALLASI, YURI YVES**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía, sustenta el informe titulado **"CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE GASES MEDICINALES EN EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGOA-DEPARTAMENTO DE JUNÍN"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

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 exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa MUY BUENO y calificación cuantitativa 17 (Diecisiete), la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021.

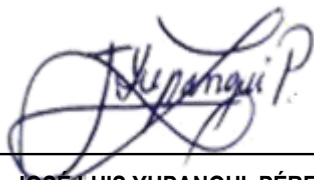
Se dio por cerrada la Sesión a las 21:09 horas del día 26 de noviembre de 2022.



Dr. **JUAN MANUEL PALOMINO CORREA**
Presidente



Dr. **NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA**
Secretario



Mg. **JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ**
Miembro















Mg. **ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY**
Asesor

Document Information

Analyzed document	II_CICLO_TSP_CASTILLO_HALLASI_YURI (1).docx (D174933875)
Submitted	9/30/2023 2:01:00 AM
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	18%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS_DET_MIGUEL ACERO....PANGO...V6..JUEVES 06.08.2020.UNIDO FINAL.pdf Document TESIS_DET_MIGUEL ACERO....PANGO...V6..JUEVES 06.08.2020.UNIDO FINAL.pdf (D77657532)		2
SA	Romero Chavez Katherine ver final.pdf Document Romero Chavez Katherine ver final.pdf (D172278989)		12
W	URL: http://www.onergy-contratistas.com/ Fetched: 9/30/2023 2:01:00 AM		1
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D165058986)		2
SA	2868.- Zelaya Castro, Juan Carlos.pdf Document 2868.- Zelaya Castro, Juan Carlos.pdf (D33798327)		47
SA	2868-Zelaya Castro, Juan Carlos_.pdf Document 2868-Zelaya Castro, Juan Carlos_.pdf (D110700260)		7
SA	JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA MONOGRAFIA (corregido2).docx Document JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA MONOGRAFIA (corregido2).docx (D111516440)		2
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D165053840)		1
SA	JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA MONOGRAFIA (corregido).docx Document JOB BEN SIMON AUZZA OCHOA MONOGRAFIA (corregido).docx (D111212742)		7
SA	13835-Coronel Chamorro, Luz Esmeralda_.pdf Document 13835-Coronel Chamorro, Luz Esmeralda_.pdf (D55248791)		1
SA	TRABAJO DE SUFICIENCIA MARCO ROLDAN 01_03_21_.docx Document TRABAJO DE SUFICIENCIA MARCO ROLDAN 01_03_21_.docx (D97411497)		1
W	URL: https://www.calculator.net/matrix-calculator.html Fetched: 3/12/2020 12:58:34 PM		2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

N° 050-2023-UI-FIME

CONSTANCIA DE AUTENTICIDAD

LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, quien suscribe;

HACE CONSTAR:

El(la) Señor(ita): **CASTILLO HALLASI YURI YVES**, identificado(a) con DNI N° **45932430** y código de matrícula N° **082853-C**, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, ha concluido su **INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, titulado: **“CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE GASES MEDICINALES EN EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGOA-DEPARTAMENTO DE JUNÍN”**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero en Energía, cuyo reporte del sistema Urkund es 18% de similitud; por lo que en calidad de Director de la Unidad de Investigación y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos (aprobado con Resolución N° 150-2023-CU del 15.06.23), se da constancia de la AUTENTICIDAD DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.

Se expide la presente, a solicitud del interesado(a) para los fines que estime pertinentes.

Bellavista, 03 de octubre del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva
Director

N°. Operación: 4971309104 S/ 8.00 28/08/2023 15:14 p.m.

/Carmen.
c.c.: Archivo

DEDICATORIA

El presente informe está dedicado a la memoria de mi padre Adalberto quien batalló hasta el último día de vida para verme cumplir este sueño que más allá de ser mío es nuestro.

Pero, sobre todo, a ese ser que con su sonrisa angelical y su hermoso rostro hace que mis días sean maravillosos brindándome las fuerzas necesarias para la finalización de este informe. Esto va dedicado a ti Ana Micaela porque mi corazón te pertenece. Te amo

AGRADECIMIENTO

Sin lugar a dudas alcanzar este logro solo pudo ser posible gracias al apoyo incondicional de mi adorada madre Abelina, de mis hermanos a quienes les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes momentos de felicidad que siempre me han causado. y de manera especial a mi hermana Iliana quien estuvo a mi lado sobre todo al inicio de mis estudios superiores.

Agradecer profundamente también a la familia Quispe Hallasi por abrirme las puertas de su hogar y darme la oportunidad de culminar con mi carrera.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1	Objetivos:.....2
1.1.1	Objetivo General.....2
1.1.2	Objetivos Específicos2
2.1	Organización de la empresa o institución2
1.2.1	Reseña Histórica:2
1.2.2	Filosofía empresarial4
1.2.3	Estructura Organizacional6
1.2.4	Mapeo de procesos 12
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	14
2.1	Marco Teórico 14
2.1.1	Antecedentes:..... 14
2.1.2	Bases teóricas: 16
2.2	Descripción de las actividades desarrolladas55
2.2.1	Etapas de las actividades55
2.2.2	Diagrama de flujo57
III. APORTES REALIZADOS.....	58
3.1	Planificación, ejecución y control de etapas.....58
3.2	Resumen de resultados 102
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	108
4.1	Discusión 108
4.2	Conclusiones 113
V. RECOMENDACIONES	114
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXOS.....	119
Anexo 1: Planos de arquitectura – Distribución de las redes de tuberías	119

Anexo 02: Criterios Normativos de Ingeniería Instituto Mexicano del Seguro Social	128
Anexo 03: Criterios Normativos de Ingeniería Instituto Mexicano de Seguro Social	129
Anexo 04: Gasto de gases de presión positiva - Tabla13.2 de las Normas del IMSS	129
Anexo 05: Gasto de gases de presión negativa – Sistema de Vacío.....	130
Anexo 06 Cálculo de los diámetros de la Red de Oxígeno	133
Anexo 07: Cálculo de los diámetros de la Red de Aire Comprimido Medicinal.....	138
Anexo 08: Cálculo de los diámetros de la Red de Vacío clínico	140
Anexo 09: Planos de detalle – Paneles de cabecera	145
Anexo 10: Guía de salida, oxígeno, vacío, aire medicinal... ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 11: Planos de Equipamiento	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características del oxígeno.....	19
Tabla 2.2 Características del aire comprimido.....	21
Tabla 2.3 Identificación y código de colores para tuberías NTS 110 MINSA ...	45
Tabla 2.4 Distancia máxima entre soportes NFPA 99 15.4.5.6.5 – 2021.....	46
Tabla 2.5 Etapas del proyecto.....	56
Tabla 3.1 Diámetros mínimos para las tuberías de gases médicos.....	68
Tabla 3.2 Pérdidas de presión por cada gas.....	69
Tabla 3.3 Ubicación de las cajas de válvulas en el primer piso Hospital	SMP 76
Tabla 3.4 Ubicación de las cajas de válvulas en el segundo piso Hospital	SMP 76
Tabla 3.5 Ubicación de las cajas de válvulas en el tercer piso Hospital	SMP 76
Tabla 3.6 Ubicación de las alarmas de área en el primer piso Hospital	SMP 79
Tabla 3.7 Ubicación de las alarmas de área en el segundo piso Hospital	SMP 79
Tabla 3.8 Ubicación de las alarmas de área en el tercer piso Hospital	SMP 79
Tabla 3.9 Ubicación de los paneles de cabecera en el primer piso Hospital	SMP 83
Tabla 3.10 Ubicación de los paneles de cabecera en el segundo piso Hospital SMP.....	83
Tabla 3.11 Ubicación de los paneles de cabecera en el tercer piso Hospital	SMP 83
Tabla 3.12 Número mínimo de entradas de vacío por servicio clínico.....	85
Tabla 3.13 Salidas de oxígeno por localización clínica.....	86

Tabla 3.14 Caudal en función del número de salidas.	86
Tabla 3.15 Cálculo de la capacidad de la planta generadora de oxígeno Hospital SMP.....	90
Tabla 3.16 Cálculo de la capacidad de la central de acm Hospital SMP.	93
Tabla 3.17 Selección de la potencia del motor central de acm Hospital SMP.	94
Tabla 3.18 Cálculo de la capacidad de la central de vacío clínico Hospital SMP.	96
Tabla 3.19 Selección de la potencia de la bomba central de vacío clínico Hospital SMP.....	98
Tabla 3.20 Cálculo de la capacidad de la central de ega Hospital SMP	100
Tabla 3.21 Servicios que requieren el suministro de gases médicos Hospital SMP	103
Tabla 3.22 Longitud total por diámetros de la red de tuberías de oxígeno medicinal Hospital SMP	104
Tabla 3.23 Longitud total por diámetros de la red de tuberías de vacío clínico Hospital SMP.....	104
Tabla 3.24 Longitud total por diámetro de la red de tuberías de aire comprimido medicinal Hospital SMP.....	104
Tabla 3.25 Longitud total de la red de tuberías de ega Hospital SMP	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Logo de la empresa ONERGY CONTRATISTAS S.A.C.....	3
Figura 1.2 Instalación de manifold de emergencia de oxígeno medicinal.....	4
Figura 1.3 Organigrama de la empresa ONERGY CONTRATISTAS S.A.C.	6
Figura 1.4. Vista panorámica del estado actual del Hospital de nivel II Pangoa.	7
Figura 1.5 Planta generadora de oxígeno en la Universidad Señor de Sipán Chiclayo.....	7
Figura 1.6 Instalación de compresor de aire dental en el Centro Biomédico Videna.	8
Figura 1.7 Caja de válvulas del equipamiento médico de la Clínica Peruano Japonesa.	8
Figura 1.8 Planta de oxígeno en la Universidad Cesar Vallejo Los Olivos.....	9
Figura 1.9 Planta de oxígeno en la Villa Deportiva Panamericana Villa el Salvador.	9
Figura 1.10 Capacitación del uso de la planta de oxígeno del Hospital Ramiro Prialé Huancayo.	10
Figura 1.11 Equipamiento médico primario en la Clínica AUNA Chiclayo	10
Figura 1.12 Equipamiento biomédico instalación de paneles de cabecera en el Hospital INEN	11
Figura 1.13 Instalación de manifold de Óxido Nitroso y CO2 en el Hospital Daniel Alcides Carrión - Cerro de Pasco.	11
Figura 1.14 Mapeo de procesos del sistema de gases medicinales.	13
Figura 2.1 Generación y distribución típica de gases médicos en un hospital.	16
Figura 2.2 Separación de partículas del aire mediante destilación fraccionada	18
Figura 2.3 Principio de funcionamiento de una bomba de vacío clínico.....	20
Figura 2.4 Producción de aire comprimido en un compresor de aire	21
Figura 2.5 Incubadoras para recién nacidos con complicaciones.	22

Figura 2.6 Dispositivo biomédico, respirador artificial	23
Figura 2.7 Punto de suministro de vacío médico en un panel de cabecera	23
Figura 2.8 Máquina de anestesia en quirófanos	23
Figura 2.9 Proceso de producción de oxígeno mediante proceso PSA	27
Figura 2.10 Ciclo de producción mediante tecnología PSA	28
Figura 2.11 Instalación de la planta de oxígeno PSA en la Villa Panamericana de Villa el Salvador	29
Figura 2.12 Tanque criogénico estacionario	30
Figura 2.13 Sistema completo del tanque criogénico de oxígeno	31
Figura 2.14 Suministro de oxígeno mediante el sistema criogénico	31
Figura 2.15 Esquema de un termo criogénico.....	32
Figura 2.16 Componentes de un termo criogénico	33
Figura 2.17 Manifold automático para suministro de oxígeno.....	34
Figura 2.18 Cilindro de alta presión para oxígeno.....	35
Figura 2.19 Configuración horizontal de la central de vacío	36
Figura 2.20 Bomba de vacío tipo paletas.....	37
Figura 2.21 Bomba de vacío de paletas rotativas libre de aceite	38
Figura 2.22 Bomba de vacío tornillo rotativo	38
Figura 2.23 Configuración vertical de la central de vacío.....	39
Figura 2.24 Configuración modular de la central de vacío.	39
Figura 2.25 Configuración horizontal de la central de vacío	40
Figura 2.26 Central de aire comprimido medicinal	41
Figura 2.27 Compresor de aire tipo pistón recíprocante	41
Figura 2.28 Compresor de aire tipo Scroll.....	42
Figura 2.29 Configuración vertical de la central de aire medicinal	43

Figura 2.30 Configuración modular de la central de aire medicinal.....	43
Figura 2.31 Configuración horizontal de la central de aire medicinal.....	44
Figura 2.32 Redes de tuberías de cobre, red de oxígeno, vacío y aire medicinal del Hospital INEN	45
Figura 2.33 Detalle típico de instalación de redes de tuberías.....	45
Figura 2.34 Detalle típico de instalación de soportes para redes de tuberías..	46
Figura 2.35 Caja de válvulas tipo simple.....	47
Figura 2.36 Caja de válvulas tipo combo	48
Figura 2.37 Panel de alarma de área.....	49
Figura 2.38 Panel de alarma master	50
Figura 2.39 Salida de mural tipo diss para oxígeno	51
Figura 2.40 Configuración horizontal del panel de cabecera	52
Figura 2.41 Columna estativa.	52
Figura 2.42 Norma NFPA 99 – Versión 2021.....	53
Figura 3.1 Ubicación geográfica del Hospital San Martin de Pangoa	60
Figura 3.2 UPSS Emergencia	62
Figura 3.3 UPSS Diagnóstico por imágenes.....	63
Figura 3.4 UPSS Centro Quirúrgico	63
Figura 3.5 UPSS CEntro Obstétrico.....	64
Figura 3.6 UPSS Consulta Externa.....	64
Figura 3.7 UPSS Hospitalización	65
Figura 3.8 Distribución de las redes de tuberías	67
Figura 3.9 Red de tuberías dimensionadas para la UPSS Hospitalización del Hospital SMP.....	70
Figura 3.10 Procedimiento de soldadura para las redes de tuberías.....	71

Figura 3.11 Distancias de separación recomendadas	72
Figura 3.12 Instalación de redes de tuberías enterradas	73
Figura 3.13 Instalación de tuberías a través de muros	73
Figura 3.14 Caja de válvulas instalada en el Hospital INEN	75
Figura 3.15 Ubicación de una caja de válvulas en el plano de arquitectura del Hospital SMP	77
Figura 3.16 Instalación de alarma de área en el Hospital de INEN.....	80
Figura 3.17 Ubicación de alarma de área en el plano de arquitectura del Hospital SMP.....	80
Figura 3.18 Instalación incorrecta de las salidas tipo Diss	81
Figura 3.19 Instalación de salidas tipo Diss sobre puestas.....	82
Figura 3.20 Instalación de panel de cabecera	84
Figura 3.21 Salida de oxígeno medicinal en panel de cabecera	87
Figura 3.22 Esquema de principio de la central de oxígeno medicinal Hospital SMP.....	92
Figura 3.23 Esquema de principio de la central de acm Hospital SMP	95
Figura 3.24 Esquema de principio de la central de vacío clínico Hospital SMP.	99
Figura 3.25 Esquema de principio de la central de ega Hospital SMP	100
Figura 3.26 Distribución del sistema de gases medicinales Hospital SMP	105
Figura 3.27 Suministro de gases médicos a través de los dispositivos biomédicos.	106
Figura 3.28 Esquema de instalación de la planta de oxígeno Hospital SMP .	106
Figura 3.29 Central de vacío clínico – Hospital SMP.	107
Figura 3.30 Central de aire comprimido medicinal – Hospital SMP	107
Figura 3.31 Central de evacuación de gases anestésicos Hospital SMP	108

Figura 4.1 Extracto del anexo NRO. 13 Norma Técnica Peruana 110.....	109
Figura 4.2 Interferencias en las redes de tuberías para gases medicinales modeladas con BIM.....	110
Figura 4.3 Detalle típico de instalación de caja de válvulas tipo combo.....	111
Figura 4.4 Dotación de gases medicinales de acuerdo al plano de equipamiento.	112
Figura 4.5 Centrales generadoras de gases médicos.....	113

INTRODUCCIÓN

“En los países, algunos grupos de población, por ejemplo, las comunidades indígenas, están expuestos a mayores tasas de enfermedad y afrontan dificultades importantes para acceder a una atención sanitaria de calidad y que sea asequible. Estos grupos registran tasas de mortalidad y morbilidad sustancialmente más altas que la población en general”. (Organización, 2022). Nuestro país no es ajeno a esta realidad que afecta a la calidad de vida de la población que pertenece a estos grupos. Por lo que es necesario analizar los servicios de salud que ofrecen los hospitales cercanos a estos grupos en busca de mejorarlos, y este análisis obedece a la denominada “Oferta de Servicios de Salud”, que de acuerdo a la guía elaborada para el análisis de la respuesta social a los problemas de salud (Con énfasis en los servicios) por el ministerio de salud MINSA en el 2022. Nos explica que la oferta de servicios de salud, es un concepto que se refiere al conjunto constituido por todos aquellos servicios producidos para la atención de salud, un sistema que atiende a una población y espacios concretos, con el propósito de promover, mantener, restaurar la salud y prevenir la ocurrencia de enfermedades. Este análisis considera tres elementos generales. La población con sus necesidades, los recursos de salud existentes y las actividades fundamentales que desarrollan esos recursos.

Bajo este concepto, las autoridades del gobierno regional de Junín analizaron la situación de salud del distrito San Martín de Pangoa (SMP), y licitan el proyecto del "Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, distrito de Pangoa, provincia de Satipo, Junín". Cuya ejecución está a cargo de la constructora CHINA CAMC ENGINEERING, empresa que nos solicitó ejecutar los mejoramientos del hospital dentro de nuestra especialidad de los gases medicinales.

Actualmente el distrito SMP cuenta con un hospital de nivel I el cual no cubre todos los servicios de salud requeridos por su población, por lo que surge la necesidad de mejorarlos a través de la implementación de un Hospital de nivel II que no solo ofrezca mejores servicios, sino que también otorgue una mayor capacidad de respuesta ante alguna emergencia.

Esta implementación requiere la participación de varias especialidades como las mecánicas, civiles, eléctricas, etc., razón por la cual abarcaremos solo la especialidad del sistema de gases medicinales, apoyándonos en la NFPA 99 (código de instalaciones de atención médica), además de las normas de ingeniería del instituto seguro social de México IMSS y la norma técnica peruana de salud NTS – 110 aplicable para hospitales de nivel II dentro de nuestro país. Este informe muestra los criterios para el dimensionamiento del sistema y su distribución hasta el punto final de suministro, contemplando las siguientes partes:

En la primera parte encontraremos el contexto en el cual se desarrolla el proyecto, así como el objetivo general y los objetivos específicos planteados acorde a la planificación estratégica de nuestra organización, encargada de instalar el sistema de gases medicinales en este hospital.

En la segunda parte se desarrolla el marco teórico definiendo los conceptos básicos que nos ayuden a comprender el principio de funcionamiento, desde la generación hasta el suministro y así entender los criterios establecidos para el dimensionamiento y distribución del sistema de gases medicinales.

En la tercera parte tendremos los aportes realizados por mi persona estableciendo el dimensionamiento del sistema y su adecuada distribución hasta los puntos finales de suministro considerando los servicios de salud ofrecidos por el hospital.

Finalmente se encuentran las discusiones, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos del informe.

Gracias a la empresa ONERGY por las facilidades para el desarrollo de este informe y así lograr la obtención de mi título profesional.

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad

SMP es uno de los nueve distritos de la provincia de Satipo en el departamento de Junín. Además, se encuentra cerca de los distritos de Mazamari, Pichari, Satipo, entre otros y también de las comunidades nativas que usualmente representa a Asháninkas y Nomatsiguengas. Esta población busca con frecuencia ser atendidos en el actual hospital de SMP, que al ser de nivel I solo puede ofrecer servicios de atención básica, por lo que la implementación del nuevo hospital de nivel II de atención en este distrito resulta ser estratégica beneficiando a la población que se encuentra a sus alrededores, sobre todo a las comunidades nativas.

La empresa constructora CHINA CAMC ENGINEERING lleva a cabo la construcción de este nuevo hospital y nos encarga la instalación y distribución del sistema de gases medicinales para cumplir con el mejoramiento de los servicios de salud en esta parte del país.

Para conseguir que el sistema de gases medicinales opere sin ningún inconveniente es necesario, dimensionarla de manera correcta, asegurando una adecuada distribución de los gases médicos desde su generación hasta el punto final de suministro. Para establecer los criterios del dimensionamiento y la distribución del sistema dentro del hospital se necesitan los planos de arquitectura y equipamiento. Esto nos ayudará a determinar los gases médicos que se requieren suministrar en cada ambiente de servicio y también nos ayudarán a poder seleccionar el equipamiento médico primario y los equipos biomédicos. Se utilizarán también tablas y gráficos para de esta manera tener una mejor selección de equipos.

Al finalizar se darán los resultados indicando el dimensionamiento y la mejor distribución del sistema de gases medicinales en el interior del hospital, que asegure su adecuado funcionamiento.

1.1 Objetivos:

1.1.1 Objetivo General

- Establecer los criterios para el dimensionamiento y distribución del sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pangoa – Junín.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Detallar las redes de tuberías de cobre para el sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pangoa – Junín.
- Especificar el equipamiento médico primario para el sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pangoa – Junín.
- Identificar el equipamiento bio médico para el sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pangoa – Junín.
- Definir las centrales generadoras para el sistema de gases medicinales en los servicios de salud del hospital San Martín de Pangoa – Junín.

1.2 Organización de la empresa o institución

1.2.1 Reseña Histórica:

ONERGY CONTRATISTA es una empresa independiente fundada en 2010, con más de 10 años de experiencia en instalaciones y asesoramiento en temas energéticos.

En los inicios nos hemos especializado en el área de instalaciones de Gas Licuado de Petróleo y Gas Natural.

Progresivamente fuimos diversificando nuestras áreas de especialización, tanto en desarrollo de proyectos y mercados.

Actualmente venimos desarrollando distintas especialidades con fuerte énfasis a la ingeniería de fluidos. Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural, Redes de vapor, Redes de DB5, Obras Civiles y Gases medicinales.

A continuación, se mencionan los datos de la empresa:

- Razón Social: ONERGY CONTRATISTAS S.A.C.
- RUC: 20604209341.
- Dirección legal: Valparaíso Nro. 220 – San Martín de Porres.
- Página web: www.onergy-contratistas.com.



Figura 1.1. Logo de la empresa ONERGY CONTRATISTAS S.A.C. (ONERGY, 2022).

ONERGY CONTRATISTAS S.A.C., está comprometida en brindar servicios y soluciones energéticas de alta calidad y satisfacer los requerimientos del cliente, brinda asesoría y consultoría en temas energéticos para el cumplimiento de los requerimientos en la industria, así como en los diversos entes reguladores y fiscalizadores del país. Destinados al logro de la mejora continua, crea soluciones más pequeñas, ligeras, sostenibles, eficientes energéticamente y de gran fiabilidad.

Entre los principales servicios, se encuentran:

- Elaboración de proyectos, de instalaciones de redes de (Gas Licuado de Petróleo y Gas Natural).

- Fabricación de tanques para gas y petróleo con capacidades de acuerdo a la necesidad del cliente.
- Mantenimientos en general para el sistema de gas, vaporizadores de GLP y mantenimiento de tanques estacionarios.
- Gestión de licencias, ejecución de obras civiles.
- Instalación y puesta en marcha de calderas, quemadores y equipos.
- Gases medicinales.
- Línea de vapor, línea de petróleo.
- Sistema Contra Incendio SCI.
- Instalación de red de gas para GLP de, acuerdo a la NTP 321.123.
- Instalación de red de gas para gas natural, de acuerdo a la NTP 111.022.
- Instalación de tanques estacionarios de GLP de acuerdo a la NTP 321.123.



Figura 1.2 Instalación de manifold de emergencia de oxígeno medicinal (ONERGY, 2022).

1.2.2 Filosofía empresarial

Visión:

Ser reconocidos en el país como una empresa líder en el mercado como especialistas en ingeniería de los fluidos, asesoría y consultoría destacándonos por la calidad de nuestros servicios y con la perfecta relación de nuestros aliados estratégicos, clientes y colaboradores.

Misión:

Brindar asesoría y consultoría para orientar a nuestros clientes en el cumplimiento de los requerimientos de la empresa, así como los entes reguladores de país, de la forma personalizada y profesional; esto lo lograremos cumpliendo siempre con nuestro compromiso de preservar y cuidar nuestro entorno ambiental.

Valores:

Nuestra organización compromete a cada uno de sus colaboradores a tener:

- Vocación de servicio.
- Trabajo en equipo
- Puntualidad
- Compromiso con los resultados
- Orientación al cliente
- Confiabilidad

Análisis FODA:

Fortalezas: Contamos con profesionales altamente calificados y con vocación de servicio al cliente, en los diferentes sectores en los que desarrollamos nuestros proyectos, con la más alta calidad y tiempos de entrega.

Oportunidades: Obtener mayor posicionamiento como empresa, diversificando nuestras fuentes de ingreso, como el ingreso al mercado de las instalaciones mecánicas en la especialidad de gases medicinales.

Debilidades: La ejecución de nuestros proyectos en su mayoría se realizan en el interior del país, lo que dificulta mantener una comunicación eficaz y retrasos logísticos.

Amenazas: El cambio de gestión de los gobiernos regionales implica cambios en las políticas de gobierno dejando inconclusos muchos de los proyectos en ejecución y otros que estén por iniciar dejan de ser primordiales para dar paso a

otros proyectos, la crisis económica, los factores socio culturales y demográficos son factores a tener en cuenta en el análisis de nuestras amenazas.

1.2.3 Estructura Organizacional

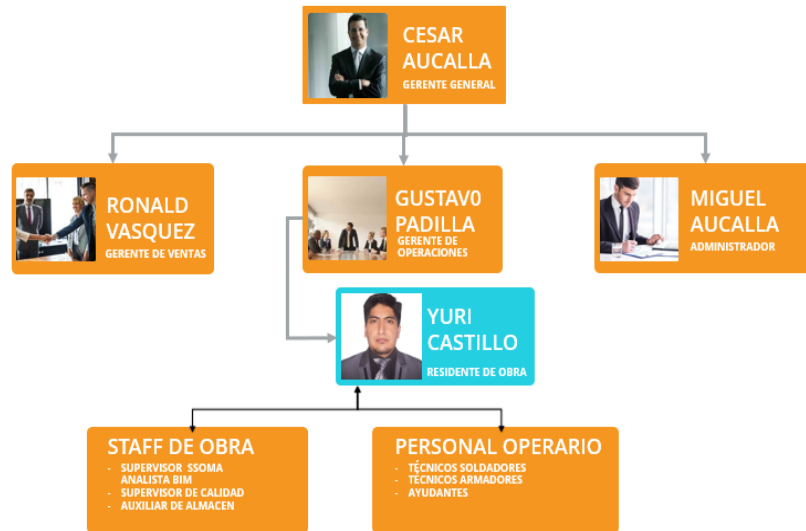


Figura 1.3 Organigrama de la empresa ONERGY CONTRATISTAS S.A.C (ONERGY, 2022).

Descripción de cargo, funciones y responsabilidades:

Durante el desarrollo del proyecto desempeño el cargo de Residente de obra, interconectando las áreas de ingeniería, calidad, logística, SSOMA, BIM y producción.

Mis principales funciones como residente de obra, son:

- Gestión de la planificación, control y ejecución de actividades dentro de obra.
- Coordinación e interconexión entre las áreas de Calidad, SSOMA, BIM, logística.
- Control documentario como los protocolos de instalación, hermeticidad, actas de entrega y demás entregables.
- Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha del sistema de gases medicinales.
- Valorizaciones.
- Cierre y liquidación de obra.



Figura 1.4. Vista panorámica del estado actual del Hospital de nivel II – Pangoa (ONERGY, 2022).

Asimismo, tuve la oportunidad de participar en diferentes proyectos dentro del mismo rubro. Desempeñando diferentes funciones como:

Supervisor de instalación de módulos de plantas de oxígeno y centrales generadoras de gases medicinales, con la empresa HP INGENIERIA TOTAL SAC, llevando a cabo las pruebas de funcionamiento, puesta en marcha y monitoreo del correcto funcionamiento de los equipos instalados, algunos de nuestros clientes fueron:

- "Instalación, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de la planta de oxígeno - Universidad Señor de Sipán sede Reque" Cliente: Macro Urbe.



Figura 1.5 Planta generadora de oxígeno en la Universidad Señor de Sipán – Chiclayo (ONERGY, 2022).

- "Instalación de compresor de aire dental - Centro Biomédico Videna"
Cliente: Consorcio Biomédico Videna.



Figura 1.6 Instalación de Compresor de aire dental en el centro biomédico – Videna (ONERGY, 2022).

- "Instalación de redes de tuberías y equipamiento médico - Clínica Peruano Japonesa" Cliente: Constructora Llamosas



Figura 1.7 Caja de válvulas del equipamiento médico de la Clínica Peruano Japonesa (ONERGY, 2022).

- "Instalación, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de la planta de oxígeno - Universidad Cesar Vallejo Cede Los Olivos - Lima" Cliente: Macro Urbe



Figura 1.8 Planta de oxígeno en la Universidad Cesar Vallejo - Los Olivos (ONERGY, 2022).

- "Instalación, prueba de funcionamiento y puesta en marcha de la planta de oxígeno – Villa Deportiva Panamericana– Villa el Salvador" Cliente: MODASA



Figura 1.9 Planta de oxígeno en la Villa deportiva Panamericana - Villa el Salvador (ONERGY, 2022).

- "Instalación, prueba de funcionamiento y puesta en marcha de la planta de oxígeno - Hospital Ramiro Prialé - Huancayo" Cliente: Representaciones médicas.



Figura 1.10 Capacitación del uso de la planta de oxígeno del Hospital Ramiro Prialé Huancayo (ONERGY, 2022).

Analista de control y operaciones, supervisando las instalaciones del sistema de gases medicinales en sus diferentes etapas, con la empresa ESTANTERIAS METÁLICAS J.R.M. en su división medicinal JRM MEDICINAL, llevando a cabo la supervisión y control de avance, levantamiento de observaciones y entrega, los principales proyectos ejecutados fueron:

- "Instalación de Redes de Gases Medicinales / Centrales de Gases Medicinales y Equipamiento Médico - Clínica AUNA - Chiclayo" Cliente: AUNA.



Figura 1.11 Equipamiento médico primario en la Clínica AUNA – Chiclayo (ONERGY, 2022).

- "Instalación de Redes de Gases Medicinales / Centrales de Gases Medicinales y Equipamiento Médico en el Mejoramiento y ampliación de la capacidad de respuesta en el tratamiento ambulatorio del cáncer en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas" Cliente: Consorcio Ítalo Peruano.



Figura 1.12 Equipamiento biomédico instalación de paneles de cabecera en el Hospital INEN (ONERGY, 2022).

- "Instalación de Redes de Gases Medicinales y Equipamiento Médico - Hospital Cerro de Pasco" Cliente: Consorcio Hospitalario Pasco.



Figura 1.13 Instalación de manifold de Óxido Nitroso y CO2 en el Hospital Daniel Alcides Carrión - Cerro de Pasco (ONERGY, 2022).

1.2.4 Mapeo de procesos

La figura 1.14 nos describe los componentes del sistema de gases medicinales, los equipos que participan en la generación de los gases médicos, en su distribución a través de las redes de tuberías y en el punto final de suministro.

En el primer nivel se muestra la ubicación de las centrales generadoras de gases médicos las cuales serán el punto de partida del suministro. Cada gas médico cuenta con su propia central generadora, en la figura 1.14 podemos reconocer la central generadora de vacío, los manifold que suministran gases médicos como aire comprimido medicinal, oxígeno medicinal, Dióxido de carbono, entre otros, el tanque criogénico que suministra oxígeno médico y el compresor de aire que a través de una línea de tratamiento suministra aire comprimido de grado médico. En los niveles superiores observamos los diferentes componentes del sistema las cuales cumplen una determinada función, tenemos, por ejemplo:

Redes de tuberías: Las redes de tuberías es el componente principal en la distribución de los gases médicos, ya que por su interior se suministrarán estos gases desde las centrales hasta los puntos de suministro.

Cajas de válvulas: Sirven para sectorizar el suministro de gases médicos y monitorear la presión de las redes de tuberías en un determinado sector.

Alarmas audiovisuales: Sirven para monitorear la presión del gas médico suministrado y alertar acerca de la condición de alarma en las redes de tuberías en un determinado sector.

Toma de pared: Es el punto de suministro de gas médico ubicado generalmente en los tópicos, los lugares en donde se requieran su instalación serán especificado en los planos de equipamiento.

Toma cielítica: Se trata de equipos biomédicos que actúan como puntos de suministro de los gases médicos, estos dispositivos cuentan además con otros accesorios eléctricos y de comunicaciones y que al igual que las tomas de pared,

la ubicación de estos dispositivos biomédicos será especificados en los planos de equipamiento.

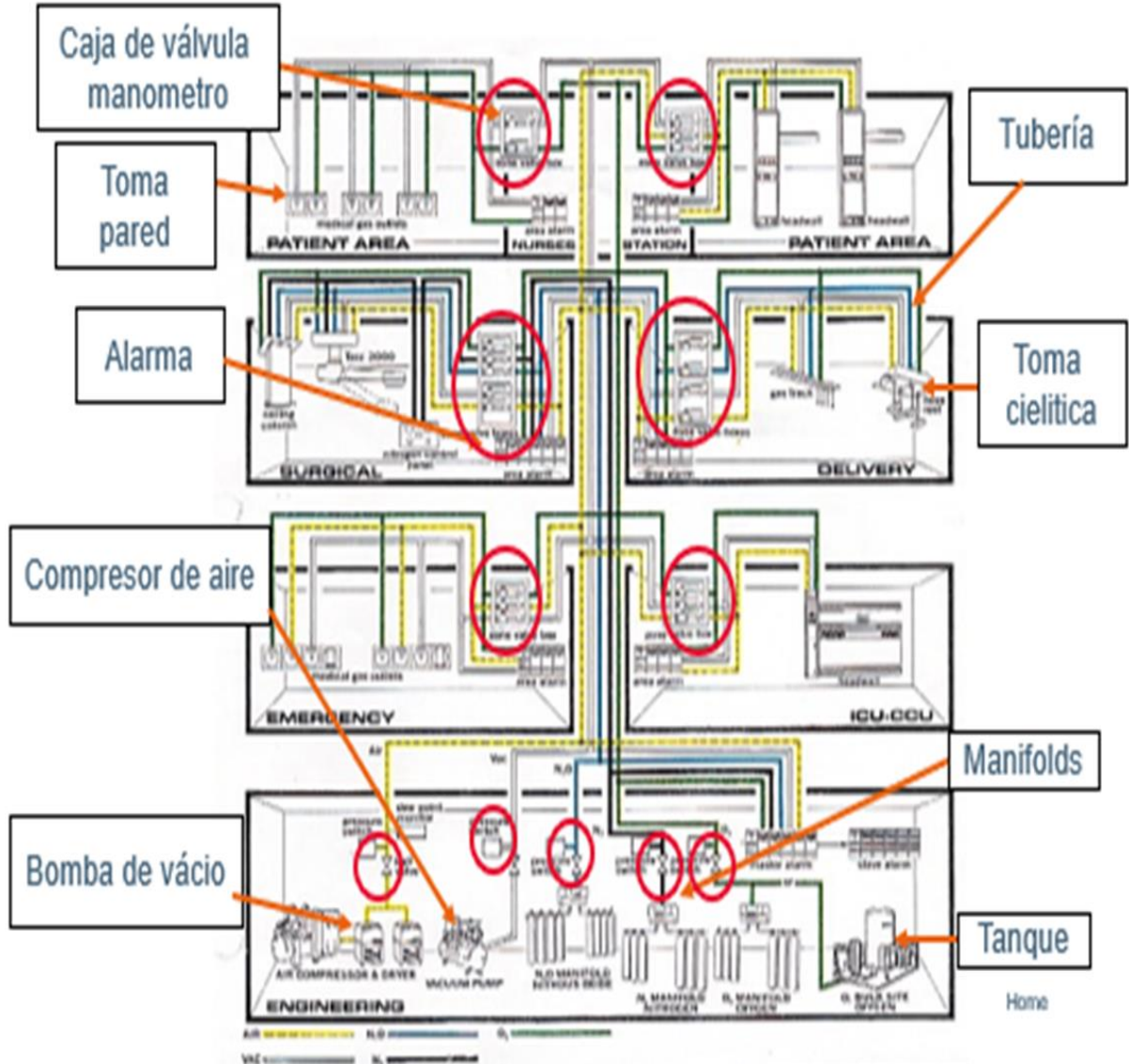


Figura 1.14 Mapeo de procesos del Sistema de Gases Medicinales (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes:

Dentro de las instalaciones que se realizan durante la construcción de un hospital se debe de tener una especial consideración con el sistema de gases medicinales. Puesto que, según GIRÓN, Ernesto Godofredo (2012) en su artículo de investigación “Sistema de gases médicos: una guía práctica para el diseño” El sistema de gases médicos de un hospital resulta ser una instalación sumamente importante y su presencia en áreas donde se atienden pacientes críticamente enfermos es fundamental, necesaria y prioritaria en el soporte de vida a las personas. También nos explica que por su importancia el sistema de gases medicinales “Deben ser instalados tomando en cuenta que todos sus componentes sean diseñados de acuerdo a los criterios, estándares y normas de diseño, con el fin de tener la certeza de que las instalaciones que suministrarán los gases médicos sean eficientes, seguras y que proteja la vida de las personas”. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 1).

(ZELAYA CASTRO, 2013). En su tesis “Criterios de diseño y cálculo de sistemas de suministro y distribución de gases medicinales para un hospital” tuvo como un objetivo exponer una metodología de diseño de los sistemas de gases medicinales que sea clara y concisa. Empezando a definir y explicar la importancia del sistema de gases medicinales y su sistema de suministro y distribución, utilizando métodos de dimensionamiento y considerando estándares de suministro y distribución. Una de las conclusiones a las que llega con los resultados obtenidos es la importancia de contar con la naturaleza de la arquitectura pues de ahí se parte la disposición que tendrá la red de tuberías y la ubicación de las centrales de suministro. Así mismo concluye que además de las consideraciones y criterios técnicos es necesario tener en cuenta aspectos económicos como el tipo de material empleado en las tuberías, el tipo de equipo a seleccionar acorde a las condiciones de trabajo, etc.

(MARÍN MONTOYA, 2021). En su tesis “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”. Tiene como objetivo diseñar el sistema de suministro de los gases medicinales, para lo cual determina los parámetros de diseño y calcula el consumo de gases médicos. Como resultado obtiene el dimensionamiento de las redes de tuberías de cobre, concluyendo que para dimensionar las tuberías se deben considerar algunos parámetros como la velocidad de flujo o la mínima caída de presión que debe existir dentro de la tubería. También comprueba que la adecuada selección de los equipos permitirá abastecer el consumo calculado y que con un sobredimensionamiento del 15% se puede aumentar algunos puntos de salida de gases medicinales, para su posterior construcción.

(QUINTERO PICHARDO , y otros, 2010). En su manual “Gestión de gases medicinales, perspectiva legal, clínica, económica e industrial” en el capítulo V abarca las instalaciones hospitalarias para el suministro de gases medicinales y nos explica que uno de los aspectos claves para realizar una adecuada gestión de gases es el conocimiento de las instalaciones hospitalarias, tanto de las normas que las regulan y las infraestructuras. El autor de este manual, busca dar a conocer el sistema de gases medicinales partiendo desde la generación y analizando tanto el almacenaje como la distribución que por lo general se encuentran ocultos dentro de la infraestructura del edificio. El desarrollo de este capítulo se estructura fundamentalmente en las instalaciones mecánicas, las formas de distribución y fuentes de suministro, redes de distribución a través de tuberías y las características del equipamiento utilizado para una correcta instalación. En este manual se pretende aportar los conocimientos básicos necesarios para que las personas trabajadoras del hospital puedan implicarse en el proceso de gestión de gases medicinales, especialmente con los del servicio de mantenimiento.

2.1.2 Bases teóricas:

Para poder comprender de que trata el sistema de gases medicinales, es necesario conocer los diversos componentes que participan en él. Los sub sistemas que lo conforman y los diferentes dispositivos existentes en los puntos de consumo.

Cuando nos referimos al sistema de gases medicinales, nos referimos básicamente a la generación, distribución y suministro de gases médicos. Por lo tanto, podemos darnos cuenta de que el sistema de gases medicinales está compuesto por sub sistemas denominados gases médicos los cuales tendrán una red de tuberías independiente para su distribución. La distribución de estos sub sistemas no es más que el traslado de los gases médicos desde su fuente de origen hasta el punto de consumo. Además, tenemos que tener en cuenta que a lo largo de este recorrido estarán presentes diversos componentes los cuales nos ayudarán a poder monitorear el comportamiento de los gases médicos en el interior de las redes de tuberías.

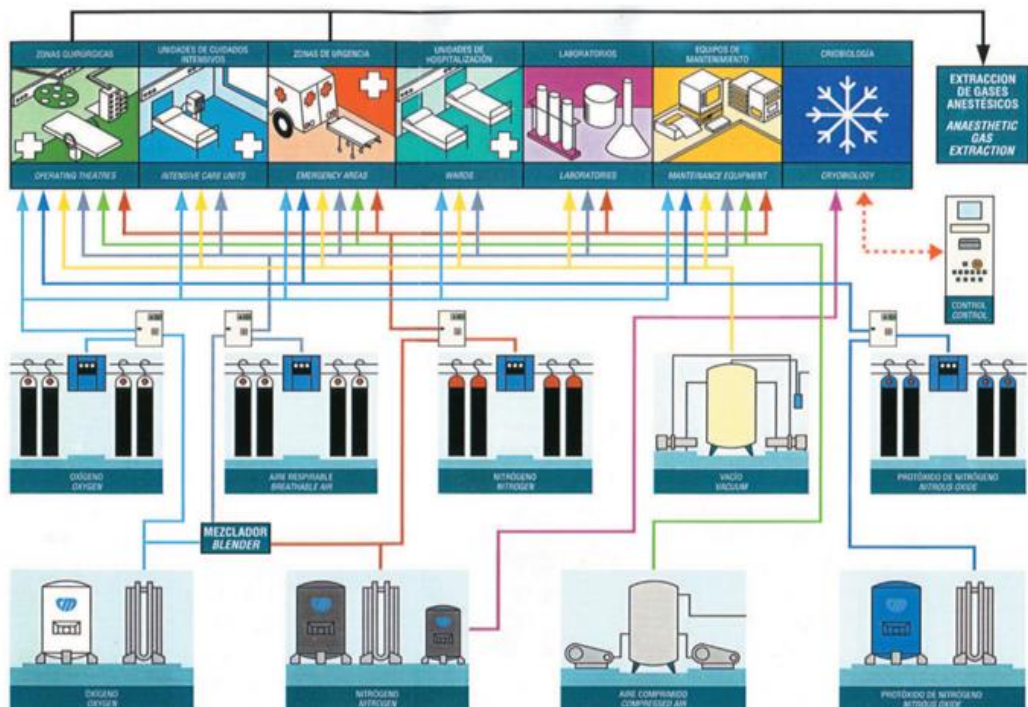


Figura 2.1 Generación y distribución típica de gases médicos en un hospital (QUINTERO PICHARDO, y otros, 206).

En la figura 2.1 podemos apreciar la distribución típica de los gases médicos en un hospital, vemos como cada gas médico cuenta con su propia red de tuberías y como se van distribuyendo paralelamente cada uno de manera independientemente hasta el punto de consumo.

El suministro de los gases médicos dependerá de los servicios ofrecidos por el hospital y en vista de que la clasificación de estos gases es amplia, definiremos aquellos gases comúnmente utilizados, es decir, aquellos que tienen mayor participación en los diversos hospitales en el país, los cuales son:

- Oxígeno medicinal
- Vacío clínico
- Aire Comprimido Medicinal
- Evacuación de gases anestésicos.

Existen muchos otros gases médicos utilizados los cuales solo los mencionaremos para conocerlos y familiarizarnos con algunos términos, estos gases médicos son:

- Aire Comprimido Industrial
- Dióxido de Carbono.
- Óxido Nitroso
- Nitrógeno, entre otros.

Gases médicos

Los gases médicos son aquellos que por sus características específicas son utilizados en los centros de salud para el consumo humano y en aplicaciones medicinales. Entre los cuales tenemos:

Oxígeno medicinal:

“El oxígeno es el segundo gas constituyente en proporción de la atmósfera (21% en volumen y 23% en peso). En estado gaseoso se manifiesta incoloro, inodoro e insípido, en estado líquido de color azul y en estado sólido de color azul pálido transparente.

Es un gas oxidante, por lo que hace posible la combustión de elementos inflamables, sin embargo, es no inflamable y no corrosivo. Todos los elementos con excepción de los inertes se combinan con el oxígeno para formar óxidos.

Este gas se puede obtener en una concentración casi al 100% y se obtiene mediante procesos de purificación del aire y así pueda ser aplicado en forma directa en instituciones de salud. Para que este gas se pueda almacenar y transportar a los lugares que es requerido, se usa en su mayoría contenedores criogénicos de acero y aluminio con variadas capacidades” (ALBUJAR DÍAZ, 2019 pág. 7).

“Uno de los procesos mayormente utilizados para la obtención del oxígeno medicinal es el método de destilación fraccionada, que consiste básicamente en el enfriamiento del aire previamente filtrado y purificado. El enfriamiento del aire se logra por métodos de compresión – descompresión hasta alcanzar una temperatura aproximada a los -193°C . Luego con el aire ya licuado se realiza una destilación donde cada uno de sus componentes puede ser separado.

El oxígeno es el gas más utilizado y de mayor relevancia para todos los hospitales del mundo. En la actualidad es considerado como un medicamento.” (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 7).

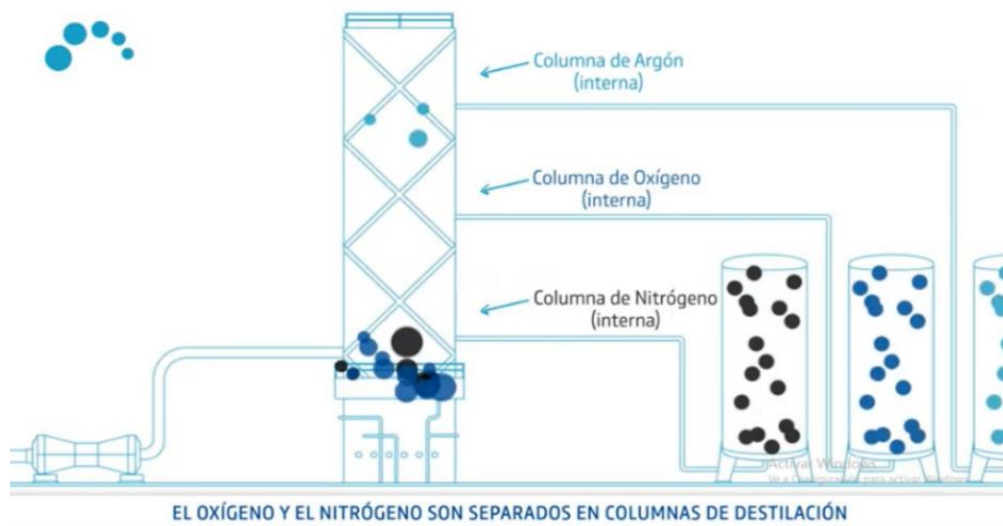


Figura 2.2 Separación de partículas del aire mediante destilación fraccionada (CRIOGAS, 2019).

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.	
Cp	0.9191 kJ/kg °C
Cv	0.6578 kJ/kg °C
Relación de calor específico Cp/Cv	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).

Vacío Clínico:

“El vacío es una depresión del aire atmosférico, debido a que forma parte de las instalaciones centralizadas de gases medicinales es considerado como tal y se utiliza principalmente para retirar mediante proceso de vacío materia orgánica de pacientes.” (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 10).

“El vacío clínico se logra producir con ayuda de una bomba de vacío que extrae moléculas de gas. Utilizado para realizar el drenaje de heridas, eliminación del exceso de sangre durante cirugías, entre otros.” (SALAZAR ARANGO, y otros, 2017 pág. 14).

“El vacío trabaja a una presión de -400 mmHg a -600 mmHg. El vacío clínico está destinado a:

- Asegurar el drenaje quirúrgico de los derrames pleurales o pericárdicos.
- Despejar las vías respiratorias o el tracto gástrico de los pacientes mediante succión.” (ROMERO CHAMBA, 2014 pág. 63).

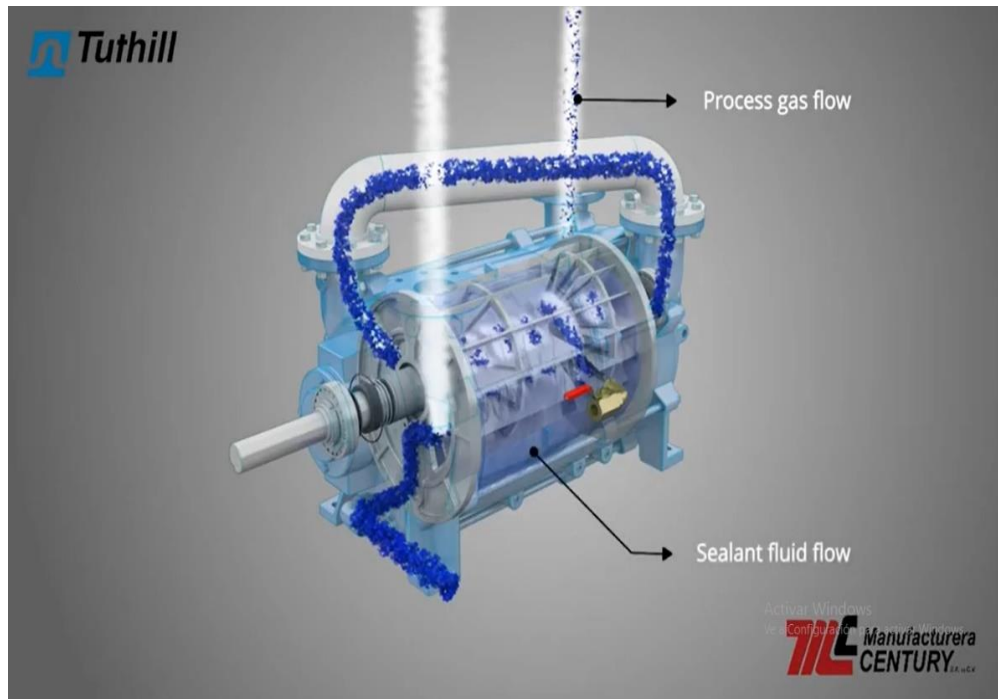


Figura 2.3 Principio de funcionamiento de una bomba de vacío clínica (MANUFACTURERA, 2019).

Aire comprimido medicinal:

“El aire comprimido medicinal se obtiene mediante la compresión de aire atmosférico purificado y filtrado o de la mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporciones 21% y 79% respectivamente.” (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 10).

“En la producción de aire comprimido medicinal, es importante tener en cuenta que los compresores para aire medicinal deben ser diseñados para prevenir la introducción de contaminantes o líquidos en la red, esto puede ser por eliminación de aceite en cualquier lugar del compresor o que estén provistos de separación entre la sección que contiene aceite y la cámara de compresión mediante al menos dos sellos que formen un área abierta a la atmosfera.” (SALAZAR ARANGO, y otros, 2017 pág. 24).

Figura 2II.4 Producción de aire comprimido en un compresor de aire (COMPONENTES, 2021).

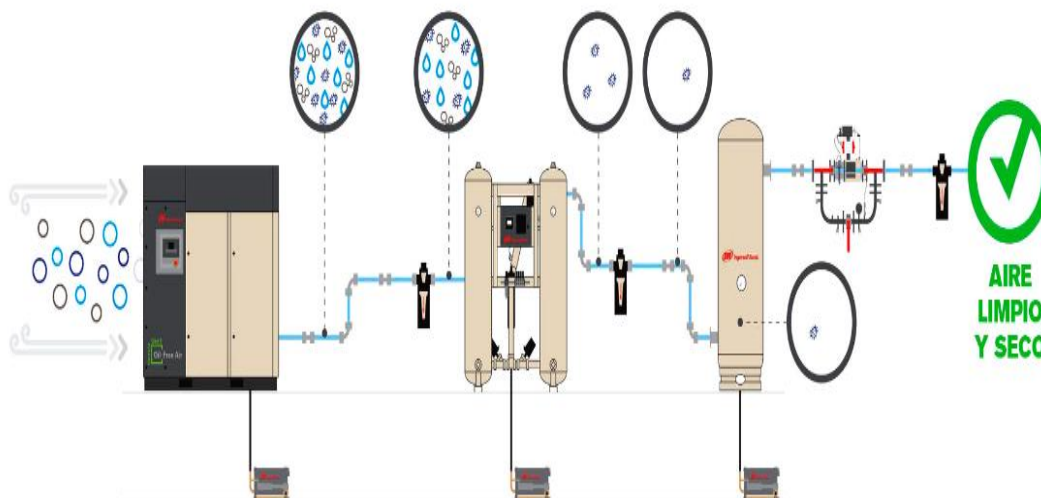


Tabla 2II.2 Características del aire comprimido

Características	Valor
Peso molecular aparente	28.96 g/mol
Temperatura de ebullición a 1 atm	-194.35 °C
Temperatura crítica	140.6 °C
Presión crítica	37.74 bar
Densidad del gas a 1 atm y 0 °C	1293 kg/m ³
Densidad de líquido a 1 atm	873.9 kg/L
Viscosidad a 25 °C y 1 atm	0.01883 Cp
Conductividad térmica a 25 °C y 1 atm	0.027 W/m °K

Nota: Tomado de (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 10).

Evacuación de Gases Anestésicos:

El sistema de evacuación de gases anestésicos sigue el mismo principio de funcionamiento que el sistema de vacío clínico y se utiliza principalmente en los quirófanos para retirar los residuos existentes de los gases utilizados para anestesiarse a los pacientes.

Aplicaciones y usos de los gases médicos

Las aplicaciones y usos de los diferentes gases médicos se dan de acuerdo a sus características. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 12).

Oxígeno medicinal:

Como tratamiento:

- Asistencia respiratoria.
- Incubadoras.
- Oxigenoterapia.
- Oxigenoterapia hiperbárica



Figura 2.5 Incubadoras para recién nacidos con complicaciones (Getty, 2020).

Aire Comprimido:

Tratamiento:

- Asistencia respiratoria.
- Incubadoras.
- Terapia pulmonar primaria.



Figura 2.6

Biomédico, respirador artificial (BBC, 2020).

Dispositivo

Vacío clínico:

Se utiliza en la limpieza mediante la succión de las vías respiratorias, heridas en cirugía, limpieza del campo de trabajo en el quirófano y para el drenaje de sangre y secreciones.



Figura 2.7 Punto de suministro de vacío médico en un panel de cabecera (Made In, 2019).

Evacuación de gases anestésicos:

Se utiliza para la extracción de los residuos de los gases anestésicos de los quirófanos.

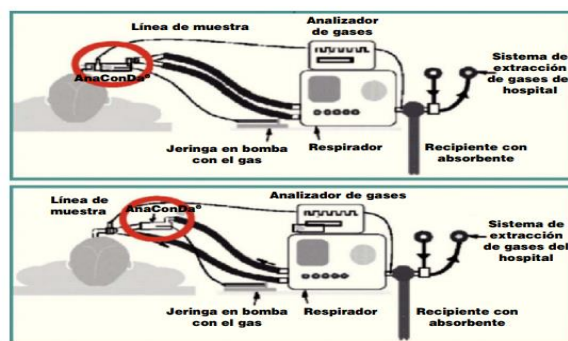


Figura 2.8 Máquina de anestesia en quirófanos (Palacios Cuesta, y otros, 2014).

Sistemas de Suministro

Centrales generadoras de gases médicos

Una central generadora de gas médico, es un sistema que consta de varios elementos, su función principal es la de suministrar o abastecer de un determinado gas médico al hospital a través de las redes de tuberías.

El abastecimiento y distribución de los diferentes gases médicos en el hospital obedecen a un esquema de principio análoga entre sí, cuyas diferencias radican en la configuración del sistema de acuerdo al tipo de cada gas médico.

“El sistema completo para cualquier gas medico se compone de una central de abastecimiento y una red de distribución. La configuración de cada sistema se describe a continuación. “ (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 21).

- Una fuente central de suministro o fuente generadora que cuenta con su respectivo equipo de operación y control.
- Tanques de almacenamiento.
- Evaporador de gas.
- Válvulas de sección.
- Bombas de vacío.
- Compresores.
- Analizadores de gases.

Esta configuración dependerá de las características de cada gas médico, por ejemplo, en la central generadora de aire comprimido medicinal notaremos la ausencia de la bomba de vacío pues se requiere de un compresor y viceversa. Por esta razón analizaremos las centrales generadoras de cada gas médico, sus componentes y las tecnologías comúnmente utilizadas.

Central de oxígeno medicinal

El suministro de oxígeno medicinal al hospital puede darse de diferentes maneras entre las principales tenemos:

- Suministro a través de tanque criogénico.
- Suministro a través de termos criogénicos.
- Suministro a través de manifold de emergencia o de alto flujo.
- Suministro a través de plantas de oxígeno.

En su mayoría, el suministro de oxígeno medicinal se realiza a través de un tanque criogénico el cual es recargado periódicamente por el proveedor seleccionado por la administración del Hospital. Sin embargo, la crisis sanitaria desatada por el Covid-19 demostró la importancia de contar con una planta generadora de oxígeno que asegure el suministro de un gas médico tan importante como el oxígeno medicinal y logre además independizar el consumo de este gas médico del proveedor.

A continuación, veremos el principio de funcionamiento de estas fuentes de suministro.

Planta generadora de oxígeno PSA:

El proceso PSA es aplicable para separar determinados gases mezclados entre ellos, bajo una determinada cantidad de presión acorde a sus características moleculares y similitud hacia su material que va hacer absorbido.

Este sistema opera con temperaturas relativas a la del medio ambiente lo que difiere de las técnicas criogénicas por separación de gases. Se debe de definir a la zeolita como absorbedores especiales o aplicado como tamices moleculares, adsorbiendo al elemento gaseoso preferiblemente a alta presión. Solo oscila en baja presión para poder disolverlo.

Cuando más alta sea la presión, el gas se absorbe más rápido; y mientras disminuye la presión el gas es soltado. Estos procedimientos se aplican para poder dividir los gases de una determinada aleación, ya que se atraen a distintos espacios sólidos.

El uso de los recipientes absorbedores nos ayuda a que la producción sea de un 90 % continua del gas prefijado.

También nos ayuda en el balance de la presión, donde se emplea el gas que es excluido del envase presurizado para recolectarlo en un segundo envase. Esto genera un importante ahorro de energía y es muy empleado en las prácticas industriales, los absorbedores para tecnología PSA son en su mayoría hechos de materiales permeables que se seleccionan por sus superficies grandes que son absorbedores típicos como el carbón activado, la alúmina, gel de sílice y zeolita; permiten la absorción de una parte significativa en peso del absorbente en gas.

Descripción del proceso

El proceso de separación del aire en el procedimiento PSA comienza cuando el aire de toda la atmósfera es filtrado y comprimido con presión manométrica definida de 8.60 bar (125 PSI). Este aire ya tratado es llevado a uno de los dos envases clasificados de adsorción por medio de un proceso de válvulas. En este envase el nitrógeno es adsorbido cuidadosamente. Y por el cual el agua es separada por un separador.

Cuando el absorbedor comienza a separar el oxígeno del aire, un determinado sensor se encarga de liberar una válvula, la cual comienza a descargar el producto. Eventualmente el absorbedor es saturado con el nitrógeno, y no es capaz de remover el aire, en este punto, el flujo se interrumpe. Se abre un tráfico de depuración en el tanque de adsorción, y se procede a vaciar el tanque. Con esta fuerza el nitrógeno se elimina del envase de adsorción por medio de un escape.

En las unidades generadoras de oxígeno PSA, ambos recipientes de adsorción elaboran juntos; así que mientras que en uno de los tanques el nitrógeno se va expulsando, en el otro tanque el aire atmosférico está siendo tratado. Esto se produce por ciclos, lográndose un flujo continuo enriquecido de oxígeno.

El compuesto dentro de la columna o envase donde se realiza el proceso de separación del aire es un estrato de gránulos o material disuelto que posee zeolita, el nitrógeno que ingresa por la corriente de aire será adsorbido sobre la superficie de la zeolita y el gas que sale se deberá mantener libre de nitrógeno

hasta que todos los lugares donde se recolectan estén disponibles en la superficie para que sean invadido nuevamente por moléculas de nitrógeno.

El gas aplicado en la salida será propiamente de 93% de oxígeno en su pureza, pero este regresará al 21% cuando se logre combinar con el nitrógeno. En las actividades el tráfico de entrada va directo al lecho de la zeolita, el segundo estrato entonces va conducir el tráfico con abundante oxígeno hasta que su primer estrato sea liberado del nitrógeno aplicando un tráfico contrario y volver a ser aprovechable en el procedimiento de dilución del aire tanto de ida y vuelta entre ambos lechos. (CASTRO CONTRERAS, 2021 págs. 49 - 51).

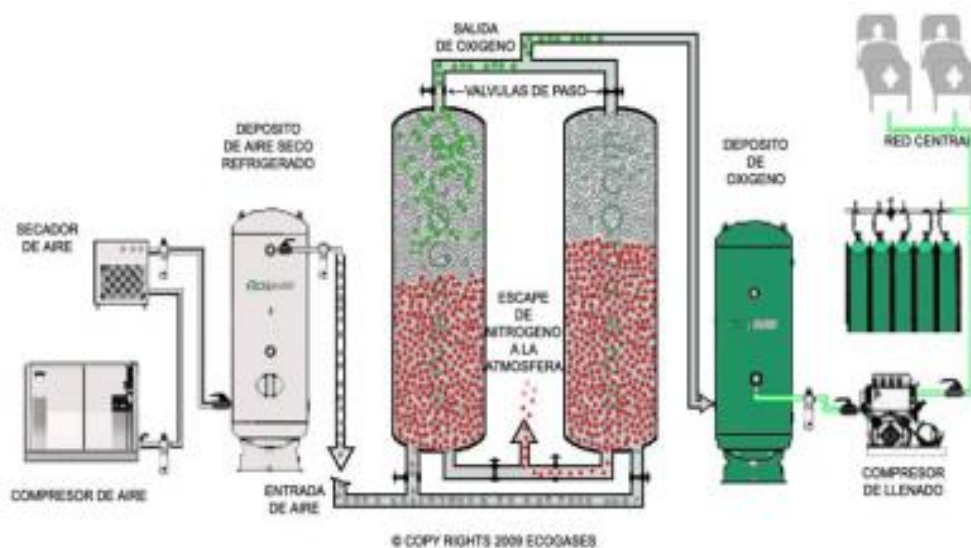


Figura 2.9 Proceso de producción de oxígeno mediante proceso PSA (CASTRO CONTRERAS, 2021 pág. 51).

Tecnología y ciclo PSA

El diseño de una planta de oxígeno con tecnología PSA depende de muchos factores, como la longitud del lecho, diámetros, zeolita, y el caudal de aire de entrada.

En los recintos con plantas de oxígeno medicinal tipo PSA, la eficacia de energía suele estar sacrificada a favor de la estabilidad y robustez de los procesos que determinarán la pureza del oxígeno. El control de un ciclo PSA, es muy tedioso en toda operación partiendo desde el inicio del proceso que es la absorción de

aire comprimido hasta el final del proceso que serían los llenados de los tanques y/o suministro a la red de oxígeno medicinal del hospital.

Los depósitos de zeolita para un procedimiento de tecnología PSA se edifican de forma par, para que una pequeña parte del oxígeno generado a través de un sedimento se aplique para generar otro sedimento. Un ordenador central controla los parámetros de la planta a través de retornos secuenciales el ciclo normal e irreparable es en realidad un ciclo muy simple.

Este ciclo se separa en 4 fases:

- Fase uno: Se genera la presurización de la columna uno y despresurización de la columna dos.
- Fase dos: Se genera la producción en la columna uno y el desfogue de la columna dos.
- Fase tres: El sistema de la columna dos es presurizada y columna uno es despresurizado.
- Fase cuatro: La columna dos genera y la columna uno desfoga. (CASTRO CONTRERAS, 2021 págs. 54 - 55).

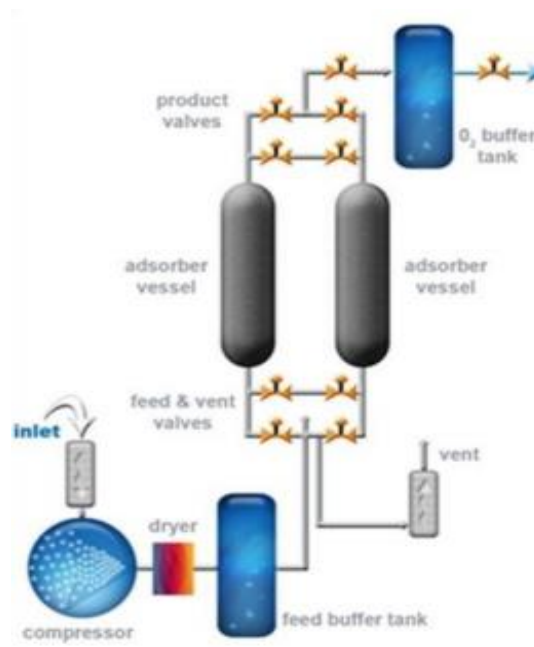


Figura 2.10 Ciclo de producción mediante tecnología PSA (ALBUJAR DÍAZ, 2019 pág. 31).

Equipos que forman la planta de oxígeno medicinal

- Compresor de aire.
- Tanque de almacenamiento de aire comprimido.
- Secador de aire.
- Tanque de almacenamiento de oxígeno.
- Generador de oxígeno.
- Filtros
- Booster o compresor de llenado de botellas.
- Tablero eléctrico.
- Ventiladores de extracción.
- Analizador de gases.



Figura 2.11 Instalación de la planta de oxígeno PSA en la villa panamericana de Villa el Salvador (ONERGY, 2022).

Tanque criogénico:

Un tanque criogénico puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, ya sea Oxígeno, Nitrógeno o Argón.

Características del Tanque criogénico:

- **Construcción:** Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.
- **Regulador de presión:** Los tanques criogénicos tienen un sistema que vaporiza líquido para aumentar la presión cuando ésta baja, a medida que se descarga el tanque criogénico. En caso de presión excesiva, entrega gas a la línea de consumo, con lo que la presión baja rápidamente. Este sistema está diseñado para que el tanque criogénico trabaje a una presión constante, adecuada a las necesidades del usuario. Su presión máxima es de 235 psig.
- **Elementos de seguridad:** Los tanques criogénicos están equipados con válvulas de alivio y discos estallantes, para dejar escapar el gas si hay un aumento excesivo de presión a causa de algún imprevisto. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 34)

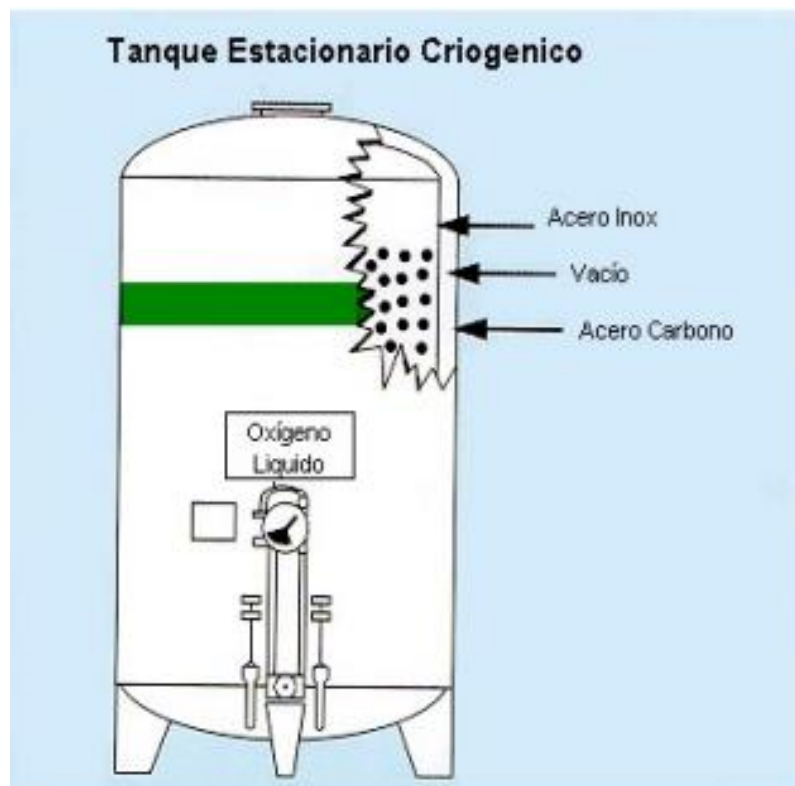


Figura 2II.12 Tanque criogénico estacionario (Cardozo, 2012).

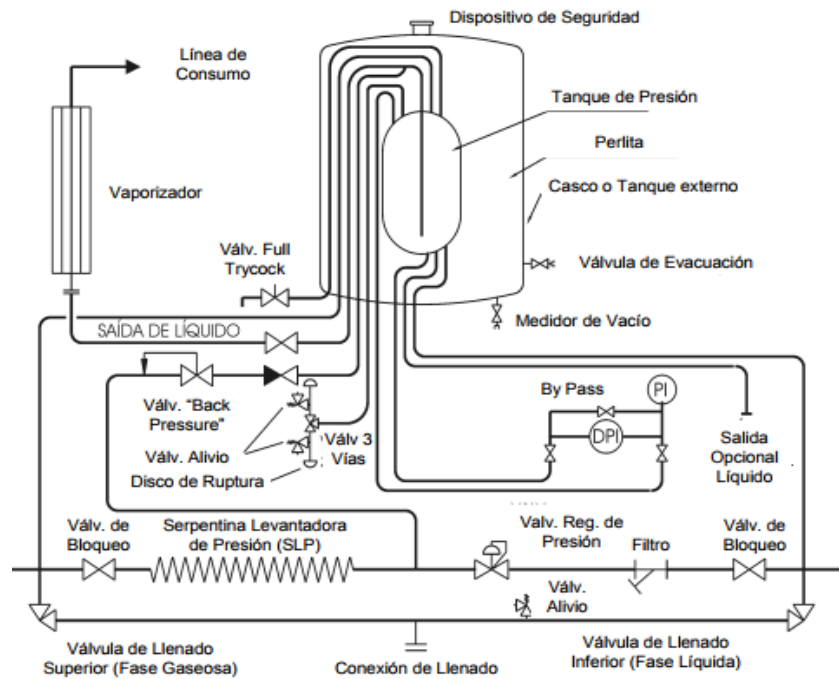


Figura 2.13 Sistema completo del tanque criogénico de oxígeno (Cardozo, 2012).

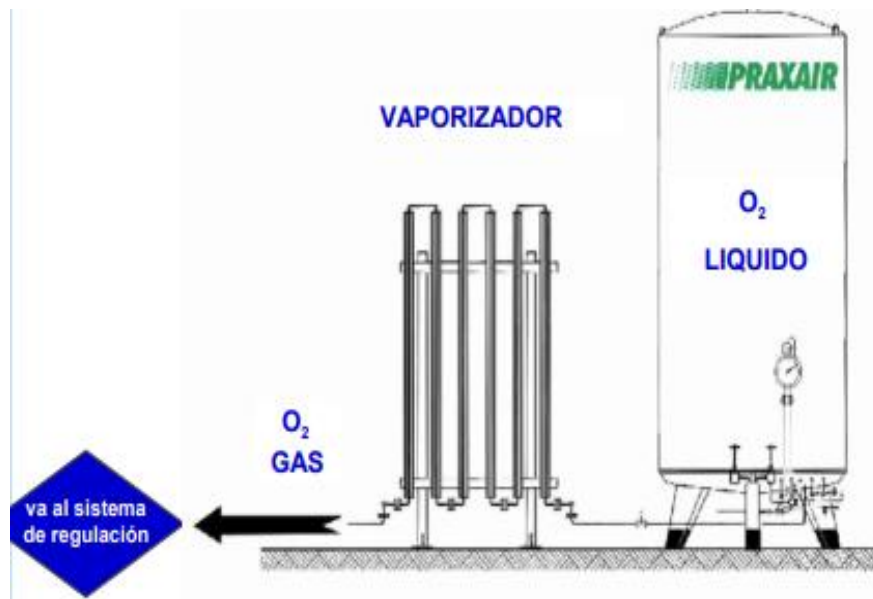


Figura 2.14 Suministro de oxígeno mediante el sistema criogénico (Cardozo, 2012).

Thermo Criogénico:

Son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento de alto vacío, que se usan para la distribución de Oxígeno, Nitrógeno y Argón en estado líquido.

Características del contenedor criogénico.

- El recipiente interno es de acero inoxidable y el exterior puede ser de acero al carbono o acero inoxidable. El alto vacío evita la transferencia de calor, lo que permite mantener la baja temperatura requerida. Posee dispositivos que mantienen la presión dentro de los límites prefijados, vaporizando líquido cuando la presión baja y sacando gas de la fase gaseosa cuando la presión sube.
- Puede entregar su contenido tanto en estado líquido como gaseoso, abriendo en cada caso la válvula correspondiente. El rango normal de presiones de trabajo es de 29 a 203 psi. Permiten suministrar gas en forma estable con flujo continuo de hasta 325 pies³/h. Cuando es necesario un flujo mayor, se usa un vaporizador externo que permite alcanzar flujos estables superiores a 505pies³/h.
- La presión estándar a la que están regulados los contenedores criogénicos es de 125 psig. Y su sistema de seguridad consta de una válvula de alivio para uso de gas, a 230 psig. Y un disco estallante del envase interior a 380 psig. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 35).

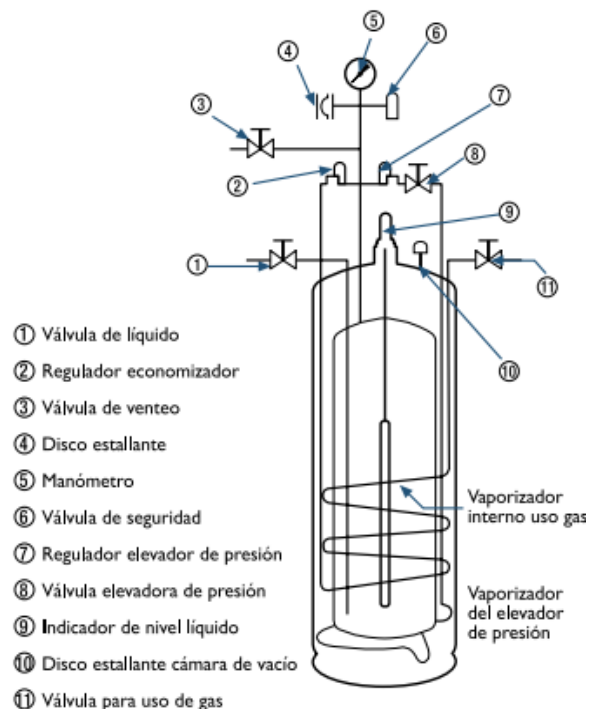


Figura 2.15 Esquema de un termo criogénico (INDURA S.A., 2006).

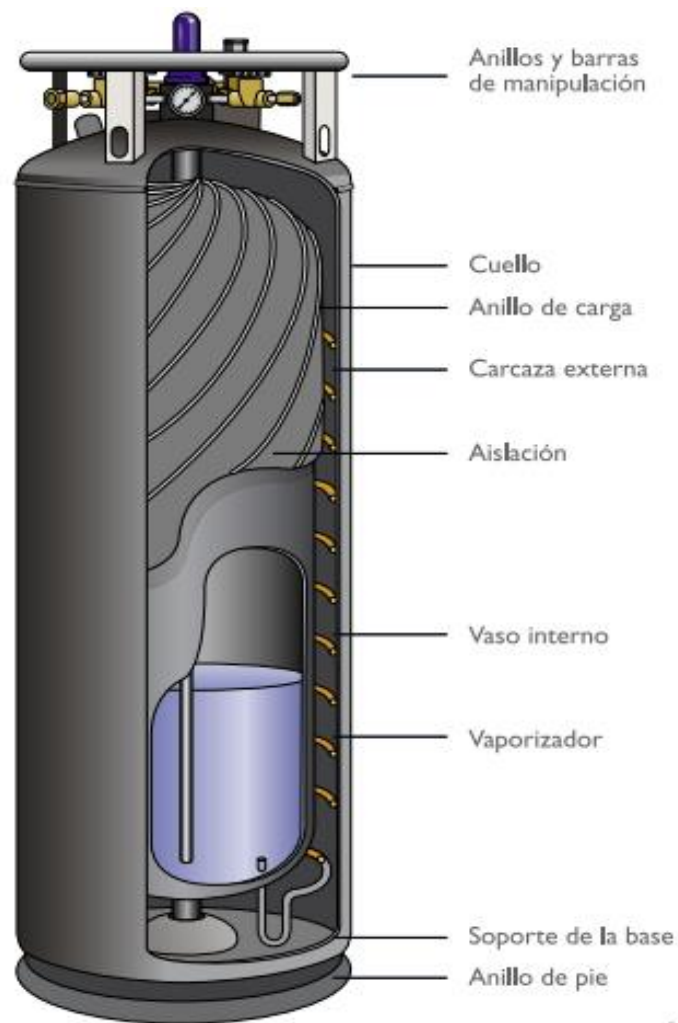


Figura 2.16 Componentes de un Thermo Criogénico (INDURA S.A., 2006).

Manifold:

Es un equipo que cuenta con mangueras de alta presión para el llenado de tanques con gases a alta presión, también se pueden usar de manera simultánea para el suministro. Este equipo consta primordialmente de dos partes: El Manifold propiamente dicho que consta de reguladores, calibradores de presión y llaves de paso. Y el otro que es el Banco, el cual permite la conexión de las mangueras a los tanques; la distancia estándar entre tanque y tanque es 10 pulgadas.

Los manifold se utilizan para los diversos gases medicinales que requiere en un hospital, como el oxígeno, óxido nitroso, dióxido de carbono, aire comprimido medicinal, entre otros.

Tipos de manifold según forma de uso:

- **Manual:** Puede ser de doble uso y de conexión a dos bancos, uno se usa para llenado otro para suministro.
- **Semiautomático:** Este permite suministrar el gas médico de manera ininterrumpida. Puede ser de dos bancos uno de reserva, cuando se agota un banco el cambio se hace de manera automática proveyendo gas de manera continua.
- **Automáticos:** Este también provee un suministro continuo, sin hacer ajustes manuales, esto es debido a su caja de control que posee alarma en el circuito el cual emite una señal en el momento de que la presión sea ineficiente en la red. La diferencia básica entre un manifold semiautomático de uno completamente automático es que en el caso del semiautomático el proceso de cambio del banco de reserva al banco de uso es completamente manual. (ALBUJAR DÍAZ, 2019 págs. 33 - 34).

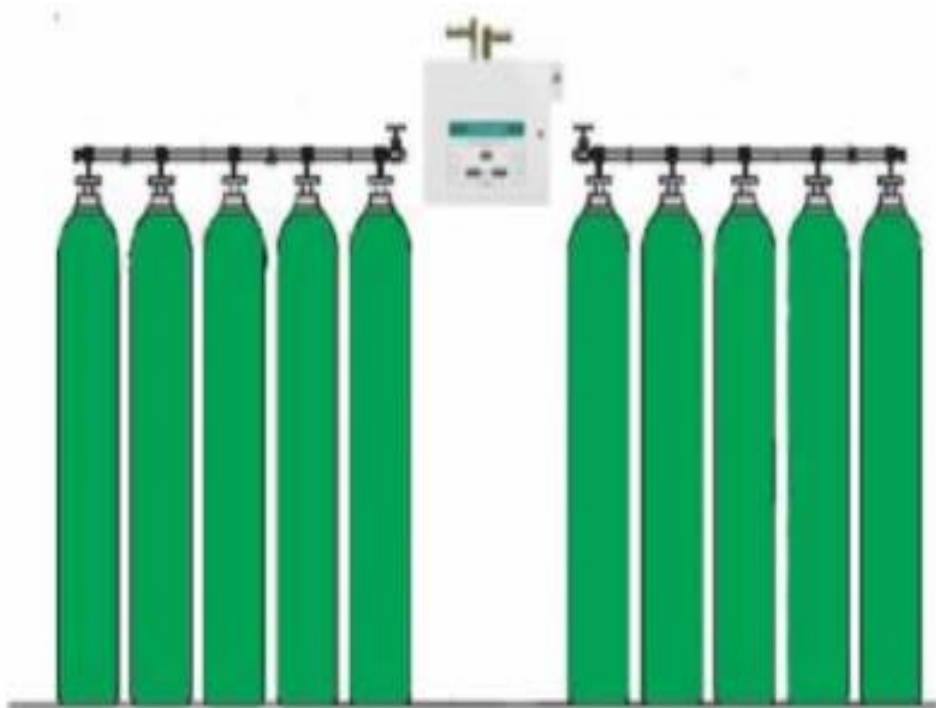


Figura 2.17 Manifold automático para suministro de oxígeno (SANCHEZ LARA, 2010).

Cilindros metálicos:

Los cilindros de alta presión para gases comprimidos son envases de acero de calidad especial, fabricados sin uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad. Estos cilindros son llenados a alta presión, comprimiendo el gas en el reducido espacio interior del cilindro. La fuerza ejercida por el gas sobre las paredes del recipiente al tratar de conservar su volumen en condiciones naturales, genera el efecto de presión. En cuanto a las presiones de llenado y según las características físicas de cada gas, podemos distinguir dos casos:

- **Gases comprimidos de alta presión:** Son aquellos que no se licúan, pudiendo emplearse la presión máxima que establece la norma para el cilindro de alta presión empleado.
- **Gases comprimido licuados de presión intermedia:** Son aquellos que se licúan y que a temperatura ambiente tienen presiones dentro del cilindro entre 725 a 870 psig, para el caso del CO₂ y del N₂O respectivamente. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 37).

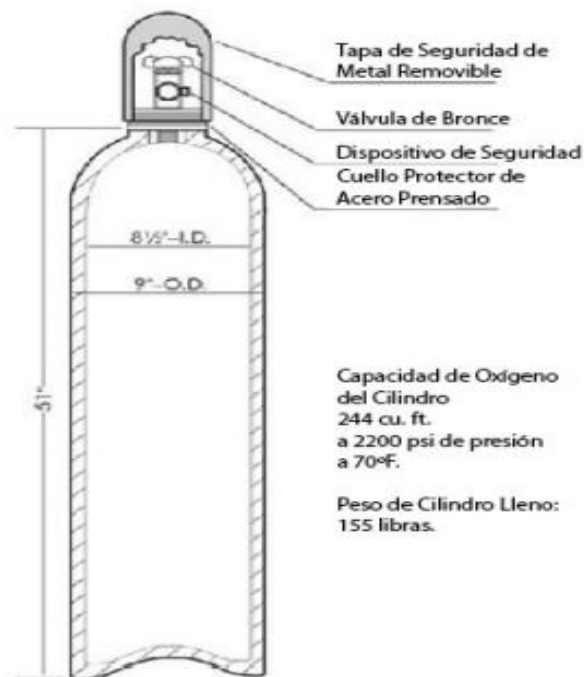


Figura 2.18 Cilindro de alta presión para oxígeno (TDI, 2018).

Configuración:

Las configuraciones para el suministro de oxígeno medicinal se pueden dar según lo siguientes arreglos:

- Sistema con Planta de oxígeno, Tanque Criogénico y Manifold de emergencia.
- Sistema con Planta de oxígeno y Manifold de emergencia.
- Sistema con Tanque criogénico y Manifold de emergencia.
- Thermo criogénico y Manifold de emergencia.
- Sistema con Manifold de suministro principal.

Central de vacío clínico.

El vacío medicinal es comparado con otros sistemas de suministro de gas medico muy sencillo. La parte más difícil es la selección de la tecnología a usarse porque hay muchas tecnologías compitiendo. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 41).

Cada central de vacío contiene:

- Bombas de vacío.
- Tanque receptor.
- Controlador PLC.
- Conexión de tuberías.
- Filtrado antibacterial.



Figura 2.19 Configuración horizontal de la central de vacío(NOVAIR , 2015).

Tipos de sistemas de vacío:

Se clasifican de acuerdo a las tecnologías desarrolladas en cada modelo.

Bomba de Vacío de paletas.

El sistema de vacío de paletas utiliza una tecnología multi paleta de menor fricción. Las paletas giran en direcciones opuestas, sincronizados vía v con engranajes de precisión, generando una alta eficiencia. Las paletas no tienen contacto con la carcasa o entre sí, lo cual elimina la necesidad de un lubricante o fluido de sellado dentro de la cámara de la bomba. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 42).

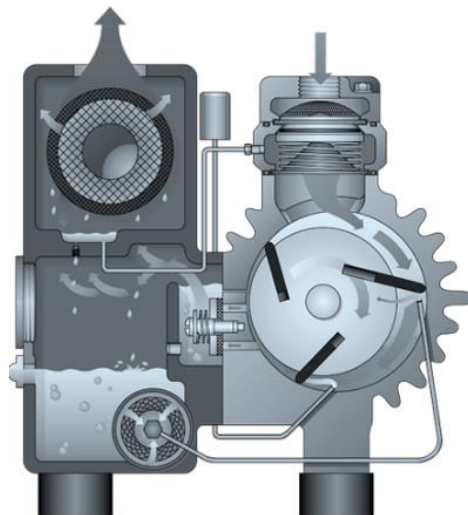


Figura 211.20 Bomba de vacío tipo paletas (C.I.C. SA, 2020).

Sistema Oil-less Rotativo.

Los sistemas oil-less tienen las siguientes características:

- 100% seco, sin aceite ni agua.
- Mantenimiento simple.
- Compacto.
- Libre de vibración.
- Sistema Lubricado Rotativo.

Los sistemas lubricados rotativos son altamente confiables. Las bombas de vacío son refrigeradas por aire y manejados directamente. Su diseño simple y compacto permite un mantenimiento sencillo, operación silenciosa y de largos periodos. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 43).

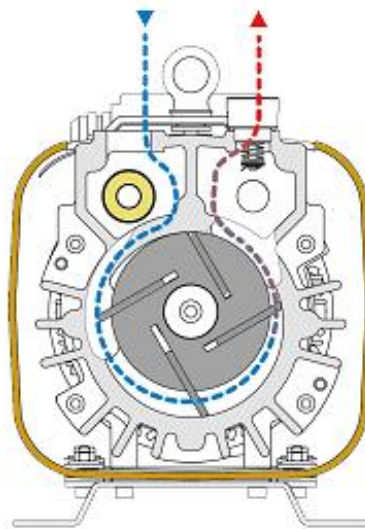


Figura 2II.21 Bomba de vacío de paletas rotativas libre de aceite (VERSOL, 2019).

Sistema de Tornillo Rotativo.

Las bombas en estos sistemas están en el rango de entre 25 y 75 hp, en sistemas dúplex o tríplex. Indicado para bombas y rotores diseñados para miles de horas libre de problemas. La tecnología de tornillo rotativo es mejor que otras tecnologías por su longevidad. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 43).

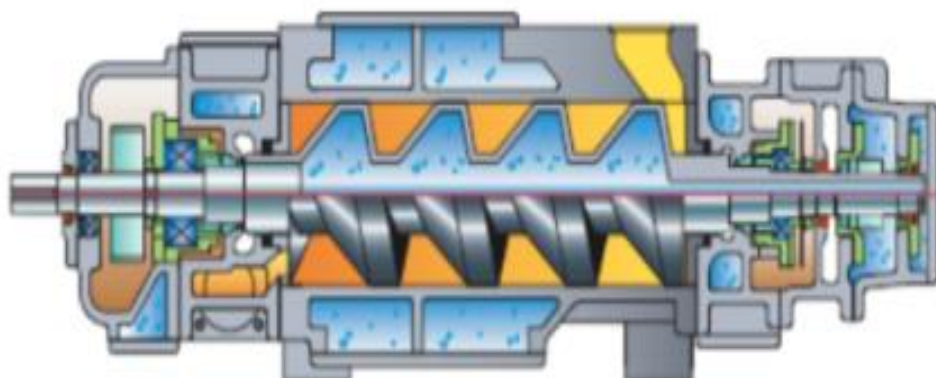


Figura 2.22 Bomba de vacío tornillo rotativo (MARPA, 2021).

Configuración

Las variantes que existen son de acuerdo a la disposición del tanque receptor y las bombas. Lo cuales son las siguientes disposiciones.

Vertical: Tiene dos bombas montadas sobre una sola base. Esta configuración solo es adecuada para bombas pequeñas o con una muy pequeña vibración inherente. Esta es la más eficiente configuración en el aspecto de espacio, y los sistemas oil-less verticales ocupan muy poco espacio.



Figura 2.23 Configuración vertical de la central de vacío (NOVAIR , 2015).

Modular: Cada bomba, los controles y su tanque receptor son montados en bases individuales para su fácil manejo y emplazamiento donde el espacio es un requerimiento importante. Estos sistemas son especialmente muy adaptables a reconversiones y reemplazos. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 44).



Figura 2.24 Configuración modular de la central de vacío (NOVAIR , 2015).

Horizontal o Tanque montado: Estos sistemas están montados encima de su tanque receptor y los usa como soporte. En tamaños pequeños son eficientes en espacio; y económicos. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 45).



Figura 2.25 Configuración horizontal de la central de vacío (NOVAIR , 2015).

Central de aire comprimido medicinal:

El aire comprimido de los compresores de acuerdo a las normas debe presentar el siguiente principio fundamental:

- El aire debe limpiarse y mantenerse limpio.
- El aire respirado por el paciente es por lo tanto en el peor de los casos igual al aire libre local filtrado. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 48).

Cada central de aire comprimido medicinal contiene:

- Compresores de aire.
- Tanque de almacenamiento de aire húmedo.
- Línea de tratamiento de aire.
- Secador de aire.
- Filtros
- Analizador de gases
- Tablero de control PLC



Figura 2.26 Central de aire comprimido medicinal(NOVAIR, 2016).

Tipos de Sistemas de aire comprimido medicinal

De acuerdo a las distintas tecnologías existentes se pueden mencionar las siguientes.

Compresores Reciprocantes Oil-less.

Los compresores de pistón también son llamados "reciprocantes" o "alternativos". Los componentes que conforman estos equipos se asemejan al sistema bloque - cilindro - pistón presentes en los motores de combustión interna. Su principio de funcionamiento se basa en el abrir y cerrar de válvulas que con el movimiento del pistón aspira y comprime el aire.

Este tipo de compresor se caracteriza por una excelente capacidad de alcanzar altas presiones de operación. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 49).

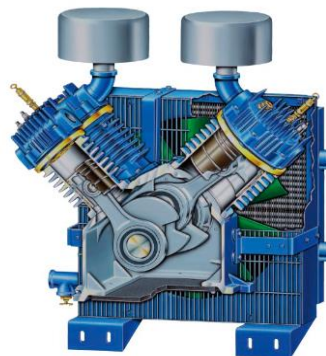


Figura 2II.27 Compresor de aire tipo pistón reciprocante (QUINCY, 2021).

Scroll:

Se puede considerar como la última generación de los compresores rotativos de paletas, en los cuáles éstas últimas han sido sustituidas por un rotor en forma de espiral, excéntrico respecto al árbol motor, que rueda sobre la superficie del estator, que en lugar de ser circular tiene forma de espiral concéntrica con el eje motor. La superficie de contacto entre ambas espirales se establece en el estator (en todas sus generatrices) y en el rotor también en todas sus generatrices. Como se puede comprobar, hay otra diferencia fundamental respecto a los compresores rotativos de paletas, y es que la espiral móvil del rotor no gira solidariamente con este último, sino que sólo se traslada con él paralelamente a sí misma. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 49).

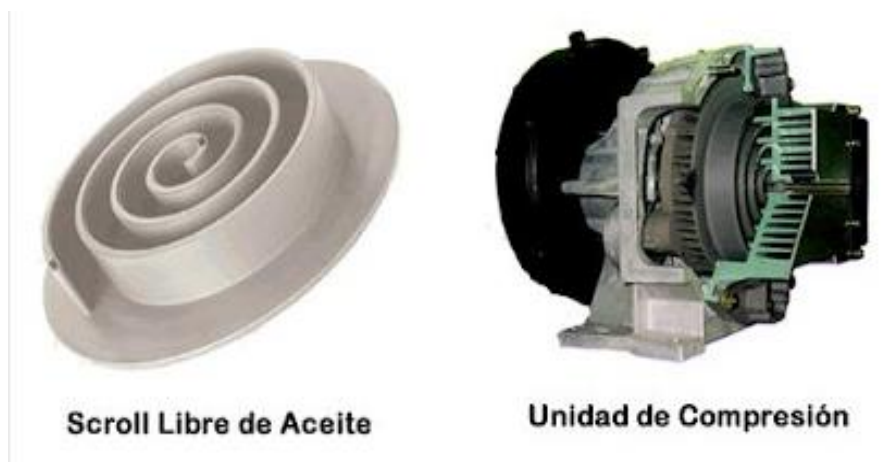


Figura 2.28 Compresor de aire tipo Scroll (Gurrea Perez, 2010).

Configuración.

Las variantes que existen son de acuerdo a la disposición del tanque receptor y los compresores. Lo cuales son las siguientes disposiciones:

Vertical: Las configuraciones verticales tienen dos compresores montados sobre una sola base. Esta configuración es muy adecuada para compresores pequeños o con una vibración inherente muy pequeña como los compresores Scroll. De todas las configuraciones son las que menor espacio ocupan y los sistemas verticales Scroll son especialmente muy eficientes. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 50).



Figura 211.29 Configuración medicinal (AMICO, 2016).

vertical de la central de aire

Modular: Cada bomba, los controles y su tanque receptor son montados en bases individuales para su fácil manejo y emplazamiento donde el espacio es un requerimiento importante. Estos sistemas son especialmente muy adaptables a reconversiones y remplazos.



Figura 211.30 Configuración modular de la central de aire medicinal (AMICO, 2016).

Horizontal: Estos sistemas están montados encima de su tanque receptor y los usa como soporte. En tamaños pequeños son de eficientes en espacio y económicos (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 50).



Figura 2.31 Configuración horizontal de la central de aire medicinal (AMICO, 2016).

Sistema de distribución:

Redes de tuberías:

Los gases médicos tienen un uso diversificado en el hospital y deben distribuirse a los distintos puntos de uso, a través de tuberías canalizadas desde la central de gases hasta el punto de consumo.

Es decir, encontramos la particularidad de gases médicos que circulan por tuberías, por lo que estas instalaciones tienen que cuidarse de forma exquisita, ya que circulan medicamentos hacia los pacientes.

La distribución de los gases por el hospital se realiza con una red muy similar a la que sería la red de distribución de ACS (agua caliente sanitaria) mediante tubería de cobre.

Las características principales son:

- Tubería de cobre para uso medicinal o desengrasada y de tipo K o L.
- Accesorios de cobre.
- Soldadura de plata al 45% libre de cadmio.
- Soportes metálicos con abrazaderas unistrut.
- Señalización y pintado acorde a la normativa.



Figura 2.32 Redes de tuberías de cobre, red de oxígeno, vacío y aire medicinal del Hospital INEN (ONERGY, 2022).

Todo esto se complementa con equipos de alarma y control que irán preferentemente empotrados, de fácil limpieza. En éstos se podrán comprobar presiones, niveles, alarmas ópticas y acústicas, etc. (QUINTERO PICHARDO, y otros, 206 págs. 126 - 127).

Tabla 2.3 Identificación y código de colores para tuberías – NTS 110 MINSA

GAS MÉDICO	ABREVIADO	COLOR
Aire Comprimido Medicinal	Med. Air.	Blanco
Oxígeno	O2	Pantone 360 similar al color verde claro
Vacío medico	Med. Vac	Pantone 168 similar al color marrón claro
Aire industrial	Ind. Air.	Pantone 306 similar al color celeste
Evacuación de gases	WAGD	Pantone 265 similar al color Violeta

Nota: Tomado de (MINISTERIO DE SALUD - MINSA, 2014).

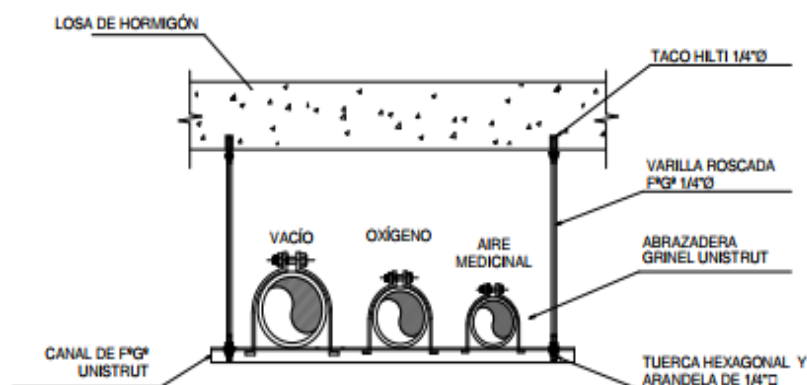


Figura 2.33 Detalle típico de instalación de redes de tuberías (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 2.4 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).

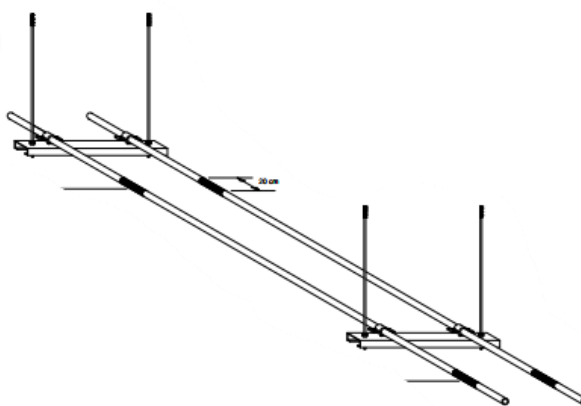


Figura 2.34 Detalle típico de instalación de soportes para redes de tuberías (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Caja de válvulas:

En las instalaciones hospitalarias podemos encontrar dos tipos de caja de válvulas, cuya función principal es la de indicar las condiciones de presión de los gases médicos en el interior de las tuberías de cobre y además poder sectorizar ambientes para monitorear mejor el suministro de los gases médicos y facilitar el mantenimiento.

Tipos de caja de válvulas:

Caja de válvulas tipo simple (AMICO)

Es un gabinete indicador de zona que consta de los siguientes componentes: Una caja de acero que alberga de uno a siete válvulas con extensiones de tubo, un marco de aluminio y una ventana extraíble. La caja de acero es construida de

acero generalmente con un acabado de esmalte blanco. Los soportes de acero se adaptan a varios espesores de pared acabados y pueden ser ajustables en campo.

Las válvulas contenidas en la caja de acero son del tipo bola de 03 piezas con un cuerpo de latón. Los asientos de bola, sellos del vástago y la arandela del vástago son reforzados con teflón. Las válvulas deberán tener una presión nominal máxima de 600 psi. Deben operarse con una manija tipo palanca que requiera solo de un cuarto de vuelta desde una posición completamente abierta hasta una posición completamente cerrada.

Las extensiones de tubo deberán de ser de cobre tipo K lavado y desengrasado para uso medicinal, lo suficiente para sobresalir más allá de los lados de la caja de acero. Estas cajas de válvulas deben de cumplir con la NFPA 99. (AMICO, 2021 pág. 1).



Figura 2.35 Caja de válvulas tipo simple (TRITECH MEDICAL INC., 2018).

Caja de válvulas tipo combo o combinada

Es un diseño 2 en 1 que combina una alarma de área y la caja de válvulas simple, su instalación principalmente compensa las restricciones por espacio. Esta unidad contiene: Una caja de válvulas simple, un módulo de alarma, una ventana y marco.

La caja de acero al igual que la caja de válvulas simples, van empotradas en los muros. Este tipo de caja de válvulas proporciona un microprocesador individual por cada gas médico para sistemas de alarma y vigilancia, los sensores específicos para cada gas se encuentran alojados dentro de la caja de acero a prueba de manipulaciones. El módulo de alarma contiene la bocina y un LED de encendido, así como los botones de prueba y silenciar alarma, Este módulo también proporciona una pantalla digital de presión / vacío real de un gas con alarmas altas y bajas, etiquetadas con el color específico para cada gas médico. Las válvulas son de las mismas características que las válvulas de la caja de válvulas simple (AMICO, 2018 pág. 1).



Figura 2.36 Caja de válvulas tipo combo (TRITECH MEDICAL INC., 2018).

Panel de Alarma Audiovisual

El panel de alarma indica por medio de una señal de sonido y luminosa que la central de suministro de un determinado gas médico ha pasado del suministro normal a un estado de suministro de reserva o que se ha producido un desperfecto, por lo que se debe de atender de inmediato y levantar la condición de alarma.

Se debe de instalar un panel de alarma donde se tiene una red secundaria. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 27).

Tipos de Paneles de alarma

Panel de alarma de área.

Los paneles de alarma controlan el estado del sistema de distribución de los gases medicinales y proporciona indicadores sonoros y visuales de un determinado sector, cuentan con una caja oculta que contiene el suministro de energía, el interruptor de encendido, apagado y los transductores.

En el panel frontal se encuentran tarjetas de circuitos que tienen impresos los circuitos de programación, también se encuentran los botones pulsadores de información, vista rápida, silencio y alarma audible.

Los gases médicos se identifican con los códigos de colores específicos conforme a la norma NFPA 99 o la normativa local.

El transductor convierte la presión en una señal eléctrica y suministra esa señal a los módulos de señales remotas obteniendo así el valor de la presión. (TRI - TECH, 2017 pág. 4).



Figura 2.37 Panel de alarma de área (TRI - TECH, 2017).

Panel de alarma master (AMICO)

El panel de alarma master contiene un indicador LED verde para una condición normal y un indicador LED rojo para condiciones anormales, contiene también alarma audible. La caja oculta está fabricada de acero y va empotrado en los muros y deben de cumplir con los estándares de compatibilidad electromagnéticas.

El módulo de alarma hará un monitoreo continuo hasta de 10 señales de equipos o fuentes de presión. Si alguna de las señales entra en condición de alarma se encenderá el LED rojo y la alarma sonará. Se debe de tener en cuenta que el módulo de la alarma master posee contactos solamente, es decir que, a diferencia de la alarma de área, en la alarma master no se visualiza la presión del gas médico. (AMICO CORPORATION, 2019 pág. 1).



Figura 2.38 Panel de alarma master (AMICO CORPORATION, 2019).

Dispositivos Biomédicos

Salidas de mural tipo diss (Zelaya)

A partir de las necesidades de cada servicio, se creó el conjunto de terminales de pared para suministro de gases medicinales. Los puntos de toma de pared y su estructura modular integran el conjunto terminal de pared antes mencionado.

Las tomas permiten efectuar la conexión de los gases a su estructura ofreciendo una fácil instalación y alojamiento a los distintos gases.

Estas salidas están compuestas por dos módulos independientes “La unidad de empalme empotrada” y la “Unidad de válvula de traba”. La unidad de empalme empotrada consiste en un cuerpo mecanizado de latón que incorpora una unidad de control accionada por un resorte. El cuerpo de latón y el montaje de tubería se insertan en una placa específica para cada gas médico.

La unidad de válvula de traba tipo DISS se encuentra remachada de manera permanente tal que los componentes específicos de cada gas médico no se puedan separar para asegurar que sigan siendo específicos. (ZELAYA CASTRO, 2013 págs. 64 - 65).



Figura 2.39 Salida de mural tipo DISS para oxígeno (AMICO CORPORATION, 2022).

Panel de cabecera

El panel de cabecera es un dispositivo biomédico diseñado para ser un punto de consumo de los gases médicos, ofreciendo una solución sencilla para la atención hospitalaria. Este dispositivo alberga las salidas de gases médicos, componentes eléctricos y comunicaciones adecuadamente separadas. Su configuración varía de acuerdo a la sala o servicio en el cual será instalado.

Configuración de los paneles de cabecera

La configuración de los paneles de cabecera puede ser:

- Configuración horizontal.
- Configuración vertical.

- Configuración simple.
- Configuración doble.
- Configuración múltiple.



Figura 2.40 Configuración horizontal del panel de cabecera (TEDISEL MEDICAL, 2016).

Columna estativa

Gran parte del equipamiento médico usado en los quirófanos requieren gases medicinales, vacío y energía eléctrica.

Las columnas estativas, ubican las salidas de gases medicinales por sobre la cabeza del personal y del equipamiento. Los cables caen en forma vertical sobre el equipo a ser utilizado. El módulo cuenta con salidas para los gases medicinales, soportes para sueros, tomas eléctricas. (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 28).



Figura 2.41 Columna estativa(LM MEDICAL DIVISION, 2017).

Normas y estándares

Para el desarrollo y diseño de los sistemas de gases medicinales en los hospitales se tienen en cuenta normas y estándares tanto nacionales como internacionales.

Normas relacionadas.

Las normas internacionales más utilizadas como referencia son las normas de seguridad de la NFPA 99 y "Las Normas de Diseño de Ingeniería" de la IMSS.

A continuación, se lista las normas aplicables a sistemas de gases medicinales: (ZELAYA CASTRO, 2013 pág. 15).

- Normas de Seguridad de la NFPA 99.
- Normas de Diseño de Ingeniería de la IMSS. (México).
- ISO 7396.
- CGA SB-6, CGA P-1, CGA P-2, CGA G-4.1, CGA V-5, CGA M-1, CGA G-6.1, CGA G-8.1 (CGA, Compressed Gas Asociación).
- Norma técnica de salud NTS 110 – MINSa.

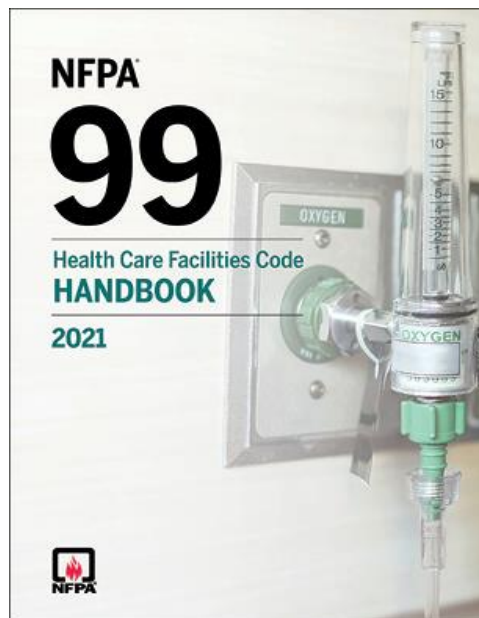


Figura 2.42 Norma NFPA 99 – Versión 2021 (NFPA 99, 2021).

Alcances de las normas

Estas normas son criterios de seguridad que abarcan distintos tipos de sistemas técnicos, en donde se especifican los criterios de seguridad referidos a sistemas de gases y vacío.

Refieren también a todas las consideraciones de diseño, instalación y prueba en instalaciones del cuidado de la salud. Dentro de esto se especifican los criterios de locación, diseño e instalación de los sistemas medicinales y de vacío, teniendo en cuenta consideraciones de seguridad, así como lineamientos sobre suministro y distribución, metodología de cálculo.

Estas normas son estructuradas considerando la aplicación, tipo de materiales, redes de distribución, abastecimiento, sistemas de alarma.

Las diversas normas internacionales (Canadá, Reino Unido, Australia, México, Argentina, Colombia, etc.) tienen un origen común en las normas NFPA aplicándose a los gases médicos, considerados y especificándose los criterios de diseño de los sistemas de gases medicinales y su metodología de cálculo.

- Abastecimiento y Distribución de Oxígeno medicinal.
- Abastecimiento y Distribución de Aire Comprimido.
- Succión Central de Vacío y evacuación de gases anestésicos.

Las especificaciones y criterios de diseño generales se encuentran estructurados de acuerdo a los siguientes puntos:

Aplicabilidad: Aquí se indica el nivel de riesgo al cual se aplicarán los requerimientos de las instalaciones.

Naturaleza de peligros: Fuegos potenciales y peligros de explosión asociadas a sistemas de gases médicos y de vacío deben ser considerados en el diseño, instalación, prueba, operación y mantenimiento.

Fuentes: Consideraciones de diseño, construcción, instalación, locación, ventilación, almacenamiento de sistemas de gases médicos y de vacío como:

- Identificación del sistema de suministro central y etiquetado.
- Operaciones del sistema de suministro central.
- Ubicaciones del sistema de suministro central.
- Sistemas de suministro central.
- Sistemas de suministro de aire medicinal.
- Sistemas de suministro de vacío médico-quirúrgico.
- Eliminación de residuos de gases anestésicos.
- Sistemas de suministro de aire para instrumentos.
- (ZELAYA CASTRO, 2013 págs. 17 - 19).

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

Para establecer los criterios de dimensionamiento y distribución del sistema de gases medicinales en el mejoramiento de los servicios de salud en el hospital de San Martín de Pangoa – Departamento de Junín se ejecutaron en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

Etapa 1. Determinación de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa: En esta etapa se analizan los servicios que ofrecerá el hospital y la ubicación de aquellos que requieren del suministro de gases médicos.

Etapa 2. Distribuir y detallar las redes de tuberías de cobre: En la segunda etapa se distribuyen las redes de tuberías en los planos mecánicos desde las fuentes de generación (centrales) de gases médicos hasta los puntos de consumo identificados en la primera etapa.

Etapa 3. Especificar el equipamiento primario y dispositivos biomédicos: En esta etapa se especifica el tipo de equipamiento primario y su ubicación en el interior del Hospital y se identifican los dispositivos biomédicos requeridos de acuerdo a los planos de equipamiento.

Etapa 4. Selección de las centrales generadoras de gases médicos: En esta etapa se determina la capacidad de la central generadora de cada gas médico tomando los consumos requeridos por los servicios identificados en la primera etapa.

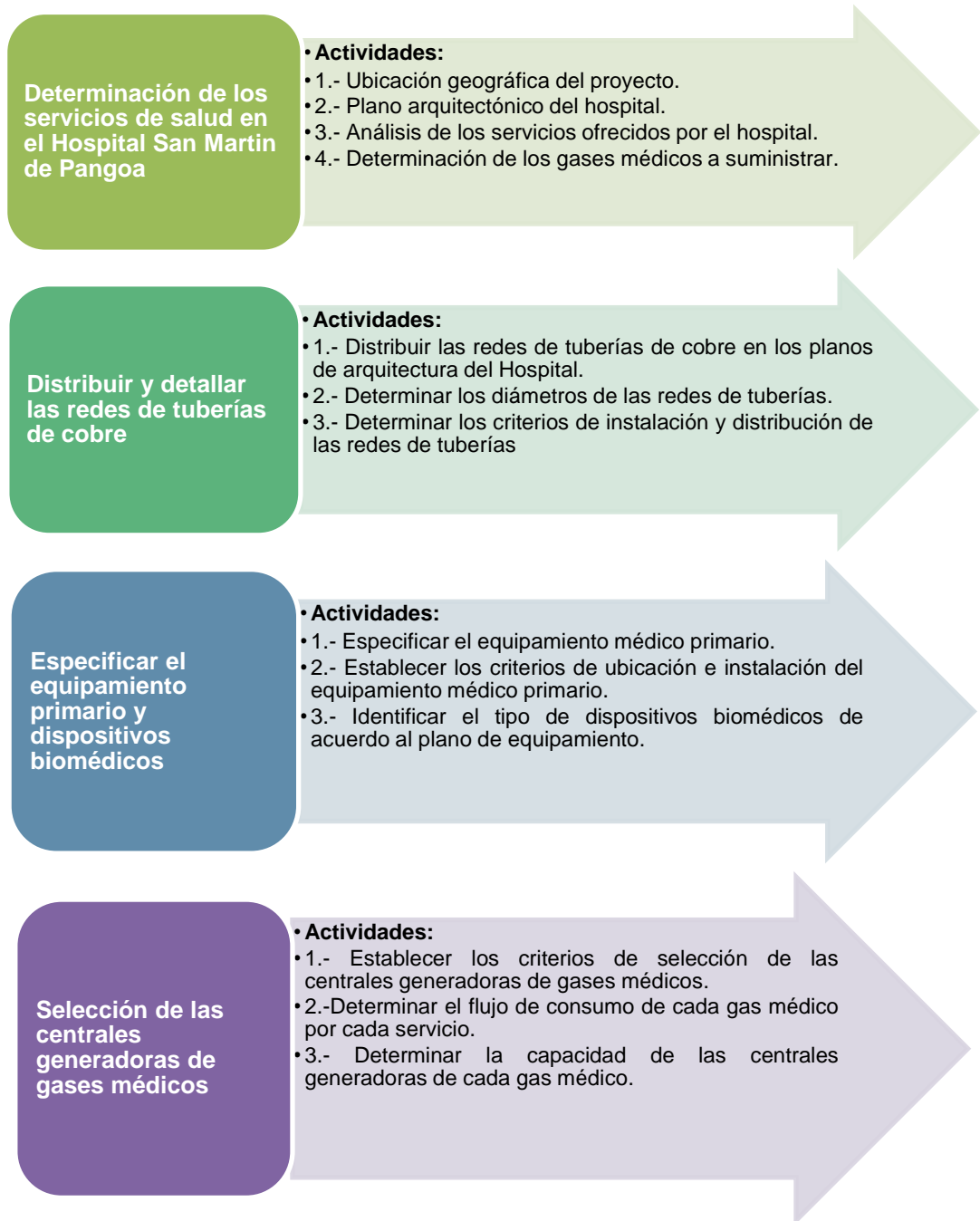
Tabla 2.5 Etapas del proyecto

Etapa 1. Determinación de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa.	Etapa 2. Distribuir y detallar las redes de tuberías de cobre.	Etapa 3. Especificar el equipamiento primario y dispositivos biomédicos.	Etapa 4. Selección de las centrales generadoras de gases médicos.
<p>Actividades:</p> <p>1.- Ubicación geográfica del proyecto.</p> <p>2.- Plano arquitectónico del hospital.</p> <p>3.- Análisis de los servicios ofrecidos por el hospital.</p> <p>4.- Determinación de los gases médicos a suministrar.</p>	<p>Actividades:</p> <p>1.- Distribuir las redes de tuberías de cobre en los planos de arquitectura del Hospital.</p> <p>2.- Determinar los diámetros de las redes de tuberías.</p> <p>3.- Determinar los criterios de instalación y distribución de las redes de tuberías</p>	<p>Actividades:</p> <p>1.- Especificar el equipamiento médico primario.</p> <p>2.- Establecer los criterios de ubicación e instalación del equipamiento médico primario.</p> <p>3.- Identificar el tipo de dispositivos biomédicos de acuerdo al plano de equipamiento.</p>	<p>Actividades:</p> <p>1.- Establecer los criterios de selección de las centrales generadoras de gases médicos.</p> <p>2.- Determinar el flujo de consumo de cada gas médico por cada servicio.</p> <p>3.- Determinar la capacidad de las centrales generadoras de cada gas médico.</p>

Nota: Fuente propia.

2.2.2 Diagrama de flujo

El siguiente diagrama muestra las actividades por cada etapa del proyecto



III. APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, ejecución y control de etapas

En abril del 2022, La empresa CHINA CAMC, asigna a la empresa ONERGY SAC la instalación del sistema de gases medicinales en la construcción del nuevo hospital de nivel II para el mejoramiento de los servicios de salud del Hospital de San Martín de Pangoa. Este nuevo hospital se encuentra cerca de otros distritos de la provincia de Satipo y de las comunidades nativas Asháninkas y Nomatsiguengas, por lo que su ubicación resulta ser estratégica en beneficio de la población que recurre frecuentemente a ser atendido en el actual hospital en operación.

Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de gases medicinales en el interior del Hospital, Se determinan la capacidad de la central generadora de cada gas médico, para ello se necesitó conocer los gases médicos que requieren ser suministrados para los diferentes servicios ofrecidos por el nuevo hospital. Se tomó en cuenta la ubicación de los servicios médicos en el interior del hospital mediante el plano de arquitectura y también los planos de equipamiento para distribuir las redes de tuberías. Esto ayudo a determinar el equipamiento primario y dispositivos biomédicos que serán necesarios para cubrir las necesidades de atención.

Para ilustrar mejor los conceptos y definición de equipos se utilizó planos y tablas.

A continuación, se presenta las etapas para tener una mejor visión del proyecto.

Etapa 1. Determinación de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa

Consideraciones Generales:

Los aspectos genéricos tomados en cuenta cuando se diseña un sistema de gases médicos. Usualmente, se ubica en las tres situaciones siguientes:

a) Se construirá un hospital nuevo: En esta tipificación, relativamente, el diseño se vuelve menos complicado, porque en teoría se dispone de todas las facilidades necesarias y las limitantes de implementación se reducen.

b) Se tiene el hospital, pero no se tiene un sistema de gases anestésicos: Cuando se presenta esta situación, el proceso de diseño se complica un poco, ya que se tiene una edificación que ya está construida y sobre esta se tendrá que instalar la red de tuberías. Será necesario hacer todas las visitas de campo necesarias, para utilizar el mejor criterio de diseño de acuerdo con la distribución arquitectónica y tipo de edificación de la instalación.

c) Se tiene el hospital y se ampliará el sistema de gases médicos: Esta tipificación resulta más complicada, ya que se debe de considerar en primera instancia, el sistema actual de suministro de gases médicos, verificar su demanda y en base a ello dimensionar el nuevo sistema.

Lo complicado de este diseño es que el sistema de gases médicos, ya está en funcionamiento y supliendo necesidades en áreas donde se tienen a pacientes críticamente enfermos. En esta consideración existen dos posibles soluciones:

- La primera de ellas es que se diseñe una red completamente nueva e independiente de la que está en uso y que sirva para atender las nuevas necesidades.
- La segunda y más complicada, es que a la red actual se le hagan las modificaciones necesarias, tanto en la fuente, la distribución como en las salidas de utilización de los gases. Para este segundo caso habrá que diseñar un plan de contingencia para el día de la puesta en

funcionamiento de todo el sistema. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 6).

En nuestro caso el Hospital de San Martín de Pangoa es un hospital nuevo que está en proceso de construcción, por lo que nos encontramos en la tipificación a).

Ubicación geográfica del proyecto

Mediante el programa Google Earth, se ubicó el proyecto geográficamente.



Figura 3.1 Ubicación geográfica del Hospital San Martín de Pangoa - Junín (GOOGLE EARTH, 2022).

La ubicación se describe a continuación:

- Latitud: 11° 25' 48" Sur.
- Longitud: 74° 30' 09" Oeste.
- Altura: 676 m.s.n.m.

Datos Técnicos del Proyecto:

- OBRA: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital de San Martín de Pangoa – Junín.
- Ubicación: San Martín de Pangoa – Junín.
- Área total del terreno: 48, 000 m2.
- Propietario: Gobierno Regional de Junín.
- Supervisión: ACRUTA TAPIA.
- Constructora: CHINA CAMC ENGINEERING.
- Contratista: ONERGY CONTRATISTAS SAC.
- Gerente General: Ing. Cesar Aucalla.
- Residente de Obra: Yuri Castillo.
- Monto de obra contratado: S/. 3,767,400.57.
- Plazo de ejecución vigente: 155 días calendarios.
- Fecha de inicio de obra: 28 – 08 – 2022.
- Fecha de término vigente: 30 – 01 – 2023.

Planos Arquitectónicos

Sumamente vital para el proceso de diseño del sistema de gases, es la disposición de los planos arquitectónicos del hospital, ya que sobre ellos se trazará la ubicación de las fuentes de gases, las redes de distribución, la localización de las tomas (salidas) de gases y los flujos anticipados de cada gas que circulará por todo el sistema. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 6).

Los planos arquitectónicos del hospital San Martín de Pangoa se presentan en el anexo 01.

Análisis de los servicios del Hospital

La definición del uso del tipo de gas médico en cada área de atención, debe ser establecida en primera instancia en función de lo definido en el modelo de gestión del hospital, ya que de este se derivará los servicios clínicos en los cuales se requerirá la utilización de cada uno de los gases médicos; en segunda instancia se debe considerar la opinión del personal clínico con experiencia en

la utilización de gases, para que en base a sus buenas prácticas clínicas, sugieran los servicios médicos donde se debe utilizar gases médicos. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 7).

Mediante la revisión de los planos arquitectónicos podemos identificar los servicios que requieren del suministro de gases médicos. Teniendo en cuenta que el nivel de atención del Hospital San Martín de Pangoa es de Nivel II. Los servicios que requieren del suministro de gases médicos son:

Primer Nivel: Se ubican las UPSS de Emergencias y la UPSS de Diagnóstico por imágenes.

UPSS Emergencia

- Sala de observaciones adultos hombres.
- Sala de observaciones adultos mujeres.
- Sala de observaciones pediatría.
- Tópico de Pediatría.
- Tópico medicina interna.
- Tópico de Gineco-Obstetricia.
- Sala de Rehidratación y Nebulización.



Figura 3.2 UPSS Emergencia(Lapatilla, 2023).

UPSS Diagnóstico por imágenes

- Sala de radiología convencional.
- Almacén 2 (Proyectado).



Figura 3.3 UPSS Diagnostico por imágenes (Clinica San Juan Bautista, 2022).

Segundo Nivel: Se ubican las UPSS Centro Quirúrgico, UPSS Centro Obstétrico y la UPSS de Consulta Externa

UPSS Centro Quirúrgico

- Sala de operaciones Ginecología y Obstetricia.
- Atención Inmediata al recién nacido.
- Sala de inducción anestésica.
- Sala de recuperación post – anestésico.



Figura 3III.4 UPSS Centro Quirúrgico (RPP, 2022).

UPSS Centro Obstétrico

- Sala de Partos.
- Atención Inmediata al recién nacido.
- Sala de puerperio inmediato.
- Sala de dilatación.



Figura 3.5 UPSS Centro obstétrico (HOSPITAL DE MATERNIDAD SANTA MARIA, 2020).

UPSS Consulta Externa

- Tópico de procedimientos 01
- Sala de monitoreo fetal.



Figura 3.6 UPSS Consulta Externa (DIARIO EL UNIVERSO, 2022).

Tercer Nivel: Se ubica la UPSS de Hospitalización.

UPSS Hospitalización

- Tópico de procedimientos 01.
- Sala de Hospitalización Adultos Varones 01 y 02.
- Sala de Hospitalización Adultos Mujeres 01 y 02.
- Sala de Hospitalización Adulto Aislado.
- Sala de Hospitalización Obstetricia Alojamiento 1-5.
- Sala de Hospitalización Obstetricia 01.
- Sala de Monitoreo de gestantes con complicaciones.
- Tópico de procedimientos 02.
- Sala de Hospitalización Gineco Obstetricia aislado 01.
- Sala de Hospitalización Ginecología 01 y 02.
- Sala de Hospitalización Adolescentes.
- Atención al recién nacido con Pat. 01.
- Atención al recién nacido sano.
- Sala de Hospitalización escolar.
- Sala de Hospitalización Lactante y Pre - escolar 01.



Figura 3.7 UPSS Hospitalización (ANDINA AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS, 2019).

Determinación de los gases médicos a suministrar.

Una vez que se han identificado los servicios del hospital podemos determinar los gases médicos que se deben de suministrar, los cuales son:

- Oxígeno medicinal.
- Vacío clínico.
- Aire comprimido medicinal.
- Evacuación de gases anestésicos.

Etapas 2. Distribuir y detallar las redes de tuberías de cobre.

Para el caso de la distribución estrictamente de las tuberías se considera que existen tres clases generales de tubería:

a) Línea principal: Aquellas tuberías que conectan la fuente generadora (centrales) a las elevaciones (derivaciones), ramales o ambas.

b) Elevaciones: Las tuberías verticales que conectan la línea principal con las líneas ramales en los diferentes niveles de la instalación.

c) Línea ramal (Lateral): Aquellas secciones o porciones de tuberías de vacío que sirve a un cuarto o grupo de cuartos de la misma instalación.

Distribución de las tuberías sobre el plano arquitectónico

Para la distribución de las tuberías, se debe de disponer de los planos arquitectónicos y sobre este trazar la distribución de las tuberías. Un ejemplo de esta distribución se ha representado en la figura 3.8. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 10).

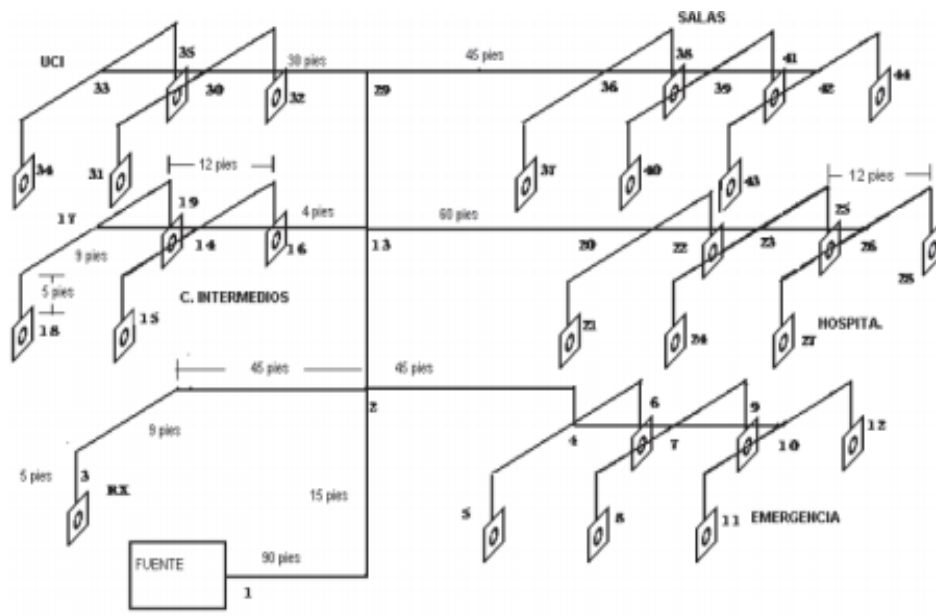


Figura 3.8 Distribución de las redes de tuberías (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012).

La distribución de las redes de tuberías en los planos arquitectónicos del Hospital San Martín de Pangoa, se presentan en el anexo 01.

Determinación de la longitud de las redes de tuberías

Para establecer la longitud de las tuberías, se parte de la distribución de las redes de tuberías, la cual se ha elaborado tomando de base el plano arquitectónico. Para determinar la longitud de la tubería se recomienda medir directamente en el plano y dar una tolerancia del 15% sobre la medida original, por ejemplo, si se toma de referencia la figura 3.8, en el tramo 1-2 de la tubería principal, se tiene una longitud de 105 pies, luego con el factor de tolerancia del 10 % se tiene una longitud para posteriores cálculos de 115.5 pies. Según las buenas prácticas de los diseñadores, se puede dar hasta un 50 % de tolerancia. Todo este cálculo servirá para determinar la cantidad total de tubería de cobre, como también para los respectivos cálculos de pérdidas de presión por cada uno de los tramos. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 14).

Determinación de los diámetros de tuberías

La determinación de los diámetros de las tuberías está en función del caudal que circulará por cada una de ellas y su ubicación en los planos arquitectónicos, resulta sumamente importante en la determinación de la máxima pérdida de

presión permitida y la consecuente eficiencia del sistema ante la máxima demanda pico de un determinado gas médico. En esta etapa realizaremos el dimensionamiento de los diámetros de las tuberías de acuerdo a la NFPA 99, la cual define unos diámetros mínimos de tuberías a respetar, sin importar si en el proceso de cálculo se determinen diámetros menores. Esta definición de diámetros mínimos permite disponer de otro medio de seguridad de un sistema vital como es el de los gases médicos. Estos diámetros mínimos están representados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Diámetros mínimos para las tuberías de gases médicos

DIÁMETROS MÍNIMOS REQUERIDOS POR LA NFPA 99	
GAS	DIÁMETRO MÍNIMO
Oxígeno medicinal	1/2"
Aire comprimido medicinal	1/2"
Vacío clínico	3/4"
Evacuación de Gases Anestésicos	3/4"

Nota: Tomado de (NFPA 99, 2021).

Cálculo de las pérdidas de presión

El cálculo de las pérdidas de presión, permite de manera significativa, poder prever la eficiencia probable de funcionamiento de un sistema de gases médicos. En este proceso calcularemos las pérdidas de presión para cada uno de los gases médicos, existe un valor máximo que es permisible. Este valor se especifica en la tabla 3.2.

Para determinar la máxima pérdida de presión de un sistema de gases en específico, se tiene que determinar la pérdida por cada uno de los tramos establecidos en el esquema mecánico (figura 3.8), además el cálculo de las pérdidas de presión de cada uno de los tramos debe de empezar desde la fuente hasta la salida más lejana. Basándose en la tabla 3.2, si se estuviera calculando la máxima pérdida de presión para el oxígeno, esta no debe ser mayor a 0.28 kg/cm² en la salida más lejana, para una presión de operación del mismo sistema de 55 psi. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 17).

Tabla 3.2 Pérdidas de presión por cada gas.

SUMINISTRO	PRESIÓN DE SALIDA A LOS SERVICIOS	CAÍDA DE PRESIÓN DEL SISTEMA DE ACUERDO A LA NORMA MEXICANA DEL IMSS
Oxígeno	50 a 55 PSI	< 0.28 kg/cm ²
Aire comprimido	50 a 55 PSI	< 0.28 kg/cm ²
Vacío Clínico	15 Pulg. Hg	< 76.2 mm Hg
Evac. Gases Anestésicos	15 Pulg. Hg	< 76.2 mm Hg

Nota: Tomado de (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012).

En el anexo 02, se presenta el criterio normativo de Ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social para presiones positivas en el cual se muestra el gráfico de pérdidas de presión por cada 100 metros en función del caudal y en el anexo 03 las pérdidas para los sistemas de presión negativa.

A manera de ejemplo acerca del uso de este gráfico, calcularemos la pérdida de presión para el segmento C29 – C27 del anexo 06 que nos muestra los diámetros de la red del sistema de oxígeno medicinal y teniendo como datos adicionales los gastos de oxígeno mostrados en el anexo 04, se tiene en este segmento un caudal pico de 181 lpm. Para calcular las pérdidas se procede de la siguiente manera:

- a)** Se ubica en la columna de LPM, el máximo caudal pico del segmento C29 – C27, que para este ejemplo es 181 lpm.
- b)** Luego se determina el diámetro de tubería a utilizar para dicho segmento. En este caso se asumirá un diámetro de 1/2". Se puede tomar otro diámetro de tubería.
- c)** Posteriormente, se determina la pérdida de presión para 100 metros. Esta corresponde a la intersección de 181 lpm con la diagonal correspondiente al diámetro de 1/2", el cual corresponde a una pérdida de presión de 0.1360 kg/cm².
- d)** Dado que el segmento C29 – C27 tiene una longitud de 17 m, se tiene que calcular la pérdida de presión para este tramo específico. Considerando el valor determinado en el punto c, este se divide entre 100 y se multiplica por la longitud

equivalente 20.40 dando una pérdida final de presión para este tramo de 0.0277 kg/cm².

Si se quiere calcular las pérdidas de presión de toda la red del sistema de oxígeno medicinal, se tiene que proceder tal como se ha descrito anteriormente y las pérdidas de presión resultante por cada segmento se tienen que sumar y el total no debe de sobrepasar los 0.28 kg/cm². El inicio de los cálculos de las pérdidas de presión debe iniciar desde la fuente de alimentación. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 17).

Los diámetros de las redes de tuberías para la distribución de los gases médicos, se detallan en los Anexos 07 y 08 donde se podrán distinguir también la caída de presión de la red y la ruta crítica.

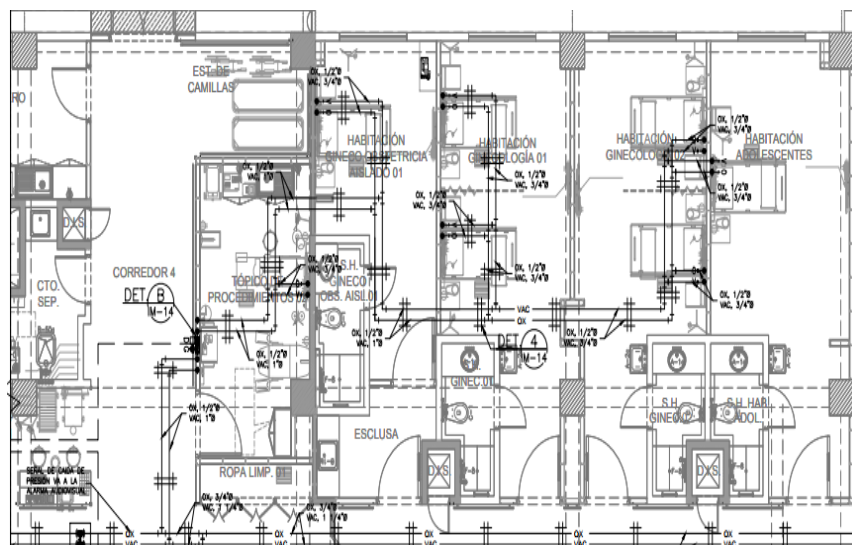


Figura 3.9 Red de tuberías dimensionadas para la UPSS Hospitalización del Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Criterios de instalación y distribución de las redes de tuberías

Entre los criterios para la instalación de tuberías, tenemos:

- La tubería para uso médico debe ser tipo K o L, de diseño duro ASTM B819, esta es identificada por las marcas OXY, MED, OXY/ MED, OXY /ACR, ACR / MED con franjas verdes para el tipo K o franjas azules para el tipo L). De preferencia se recomienda el uso de tubería tipo K ASTM B 819.

- Los sistemas ramales y principales deben ser tuberías con un diámetro nominal no menor de 1/2" para los sistemas de presión positiva y de 3/4" para los sistemas de presión negativa.
- Las conexiones para los medidores e interruptores y conexiones para los paneles de alarmas deben ser permitidas que tengan un diámetro externo de 1/4 de pulgada (1/8 de pulgada diámetro nominal).
- Las conexiones para los puntos de consumo en los dispositivos biomédicos en los paneles de cabecera y salidas tipo diss deben ser permitidas que tengan un diámetro externo de 1/4 de pulgada (1/8 de pulgada diámetro nominal).
- Las uniones soldadas deben realizarse con soldadura autógena y con varillas de soldadura al 45 % de Plata libre de cadmio serie (BAg). (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 13).

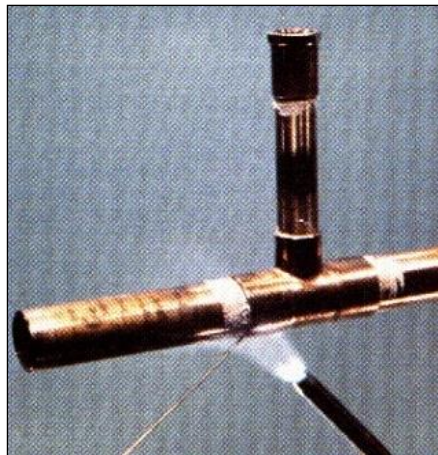


Figura 3.10 Procedimiento de soldadura para las redes de tuberías (ONERGY, 2022).

Tuberías colgadas en techo:

- Las redes de tuberías pueden instalarse en el mismo ducto donde haya tuberías de gases combustibles, derivados de petróleo, líneas eléctricas, de vapor, siempre que el espacio sea ventilado natural o mecánicamente. Se recomiendan las siguientes distancias

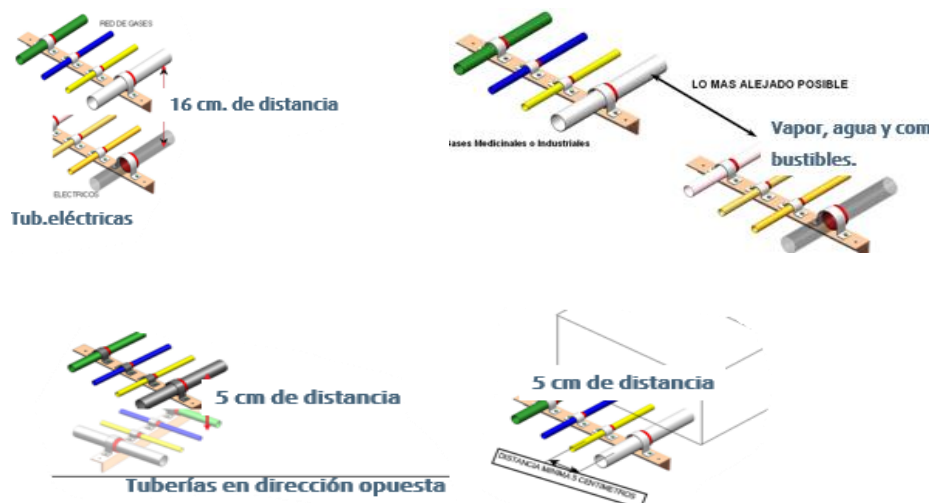


Figura 3.11 Distancias de separación recomendadas (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

- Las redes de tuberías no deben de instalarse en ductos elevadores, cocinas y sitios de llama abierta.
- Las tuberías deben tener soportes que las sujeten a la construcción del hospital. Los soportes para la tubería de cobre deben tener un adecuado acabado contra la corrosión galvánica. En localizaciones potencialmente húmedas, los sujetadores o soportes del tubo de cobre deben estar cubiertos de un plástico o con un aislamiento que proteja al tubo. La máxima distancia entre los soportes debe ser como se indica en la tabla 2.4. (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008 pág. 67).

Tuberías enterradas

- Deben de estar permanentemente protegidas, la canaleta debe de ser de rejilla o separada de modo que se permita verificar las uniones durante inspecciones visuales o de fugas.
- Deben de estar protegidas contra la corrosión y los daños físicos y estar a una profundidad mínima de 50 cm de la superficie.
- Debe colocarse una cinta adhesiva con el nombre del gas que lleva el canal. (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008 pág. 72).

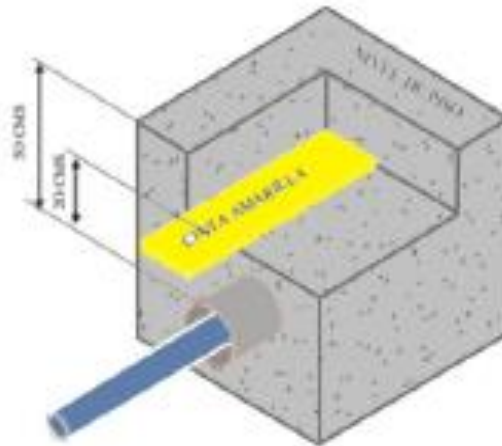


Figura 3III.12 Instalación de redes de tuberías enterradas (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

Tuberías que atraviesan muros

Para la instalación de las tuberías que atraviesan muros deben de estar libres colocando en el muro otra tubería de pvc de 1" mayor a la tubería en cuestión evitando de este modo el par galvánico. (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008 pág. 77).

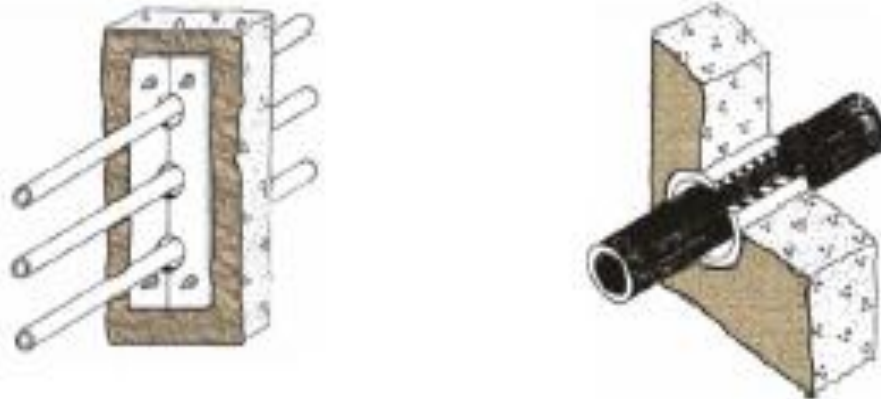


Figura 3.13 Instalación de tuberías a través de muros (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

Etapas 3. Especificar el equipamiento primario y dispositivos biomédicos.

Sistema de distribución

En el diseño de gases medicinales, según la NFPA 99, el sistema de distribución comprende:

- Manifold.
- Redes de tuberías.
- Cajas de válvulas.
- Salidas tipo diss (toma de mural / paneles).
- Alarmas.

Determinación del equipamiento primario

Para poder determinar el equipamiento primario partiremos de la distribución de las redes de tuberías en los planos arquitectónicos teniendo en cuenta el suministro de los gases médicos. De acuerdo a esto tendremos las siguientes consideraciones:

Válvulas de zona y Caja de válvulas

- Como buenas prácticas las cajas de válvulas se distribuirán una por cada 12 salidas en cada UPSS para tener un mejor control y monitoreo de los gases médicos.
- Debe de tomarse en cuenta que las válvulas deben de instalarse de tal forma que cerrando una de ellas no afecten al resto de áreas o servicios.
- Se permiten válvulas de línea o servicio adicionales y deben de estar ubicadas fuera del alcance de personal no autorizado (sobre el falso cielo).

Criterio de instalación de las Válvulas de zona y Cajas de válvulas:

- Debe colocarse una válvula principal o de fuente a la salida de cada central generadora de gases medicinales.
- Deben de estar localizada en la misma habitación donde se encuentre la central generadora.
- La válvula principal debe controlar la línea principal de suministro y debe estar localizada de tal manera que sea accesible solo al personal autorizado en una emergencia. Esta válvula debe estar localizada aguas abajo de la válvula de la fuente y fuera del cuarto de suministro.

- Se debe de instalar una válvula por cada gas médico para todos los sitios de soporte y estratégicamente localizada para ser operada en caso de emergencia.
- Las válvulas de corte de gas deben ser accesibles, solamente para el personal autorizado e instaladas en cajas para válvulas con ventanas franqueables o removibles, para permitir el acceso y la operación manual de las válvulas.
- La altura a la que serán instaladas las cajas de válvulas será determinada por el plano de detalle del proyecto.
- Evitar instalar la caja de válvula detrás de puertas, muebles o equipos que impidan tener acceso libre a las cajas de válvulas.
- Cada elevación que sale de la línea principal debe estar prevista con una válvula de corte adyacente a la conexión de la elevación. Estas deberán de permanecer accesibles y no deben ser obstruidas.
- Se puede permitir válvulas de corte, tipo “in line” para efectos de mantenimiento, modificación o ampliación. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 9).



Figura 3.14 Caja de válvulas instalada en el Hospital INEN (ONERGY, 2022).

Cuantificación y ubicación de las cajas de válvulas

A continuación, cuantificaremos las cajas de válvulas de acuerdo a la distribución de las redes de tuberías.

Tabla 3.3 Ubicación de las cajas de válvulas en el primer piso– Hospital SMP

PISO	AREA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD	TIPO
1	Área de tópicos	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1)	1.00	Simple
	Sala de observación adultos	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1 1/2"; ACM 3/4")	1.00	Combo
	Diagnostico por imágenes	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 3/4)	1.00	Simple
TOTAL			3.00	

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.4 Ubicación de las cajas de válvulas en el segundo piso – Hospital SMP

PISO	AREA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD	TIPO
2	Sala de recuperación post anestésica	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 1 1/4"; ACM 1/2")	1.00	Combo
	Sala de operación gineco y obstetricia	Caja de corte (EVG 3/4")	1.00	Simple
	Sala de operación gineco y obstetricia	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1 1/2"; ACM 1")	1.00	Combo
	Sala de dilatación	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 1")	1.00	Simple
	Sala de partos	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 1"; ACM 1/2")	1.00	Simple
	Consulta externa	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 3/4)	1.00	Simple
TOTAL			6.00	

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.5 Ubicación de las cajas de válvulas en el tercer piso – Hospital SMP

PISO	AREA	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD	TIPO
3	Hospitalización adultos varones	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1")	1.00	simple
	Hospitalización obstetricia n°1	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1")	1.00	simple
	Hospitalización obstetricia n°2 - monitoreo	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1")	1.00	simple
	Hospitalización gineco obstetricia	Caja de corte (OX 1/2"; VAC 1")	1.00	simple
	Atención al recién nacido - lactantes	Caja de corte (OX 3/4"; VAC 1")	1.00	simple
TOTAL			5.00	

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022)

La ubicación de las cajas de válvulas se muestra en la distribución de tuberías en los planos arquitectónicos en el Anexo 01

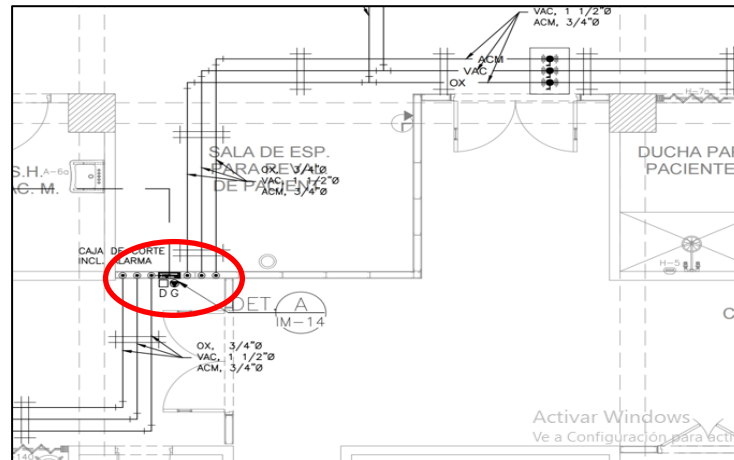


Figura 3.15 Ubicación de una caja de válvulas en el Plano de arquitectura del Hospital SMP. (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Alarmas Audiovisuales y Alarma maestra:

- El requisito del nivel de sonido para paneles de alarmas debe ser ajustados a 80 db y medidos a una distancia de tres pies (1 metro).
- Todos los paneles de alarmas, local, de área y maestra, para sistema de gases médicos deben suministrar lo siguiente:
 - Indicadores visuales separados para condición monitoreada.
 - Indicación audible cancelable de una condición de alarma.
 - Un medio para indicar visualmente una falla de los visualizadores (lámpara o LED).
- Cada panel de alarma maestra incluirá indicadores visuales para algunas condiciones como las siguientes:
 - Cambio de posición de operación de los bancos de cilindros.
 - Cuando el suministro de unos gases se reduce al suministro promedio de un día.
 - Cuando la presión en la línea principal aumenta o disminuye el 20% de la presión normal de operación.

- En el caso de las alarmas de área, considerar algunos criterios como los siguientes:
 - Deben ser suministradas para cada sistema de tuberías de gas médico, suministrando áreas anestésicas y otras áreas de cuidados críticos y de soporte de vida, tales como recuperación post anestésica, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados coronarios.
 - Las alarmas de área indicarán si la presión en la línea local aumenta o disminuye el 20% de la presión normal de línea. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 10).

Criterio de instalación de las alarmas de área y alarma maestra:

Sistema de alarma maestra:

Consistirá en dos o más paneles de alarma localizados en dos ubicaciones separadas. Un panel será localizado en el área principal de trabajo del responsable por el mantenimiento del sistema de gases médicos y el otro, será localizado en un lugar de vigilancia continua durante las horas de trabajo de la instalación de salud (Telefonía, vigilancia).

Paneles de alarmas de área:

Serán localizados en las estaciones de enfermería u otra ubicación donde tenga personas responsables de la vigilancia. Si el panel de alarma monitorea la sala de operación se deberá colocar en las localizaciones anestésicas. El requisito es que se ubiquen en la estación existente dentro de quirófanos, pero no en el quirófano mismo. Mientras que las alarmas de área monitorean la presión de línea de los diferentes gases médicos, la alarma maestra monitorea las líneas principales y los sistemas de respaldos. La altura a la que serán instaladas las alarmas de área y la alarma maestra será determinada por el plano de detalle del proyecto. Se debe evitar instalarlas detrás de puertas, muebles o equipos que impidan tener acceso libre a las cajas de válvulas.

Cuantificación y ubicación de las alarmas de área.

Tabla 3.6 Ubicación de las alarmas de área en el primer piso – Hospital SMP

PISO	UPSS	AMBIENTE	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD
1	Emergencia	Estación de enfermera	Alarma de área de 03 gases (OX, VAC, ACM)	1.00
	Emergencia	Estación de enfermera	Alarma de área de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	D. por imagen	Recepción	Alarma de área de 02 gases (OX, VAC)	1.00
			TOTAL	3.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3III.7 Ubicación de las alarmas de área en el segundo piso – Hospital SMP

PISO	UPSS	AMBIENTE	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD
2	C. Quirúrgico	Trabajo de enfermería	Alarma audio visual de 03 gases (OX, VAC, ACM)	1.00
	C. Quirúrgico	Trabajo de enfermería	Alarma audio visual de 03 gases (OX, VAC, ACM)	1.00
	C. Obstétrico	Sala de partos	Alarma audio visual de 03 gases (OX, VAC, ACM)	1.00
	C. Obstétrico	Estación de obstetricia	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	C. Quirúrgico	Sala de operación gineco obstetricia	Alarma audio visual de 03 gases (OX, VAC, ACM)	1.00
			TOTAL	5.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3III.8 Ubicación de las alarmas de área en el tercer piso – Hospital SMP

PISO	UPSS	AMBIENTE	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO PRIMARIO	CANTIDAD
3	Hospitalización	Est. de enfermería 01	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	Hospitalización	Est. de enfermería 01	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	Hospitalización	Est. de enfermería 01	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	Hospitalización	Est. de enfermería 01	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
	Hospitalización	Est. de enfermería 02	Alarma audio visual de 02 gases (OX, VAC)	1.00
			TOTAL	5.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).



Figura 3.16 Instalación de alarma de área en el Hospital de INEN (ONERGY, 2022).

La ubicación de las alarmas de área se muestra en la distribución de tuberías en los planos arquitectónicos en el Anexo 01

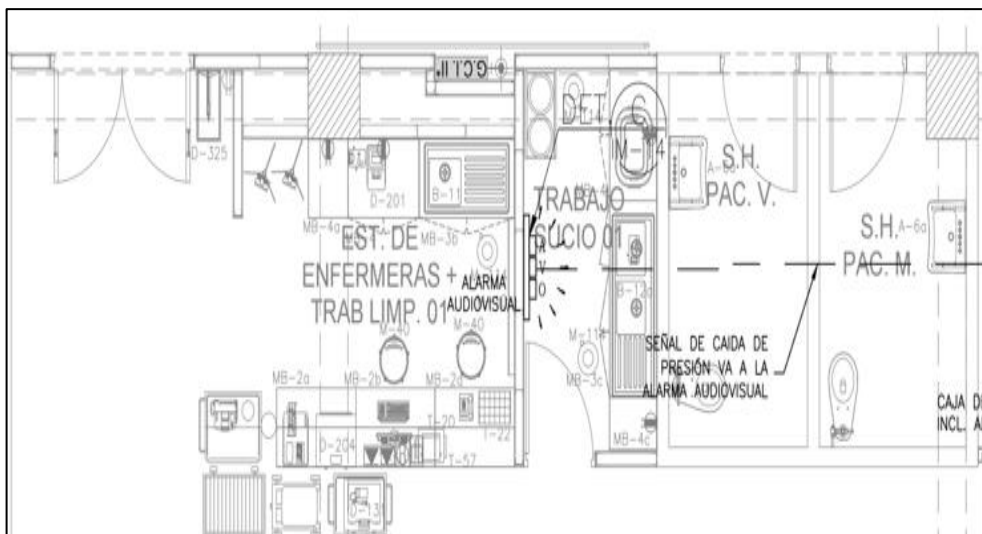


Figura 3III.17 Ubicación de alarma de área en el plano de arquitectura del Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Salidas tipo diss

Con respecto a las salidas o tomas de gases, se mencionan algunos criterios para su ubicación en el sistema de distribución:

- Cuando se instalen las tomas, es una buena práctica considerar el espacio que existe sobre ellos, como también la distancia entre ellas, ya que los equipos utilizados en terapia por vacío y oxígeno, frecuentemente

tienen una altura mínima de 7 pulgadas (0.18cm). Además, las salidas instaladas directamente bajo las luces de cabecera o debajo de los gabinetes, podrían causar que estas no se utilicen por una inadecuada instalación.

- Cada salida de una estación ya sea roscada o no intercambiable de acople rápido, debe ser de un gas específico y debe consistir de una válvula primaria y secundaria (o ensambladas). La secundaria debe cerrar automáticamente para parar el flujo cuando la primaria es removida o quitada. Estas salidas deben ser tipo DISS.
- Las salidas en los cuartos de los pacientes deben ser localizadas a una altura adecuada sobre el nivel del piso, de tal modo de evitar el daño físico al equipo conectado a la salida. Este nivel frecuentemente es indicado en los planos de detalles del hospital.
- Las tuberías de cobre que las une a los ramales deberán de ser instaladas en perfecta vertical por arriba o por abajo.

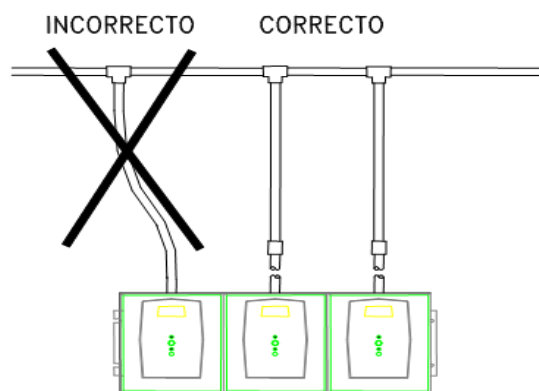


Figura 3.18 Instalación incorrecta de las salidas tipo Diss (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

- Las salidas sobrepuestas no son recomendables, pero se pueden instalar cuando las obras civiles (picado y resanado) de paredes en el Hospital es difícil de realizarla.



Figura 3.19 Instalación de salidas tipo Diss sobre puertas (LINDE GAS THERAPEUTICS, 2008).

Determinación de los dispositivos biomédicos

Los paneles de cabecera y las columnas estativas contienen en su interior los puntos de suministro de gases medicinales, energía eléctrica y comunicaciones, ubicados estratégicamente en los lugares de mayor utilización de gases médicos dentro del hospital, permitiendo de esta forma la cómoda y rápida disponibilidad de dichos gases.

El suministro de gases medicinales que al ser de tipo DISS son específicas y diferentes para cada gas, evitando de esta forma accidentes. Así mismo deben de cumplir:

- Construido por material resistente.
- Compatible con los equipos determinados por el hospital.
- Se instalará de manera adosados a los muros.
- Los gases médicos deberán estar identificados con los colores característicos correspondientes.

El tipo de panel de cabecera y estativas que se requiere instalar en cada servicio estará determinado por el plano de equipamiento y su dotación deberá de cumplir con el requerimiento mínimo de la normativa peruana NTS – 110 del MINSA 3.9aplicable para los hospitales de nivel II.

Cuantificación y ubicación de los paneles de cabecera.

Tabla 3.9 Ubicación de los paneles de cabecera en el primer piso – Hospital SMP

AMBIENTES	PANELES	
	TIPO	CANTIDAD
<i>1ER PISO</i>		
Sala de hidratación y nebulización	D - 224	2.00
Tópico de ginecología - obstetricia	D - 224	1.00
Tópico de medicina interna	D - 224	1.00
Tópico de pediatría	D - 224	1.00
Sala de observación pediatría	D - 223	1.00
Sala de observación adultos varones	D - 223	4.00
	TOTAL	10.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3III.10 Ubicación de los paneles de cabecera en el segundo piso – Hospital SMP

AMBIENTES	PANELES		COLUMNAS	
	TIPO	CANTIDAD	TIPO	CANTIDAD
<i>2DO PISO</i>				
Sala de operaciones - gineco obstetricia	D - 228	1.00	D -222	1.00
Atención al recién nacido	DT - 226	1.00		
Sala de recuperación post anestésica	D - 223	2.00		
Sala de dilatación	D - 226	3.00		
sala de puerperio inmediato	D - 226	2.00		
Atención inmediata al recién nacido	DT - 225	1.00		
Atención inmediata al recién nacido	D - 228	1.00		
Tópico de procedimientos	D - 224	1.00		
	TOTAL	12.00		1.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.11 Ubicación de los paneles de cabecera en el tercer piso – Hospital SMP

AMBIENTES	PANELES	
	TIPO	CANTIDAD
<i>3ER PISO</i>		
Habitaciones adultos varones N°1	D – 225	2.00
Habitaciones adultos varones N°2	D – 225	2.00
Habitaciones adultos mujeres N°1	D – 225	2.00
Habitaciones adultos mujeres N°2	D – 225	2.00
Habitación adulta aislado	D – 225	1.00
Tópico de procedimientos N°1	D – 225	1.00
Habitación obstetricia - alojamiento conjunto N°1	D – 225	2.00
Habitación obstetricia - alojamiento conjunto N°2	D – 225	2.00

Habitación obstetricia - alojamiento conjunto N°3	D – 225	2.00
Habitación obstetricia - alojamiento conjunto N°4	D – 225	2.00
Habitación obstetricia - alojamiento conjunto N°5	D – 225	2.00
Habitación obstetricia N°1	D – 225	2.00
Sala de monitoreo de gestantes con complicaciones	D – 225	3.00
Tópico de procedimientos N°2	D – 225	1.00
Habitación gineco obstetricia aislado N°1	D – 225	1.00
Habitación ginecología N°1	D – 225	2.00
Habitación ginecología N°2	D – 225	2.00
Habitaciones adolescentes	D – 225	1.00
Atención al recién nacido con patología	D – 224	3.00
Habitación escolar	D – 225	2.00
Habitación lactante y pre escolar	D – 225	3.00
	TOTAL	38.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Los planos de detalle de la dotación de cada uno de los paneles de cabecera se muestran en el Anexo 09.



Figura 3.20 Instalación de panel de cabecera (ONERGY, 2022).

Etap 4. Selección de las centrales generadoras de gases médicos.

Determinación del flujo de suministro de acuerdo al número de tomas.

Una vez que se han establecido los servicios del Hospital, cuantificado las necesidades clínicas y las localizaciones hospitalarias, donde se requerirá el uso de los gases médicos, se debe establecer el número adecuado de cada uno de las tomas de gases, como también el caudal respectivo que debe circular por cada toma de servicio.

Para ello, se recomienda la utilización de normas, estándares o criterios definidos por organizaciones especializadas en el diseño y dimensionamiento de sistemas de gases médicos, tales como la NFPA 99 (Nacional Fire Protección Asociación), IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), entre otras. Usualmente estas organizaciones definen el número de tomas de gases, ya sea por cama o por cuarto, según sea el concepto de utilización de determinada localización hospitalaria (ejemplo: Sala de operaciones y la unidad de cuidados intensivos).

A manera de ejemplo, se muestran las tablas 3.12; 3.13; 3.14, en las cuales se describen el número de tomas por localización clínica.

En la tabla 3.12 se muestran datos de la NFPA99, en la cual especifica el número de tomas de vacío por cuarto para las localizaciones anestésicas, entendiéndose por cuarto y en este caso a las salas de operaciones, ya sean destinadas para cirugía mayor, cirugía menor o emergencia.

En esta misma tabla se especifican tomas por cama, como es el caso de localizaciones destinadas a hospedar a pacientes con cuidados agudos (críticos). Adicionalmente esta tabla agrega una categorización de tomas tipo “A” y tomas tipo “B”, la cual está relacionada con el concepto de criticidad y factor de demanda del gas. Es decir que los tomas tipo “A”, son consideradas para aquellas localizaciones donde se atenderán a pacientes críticamente enfermos y para los cuales usualmente se les definen un porcentaje de utilización del 100%, mientras que los toma tipo “B”, son definidos para aquellas localizaciones donde el grado de criticidad disminuye y el factor de uso es inferior al 100 %

Tabla 3.12 Número mínimo de entradas de vacío por servicio clínico.

LOCALIZACIÓN	NÚMERO MÍNIMO DE ENTRADAS	GRUPO DE USO
Localizaciones anestésicas		
Salas de operación	2 por cuarto	A
Cistoscopia	3 por cuarto	A
Partos	3 por cuarto	A
Procedimientos especiales	3 por cuarto	A
Otras localizaciones anestésicas	3 por cuarto	A
Localizaciones de cuidados agudos (Localizaciones no anestésicos)		
Cuarto de recuperación	3 por cama	
UCI (no cardíacas)	3 por cama	A
Procedimientos especiales	2 por cuarto	A
Cuartos de emergencia	1 por cama	A
Cuartos de emergencia para trauma mayor	3 por cama	A

UCI cardiaca (Unidad de Cuidados Coronarios)	2 por cama	A
Laboratorio de cateterismo	2 por cuarto	B
Cuartos de Escisión quirúrgica	1 por cuarto	B
Unidad de diálisis	1/2 por cama	B
Salas de Partos	2 por cuarto	B

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022),

En la tabla 3.13 y 3.14 se muestran datos que utiliza el IMSS. La tabla 3.13 sirve para determinar el número de tomas de oxígeno por localización clínica, mientras que la tabla 3.14, es utilizada para determinar el caudal de los gases por cantidad de número de tomas. Por ejemplo, si en una red de gases se determina que se utilizarán 10 tomas, el total de litros para el sistema debe de calcularse para un flujo de 336 litros por minuto.

Tabla 3.13 Salidas de oxígeno por localización clínica.

LOCAL	SALIDAS DE O2
Quirófanos	2 por sala
Recuperación	1 por cama
UCI	1 por cama
Labor de parto	1 por cama
Trabajo de parto	1 por cama
Quirófano de Gineco-Obstetricia	2 por sala

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.14 Caudal en función del número de salidas.

Gastos de oxígeno y aire comprimido en litros por minuto, en función el número de salidas

NO. DE SALIDAS	GASTO EN LITROS POR MINUTO
1	100
2	148
3	181
4	210
5	237
6	261
7	283
8	302
9	320
10	336
11	350

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Para nuestro caso, las capacidades de las centrales generadoras de gases médicos para el Hospital de Pangoa utilizaremos las tablas del IMSS. Estas tablas las encontraremos en el ANEXO 10.



Figura 3.21 Salida de oxígeno medicinal en panel de cabecera (OXITOLIMA, 2022).

Determinación de caudales por cada tubería.

Después de determinar el caudal por cada uno de las tomas, se procede a determinar el máximo caudal del gas médico que circulará por cada una de los diferentes tipos de tubería (principal, derivador o ramal). Como ejemplo, se calculará el caudal de aire comprimido que circulará por el segmento de tubería B6 – B7 del circuito crítico de la red de aire comprimido medicinal del anexo 07. Asumiremos que las redes que alimentan dicho tramo son utilizadas para cirugía mayor. Basándose en la información de la tabla en el Anexo 04, se observa que por cada toma se tendrá un caudal de 100 lpm, significando que para el segmento B6 – B7 circulará un caudal de 100 lpm y de acuerdo al Anexo 10 será de uso tipo A.

El Factor de uso, debe de entenderse como la probabilidad de que los tomas se utilicen de manera interrumpida durante un horario definido de atención de pacientes. Para este caso se entenderá que, si las salas de operaciones funcionarán en un horario de 12 horas diarias, los 6 tomas estarán suministrando el máximo caudal durante ese periodo de tiempo de manera ininterrumpida.

Determinación de la máxima demanda del sistema

Consiste en determinar el máximo caudal que será suministrado por la fuente generadora de cada uno de los gases. Para ello lo que se tiene que hacer es lo siguiente:

- Establecer el caudal a suministrar por cada una de las salidas, considerando el porcentaje de uso de acuerdo con los criterios de diseño mencionados anteriormente.
- Sumar el caudal por cada uno de los segmentos de tubería.
- Realizar la sumatoria de todos los caudales determinados para cada uno de los segmentos. Basándose en lo anterior y considerando el ejemplo del caudal de aire comprimido que circulará por el segmento de tubería B6 – B7 del circuito crítico de la red de aire comprimido medicinal del anexo 07, la demanda máxima que la fuente de aire comprimido medicinal debe suministrar es de 607 lpm.

Si la fuente proporcionara vacío, se puede considerar los criterios recomendados por la IMSS, los cuales son los siguientes:

- Tomar un caudal de 170.4 lpm para cada sala de operación y otras localizaciones anestésicas.
- Considerar 42.60 lpm para otros cuartos.
- Luego proceder como en el caso de aire comprimido medicinal.
- Posterior a la definición de la máxima demanda pico de cada uno de los gases, lo que sigue es la determinación de las características técnicas principales de las fuentes.

Dimensionamiento de las centrales generadoras de gases médicos.

A continuación, se describen los pasos a seguir para determinar las capacidades de cada una de las centrales para el Hospital de San Martín de Pangoa, especificando aquellos aspectos que no se han mencionado en los pasos anteriores.

Central de Oxígeno

Los pasos a desarrollar para dimensionar la fuente de oxígeno son los mismos, a los casos anteriores, teniendo la precaución de que cuando se dimensionen el tipo de depósitos de la fuente (gas o líquido), se tenga en cuenta la eficiencia de suministro de caudal de cada uno de ellos.

- Determinar máxima demanda.
- Cálculo de número de cilindros o el dimensionamiento de la fuente de Oxígeno medicinal.
- Diseño de la fuente.

Para el Hospital San Martín de Pangoa, el sistema de oxígeno medicinal comprende de una estación central.

Compuesta por una planta generadora de oxígeno medicinal, certificada como un dispositivo médico clase IIB, bajo la directiva 93/42/CEE y un manifold de dos bancadas.

Para el dimensionamiento de la planta se considera los criterios establecidos en la NFPA 99 y en los criterios Normativos de ingeniería del Instituto Mexicano de Seguro Social. Estableceremos los siguientes parámetros:

- Cantidad de salidas
- Características de los ambientes de acuerdo a las funciones que estos cumplen.

Considerando las salidas de oxígeno mostradas en los planos de arquitectura y los gastos de oxígeno en el Anexo 10 determinaremos el consumo de todas las salidas de oxígeno.

Tabla 3.15 Cálculo de la capacidad de la planta generadora de oxígeno – Hospital SMP.

CENTRAL DE OXIGENO				
AMBIENTES	SALIDAS	TIPO DE SALIDAS	FACTOR DE EQUIVALENTE	TOTAL, N° SALIDAS EQUIVALENTES
1er Piso				
UPSS EMERGENCIA				
Sala de observaciones adultos hombres	4	A	2	8
Sala de observaciones adultos mujeres	4	A	2	8
Sala de observaciones pediatría	2	A	2	4
Tópico de Pediatría	1	B	1	1
Tópico medicina interna	1	B	1	1
Tópico de Gineco-Obstetricia	1	B	1	1
Sala de Rehidratación y Nebulización	2	B	1	2
UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES				
Sala de radiología convencional	1	B	1	1
Almacén 2 (Proyectado)	2	B	1	2
2º Piso				
CENTRO QUIRURGICO				
Sala de operaciones Ginecología y Obstetricia	4	A	2	8
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	2	2
Sala de inducción anestésica	1	B	1	1
Sala de recuperación posanestésico	2	A	2	4
CENTRO OBSTETRICO				
Sala de Partos	2	A	2	4
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	2	2
Sala de puerperio inmediato	2	B	1	2
Sala de dilatación	3	A	2	6
CONSULTA EXTERNA				
Tópico de procedimientos 01	1	B	1	1
Sala de monitoreo fetal	2	B	1	2
3º Piso				
HOSPITALIZACIÓN				
Tópico de procedimientos 01	1	B	1	1
Sala de Hospitalización Adultos Varones 01 y 02	4	B	1	4
Sala de Hospitalización Adultos Mujeres 01 y 02	4	B	1	4
Sala de Hospitalización Adulto Aislado	1	B	1	1
Sala de Hospitalización Obstetricia Alojamiento 1-5	10	B	1	10
Sala de Hospitalización Obstetricia 01	2	B	1	2
Sala de Monitoreo de gestantes con complicaciones	3	B	1	3
Tópico de procedimientos 02	1	B	1	1
Sala de Hospitalización Gineco Obstetricia aislado 01	1	B	1	1
Sala de Hospitalización Ginecología 01 y 02	4	B	1	4
Sala de Hospitalización Adolescentes	1	B	1	1
Atención al recién nacido con Pat. 01	3	A	2	6

Atención al recién nacido sano	2	A	2	4
Sala de Hospitalización escolar	2	B	1	2
Sala de Hospitalización Lactante y Preescolar 01	3	B	1	3
TOTAL, N.º DE SALIDAS	79			107
Consumo de tablas			949	l/min
Uso			24	H
Factor de Simultaneidad			0.25	
Consumo diario (gas)			341.64	m ³
Consumo por hora			14.24	m3/h
Abastecimiento con Botellas de 10 m ³			34.16	
Botellas de Abastecimiento			36	Botellas

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

De acuerdo a la tabla 3.15 se tendrán 107 salidas equivalentes, luego tomando el valor inmediato (110 salidas) de las tablas del Anexo 10 se tendrá un gasto total en máxima demanda de 949 L/min.

Para determinar la capacidad de generación de oxígeno utilizaremos un factor de simultaneidad que la práctica define en 0.25, con lo cual:

- Capacidad de la planta de generación = 14.24 m³/h.

Se plantea entonces una planta generadora de oxígeno de producción garantizada de 15.00 m³/h de oxígeno.

- El proveedor debe garantizar el caudal requerido teniendo en cuenta la altitud que se encuentra la ciudad de Pangoa.

Para casos de emergencia se dispondrá de botellas de oxígeno de 10 m³ cada una, que sean capaces de cubrir la demanda durante 24 horas seguidas por lo cual:

- Se considera un manifold de 36 botellas.

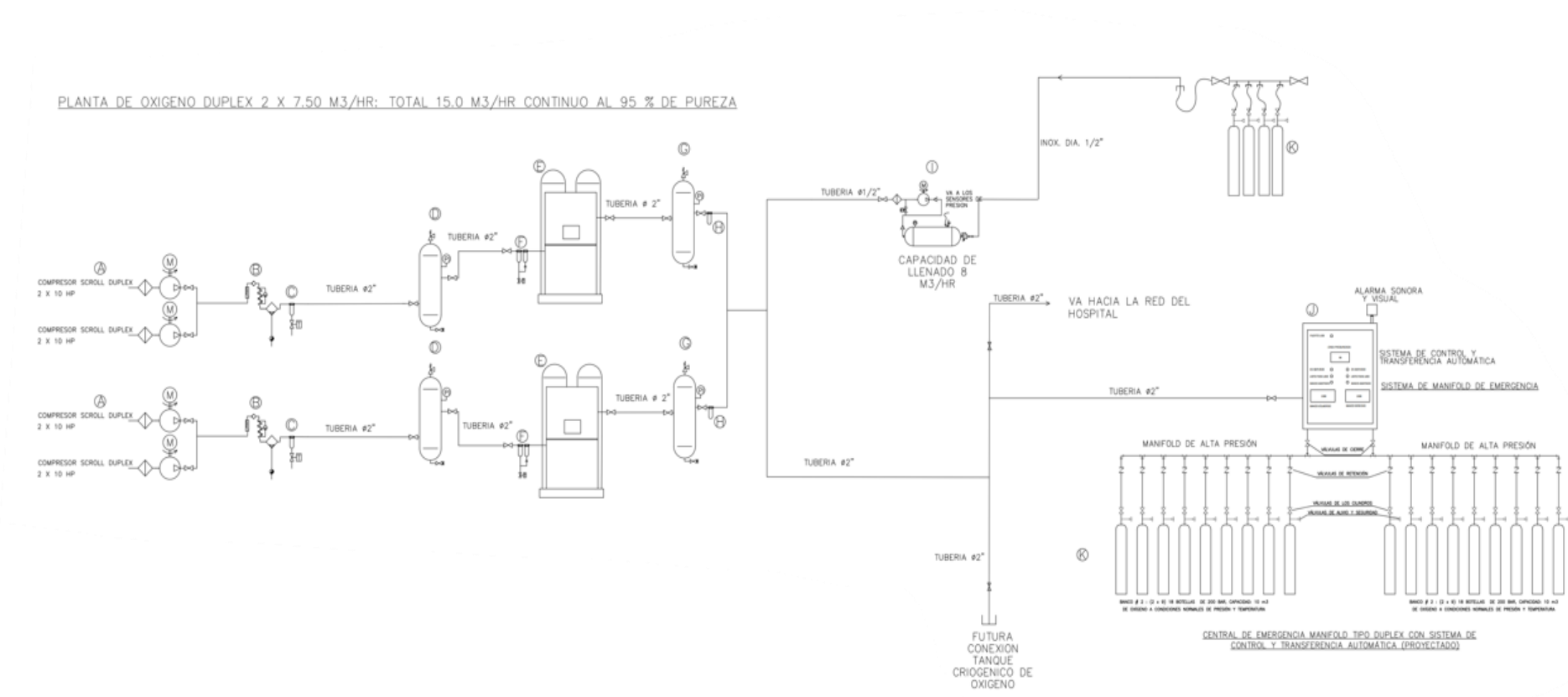


Figura 3.22 Esquema de principio de la central de oxígeno medicinal – Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Central de aire comprimido

Para el dimensionamiento de la fuente de aire comprimido se deben de considerar los siguientes pasos:

- Determinar máxima demanda la cual se determina siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para el oxígeno.
- Uso de Factor de corrección.

El dimensionamiento de la central de aire comprimido medicinal se determina análogamente al caso del oxígeno de acuerdo a la siguiente distribución de salidas:

Tabla 3.16 Cálculo de la capacidad de la central de acm – Hospital SMP.

CENTRAL DE AIRE MEDICINAL				
DESCRIPCIÓN	Cantidad de Salidas	Tipo de salida	Factor	Salidas Equivalentes
1er Piso				
UPSS EMERGENCIA				
PRIMERA ETAPA				
Sala de observaciones Adultos Varones	2	A	2	4
Sala de observaciones Adultos Mujeres	2	A	2	4
Sala de observaciones pediatría	1	A	2	2
UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES				
Sala de radiología convencional	1	B	1	1
Almacén 2 (Proyectado)	2	B	1	2
2º Piso				
CENTRO QUIRURGICO				
Sala de operaciones Ginecología y Obstetricia	4	A	2	8
Sala de inducción anestésica	1	B	1	1
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	2	2
Sala de recuperación posanestésica	2	A	2	4
CENTRO OBSTETRICO				
Sala de Partos	2	A	2	4
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	2	2
TOTAL, N.º DE SALIDAS PRIMERA ETAPA	19			34
Gasto Total a PARA 40 SALIDAS DE TABLAS			607.00	l/min
Gasto Total a condición estándar			36.42	M3/HR
Gasto Total a condición estándar			21.42	SCFM
FACTOR DE ALTURA			1.10	
			23.57	ACFM

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022)

Número de salidas equivalentes de aire medicinal = 34

A partir del Anexo 10 (la equivalencia es la misma que para el caso de oxígeno) se obtiene el gasto equivalente (en L/min), que para el caso es de 607.00 L/min, correspondiente al de máxima demanda.

Expresado en SCFM tendremos: $607.0 \text{ L/min} \approx 21.42 \text{ SCFM}$ (pies cúbicos por minuto en condiciones estándar) lo que en condiciones locales por el factor de altura será $21.42 \times 1.1 = 23.57 \text{ ACFM}$.

- Se propone luego una central “dúplex” de aire medicinal con 2 compresores de aire de tipo Scroll “oiless” (no se permiten compresores lubricados por aceite) de 24 ACFM cada uno o una capacidad comercial inmediatamente superior a la requerida, uno para servicio normal y el otro de reserva. Potencia Referencial, 7.5 Hp c/u.

Selección de la potencia del motor

Una vez se ha compensado por la altura, se debe proceder a dimensionar la potencia del compresor, para ello se pueden utilizar datos como los que se mencionan en la tabla 3.17

Tabla 3.17 Selección de la potencia del motor – Central de acm - Hospital SMP.

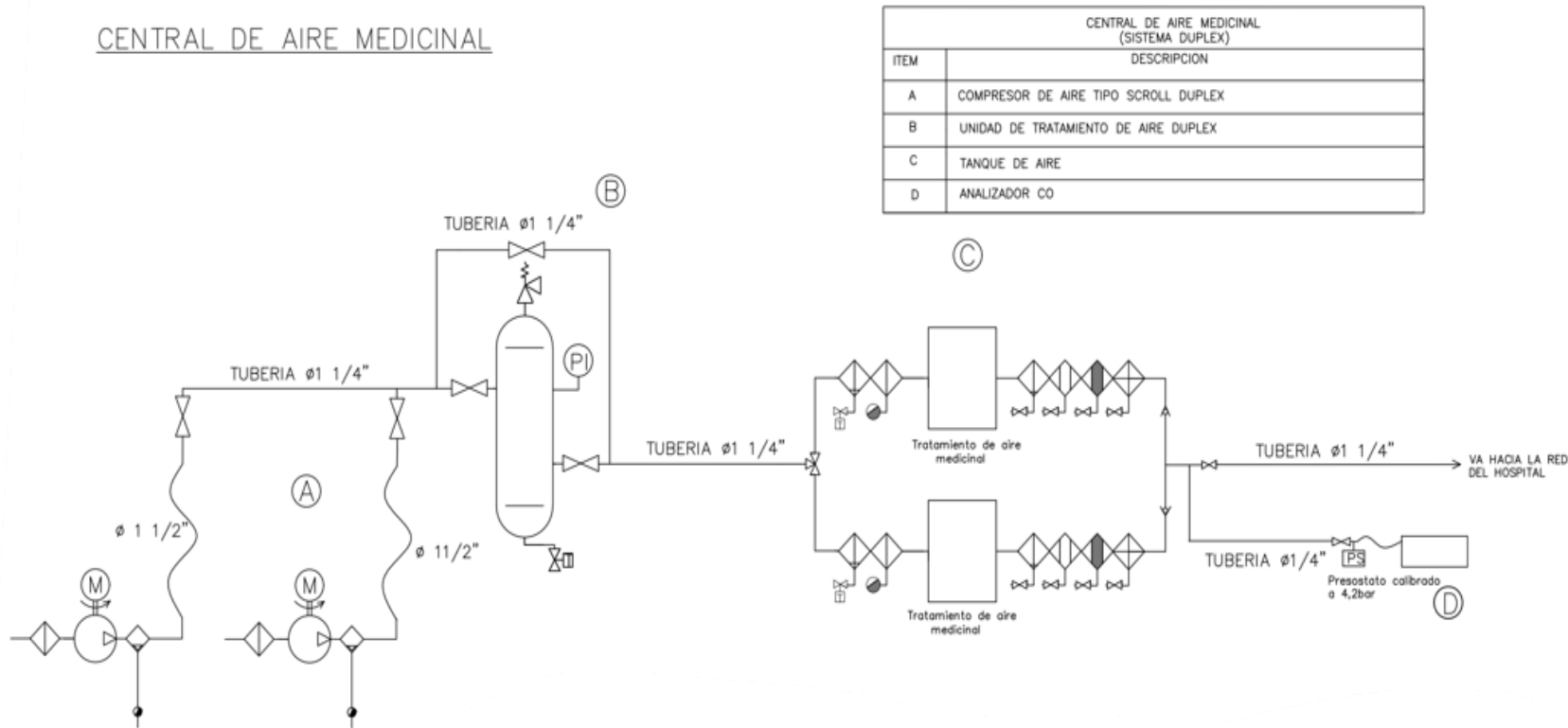
Selección del sistema de aire comprimido, para un sistema dúplex de capacidad de 50 PSIG (un solo compresor)

CÓDIGO DEL FABRICANTE	SISTEMA DEL MÓDULO	TANK SIZE (GAL)	CABALLOS DE POTENCIA	SCFM POR COMPRESOR
X1	Y1	80	1	4.1
X2	Y2	80	2	7.8
X2	Y3	80	3	12.3
X4	Y4	80	5	20.2
X5	Y5	120	7.5	32
X6	Y6	120	10	39

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022)

De acuerdo con el valor del ejemplo de 24 acfm la potencia más próxima es 5 HP, pero por criterios de seguridad se recomienda utilizar un compresor de 7.5, el cual suministra un caudal de 32 scfm.

CENTRAL DE AIRE MEDICINAL



CENTRAL DE AIRE MEDICINAL (SISTEMA DUPLEX)	
ITEM	DESCRIPCION
A	COMPRESOR DE AIRE TIPO SCROLL DUPLEX
B	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE DUPLEX
C	TANQUE DE AIRE
D	ANALIZADOR CO

EQUIPO DE COMPRESION DE AIRE MEDICINAL (SISTEMA DUPLEX)	
TIPO	MEDICINAL SCROLL TIPO OILLESS
CANTIDAD DE COMPRESORES	2 UND.
CAPACIDAD C/U 100 PSI.	24 ACFM
POTENCIA C/U :	15 HP
CAPACIDAD DEL TANQUE	900 LTS
NORMAS DE FABRICACION DEL TANQUE	CE
PESO CONJUNTO(*)	691 KG.
SECADORES DE AIRE POR ABSORCION	
CANTIDAD	2 UND.
TIPO	SECADO POR ABSORCIÓN
CAPACIDAD (Est.)	66 SCFM. a -40° F.
PRESION	200 Psi.
POT. DE MOTOR (*)	1.0HP. C./U.
FILTROS DE LINEA DE AIRE	
DESCRIPCION	CAPACIDAD
PRE FILTRO (Estimado)	72 ACFM. a 100 Psi. Hasta menos de 1mg./Nm3
FILTRO DE POLVO (Est.)	72 ACFM. a 100 Psi. Hasta menos de 0.1mg./Nm3
RANGO DE MANOMETROS	
0 - 300 Psi.	
NOTA (*): PUEDE VARIAR DE ACUERDO AL FABRICANTE (REFERENCIAL)	

Figura 3.23 Esquema de principio de la central de acm – Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Central de Vacío Clínico

Se determina el dimensionamiento de la central de vacío en función de la cantidad y tipos de salidas de vacío. Los gastos se determinan para cada ambiente

Tabla 3.18 Cálculo de la capacidad de la central de vacío clínico – Hospital SMP.

CENTRAL DE VACIO					
DESCRIPCIÓN	Cantidad de Salidas	Tipo de uso	GASTOS l/min	Factor de simultaneidad	Gastos l/min
1er Piso					
UPSS EMERGENCIA					
Sala de observaciones adultos hombres	4	A	170.4	0.5	85.20
Sala de observaciones adultos mujeres	4	A	170.4	0.5	85.20
Sala de observaciones pediatría	2	A	85.2	0.5	42.60
Tópico de Pediatría	1	B	42.6	0.5	21.30
Tópico medicina interna	1	B	42.6	0.5	21.30
Tópico de Gineco-Obstetricia	1	B	42.6	0.5	21.30
Sala de Rehidratación y Nebulización	2	B	80	0.5	40.00
UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES					
Sala de radiología convencional	1	B	42.6	0.5	21.30
Almacén 2 (Proyectado)	2	B	80	0.5	40.00
2º Piso					
CENTRO QUIRURGICO					
Sala de operaciones Ginecología y Obstetricia	4	A	170.4	1	170.40
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	42.6	1	42.60
Sala de inducción anestésica	1	B	42.6	1	42.60
Sala de recuperación posanestésico	2	A	85.2	0.5	42.6
CENTRO OBSTETRICO					
Sala de Partos	2	A	85.2	1	85.20
Atención Inmediata al recién nacido	1	A	42.6	0.5	21.30
Sala de puerperio inmediato	2	B	80	0.5	40.00
Sala de dilatación	3	A	127.8	0.5	63.90
CONSULTA EXTERNA					
Tópico de procedimientos 01	1	B	42.6	0.5	21.30
3º Piso					
HOSPITALIZACIÓN					
Tópico de procedimientos 01	1	B	42.6	0.5	21.30
Sala de Hospitalización Adultos Varones 01 y 02	4	B	119.6	0.25	29.90
Sala de Hospitalización Adultos Mujeres 01 y 02	4	B	119.6	0.25	29.90

Sala de Hospitalización Adulto Aislado	1	B	42.6	0.5	21.30
Sala de Hospitalización Obstetricia Alojamiento 1-5	10	B	173.5	0.25	43.38
Sala de Hospitalización Obstetricia 01	2	B	80	0.25	20.00
Sala de Monitoreo de gestantes con complicaciones	3	B	103.8	0.25	25.95
Tópico de procedimientos 02	1	B	42.6	0.5	21.30
Sala de Hospitalización Gineco Obstetricia aislado 01	1	B	42.6	0.5	21.30
Sala de Hospitalización Ginecología 01 y 02	4	B	119.6	0.25	29.90
Sala de Hospitalización Adolescentes	1	B	42.6	0.25	10.65
Atención al recién nacido con Pat. 01	3	A	127.8	0.25	31.95
Atención al recién nacido sano	2	A	85.2	0.25	21.30
Sala de Hospitalización escolar	2	B	80	0.25	20.00
Sala de Hospitalización Lactante y Preescolar 01	3	B	103.8	0.25	25.95
TOTAL N.º DE SALIDAS	77		2801.30		1282.18
Gasto Total a condición estándar				1282.18	l/min
Gasto Total a condición estándar				76.93	M3/HR
Gasto Total a condición estándar				45.25	SCFM
FACTOR DE ALTURA				1.10	
				49.78	ACFM

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Para un total de 77 salidas (caso análogo al de oxígeno) se determina a través del Anexo 10 los gastos máximos por cada ambiente, y con los factores de simultaneidad planteados el gasto total en máxima demanda, es de, 1282.18L/min.

Como las capacidades de las bombas y compresores se suelen expresar en pies cúbicos por minuto habrá que hacer el ejercicio de conversión, obteniendo 45.25 SCFM.

Ahora, dado que la provincia de Pangoa se encuentra muy por encima del nivel del mar habrá que aplicar un factor de corrección y pasar la capacidad de condiciones estándar (SCFM).

El factor a aplicar es de 1.1, con lo cual tendremos una capacidad requerida de $45.25 \times 1.1 = 49.78$ ACFM.

- Se propone así un central dúplex de vacío que deberá contar con dos bombas de vacío de 50 ACFM con presión garantizada de operación de

19" de columna de mercurio: una para servicio normal y otra para servicio de reserva.

Selección de la potencia del motor

Una vez se ha compensado por la altura, el caudal que se debe de suministrar se debe proceder a dimensionar la potencia del compresor, para ello se pueden utilizar datos como los que se mencionan en la tabla 3.19

Para nuestro caso, se está diseñando un sistema de vacío cuya bomba debe de suministrar una demanda pico de 49.78 ACFM

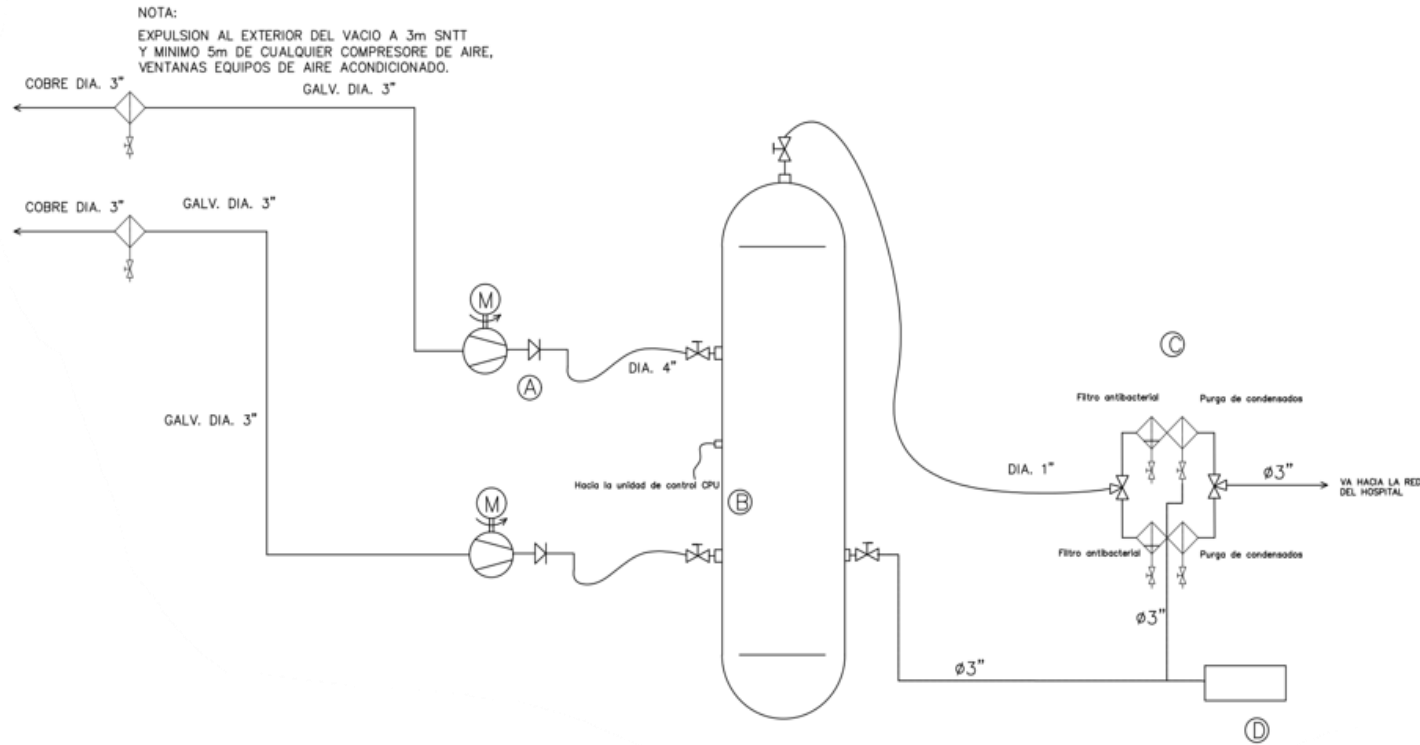
Tabla 3.19 Selección de la potencia de la bomba - Central de vacío clínico – Hospital SMP.

NÚMERO DEL FABRICANTE	PUMP CABALLOS DE FUERZA DEL MOTOR	CAPACIDAD DE LA PLANTA (NFPA)	CAPACIDAD DE UNA BOMBA (NFPA) SCFM @19" Hg	TAMAÑO RECEPTOR (GALONES)
		SCFM @ 19" Hg SIN BOMBA DE RETARDO		
X1	1	5.0	5.0	80
X2	1.5	6.4	6.4	80
X2	2	9.3	9.3	80
X4	3	12.9	12.9	120
X5	5	20	20	120
X6	7.5	40.8	40.8	200
X7	10	60.4	60.4	200

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

De acuerdo con el valor calculado de 49.78 acfm, la potencia más próxima es 7.5 HP, pero el sistema quedará muy sub dimensionado y si se selecciona la potencia inmediata de 10 HP (40.8), quedará sobre dimensionada. En este caso lo que se debe de hacer es buscar nuevas alternativas con otros fabricantes de compresores de vacío.

CENTRAL DE VACIO



CENTRAL DE VACIO	
ITEM	DESCRIPCION
A	BOMBAS DE VACIO DE PALETAS LUBRICADAS
B	TANQUE VERTICAL DE 1000 Lts
C	SISTEMA DE FILTROS DUPLEX
D	SEPARADOR DE CONDENSADOS

BOMBA DE VACIO (DUPLEX)	
TIPO	PALETAS ROTATIVAS PARA USO MEDICINAL
MAXIMO VACIO	REGULABLE DE 15 A 29" DE HgV.
CAPACIDAD A 19" Hg. c./u.	50 ACFM
TANQUE RECEPTOR	1000 LTS.
PESO CONJUNTO (*)	536 KG.
POTENCIA (*)	7.5 HP
VACUÓMETRO -30 a 0" Hg	ESCALA DE MEDICIÓN
NOTA (*): PUEDE VARIAR DE ACUERDO AL FABRICANTE (REFERENCIAL)	

Figura 3III.24 Esquema de principio de la central de vacío clínico – Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Central de Evacuación de Gases Anestésicos

Se determina el dimensionamiento de la central de evacuación de gases anestésicos en función de la cantidad y tipos de salidas de vacío. Los gastos se determinan para cada ambiente

Tabla 3III.20 Cálculo de la capacidad de la central de EGA – Hospital SMP

DESCRIPCION	Cantidad	Gasto l/min	Total Gasto l/min
SEGUNDO PISO			
CENTRO QUIRURGICO			
Sala de operaciones	1	120	120
Gasto Total		120	l/min
Gasto Máxima Demanda Total		7.2	M3/HR
Gasto Máxima Demanda Total		4.24	CFM

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Capacidad de la Central: 120 l/min o 4.24 CFM

Para el presente ante proyecto se seleccionará 2 bombas de vacío c/u de 5 CFM, 1.20 HP, uno para servicio normal y el otro de reserva.

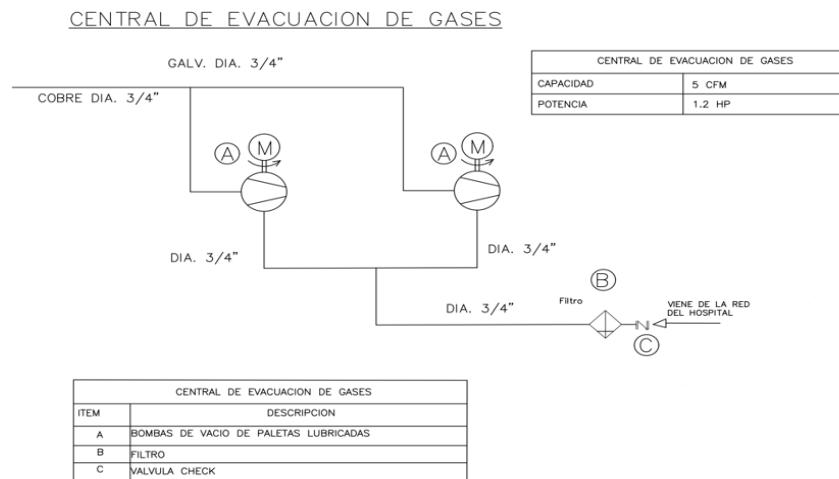


Figura 3.25 Esquema de principio de la central de ega – Hospital SMP (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

De manera general para todas las centrales, se debe considerar los siguientes criterios de diseño:

- Las centrales deben consistir de 2 o más bombas y/o compresores que funcionen alternativamente o simultáneamente en función de la demanda. En el caso que una bomba de vacío por ejemplo falle, la otra bomba debe ser dimensionada para mantener el vacío requerido al 100% de la demanda local. Para actividades de mantenimiento cada bomba debe tener una válvula de corte para aislarla del sistema de tuberías y de otras bombas.
- Los tanques receptores deben ser instalados siempre sin importar la dimensión de la central, ya que sin ellos se causaría excesivo ciclado de la central.
- El escape de la bomba de vacío debe ser ubicado en el exterior, de modo que minimice los riesgos de ruido y contaminación al hospital y su ambiente. El escape debe ser ubicado lejos de cualquier puerta, ventana, entrada de aire o aberturas en edificios con una particular atención para separar los niveles de entrada y descarga. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 13).

Análisis de la ubicación de cilindros de presión.

Sin importar si el hospital tiene una construcción horizontal o vertical, es sumamente importante dedicar un tiempo al análisis de la ubicación de las diferentes fuentes de gases médicos, ya que se debe de respetar algunos criterios sobre seguridad, accesibilidad y vulnerabilidad. Para ello se mencionan los siguientes criterios que se deben tener en cuenta:

Gases no inflamables:

a.- Las fuentes de calor en los lugares destinados al almacenaje, deben ser protegidas o ubicadas de tal modo que los cilindros o gases comprimidos no deben ser calentados. En ningún caso la temperatura de los cilindros debe exceder los 130°F (54°C).

b.- Se deben suministrar áreas adecuadas para el almacenaje de cilindros de los sistemas de suministro de los gases incluyendo la ubicación de su respectivo manifold de gases. Tales áreas deben tener una resistencia al fuego de al menos 1 hora y estas áreas no deben de comunicar directamente con áreas anestésicas.

c.- La instalación eléctrica en las áreas de almacenaje o los espacios para el manifold de gases médicos no inflamables debe cumplir con las regulaciones de la NFPA 70, tales como la ubicación de los toma corrientes e interruptores, los cuales deben ser instalados en ubicaciones fijas y a no menos de 152 cm arriba del nivel de piso terminado como una precaución contra su daño físico.

d.- Los sistemas de suministro de gases médicos o mezclas de esos gases teniendo capacidades totales (conectadas y en almacenaje) que no excedan las cantidades de 85 m³ deben estar localizadas en el exterior, en un área usada solamente para este propósito.

e. Las fuentes (compresores) de aire médico y de vacío, pueden estar en el mismo local, pero deben estar ubicadas separadamente del sistema de gases del paciente (oxígeno y óxido nitroso) suministrado por cilindros. Los compresores de aire deben ser instalados en un área designada para equipo mecánico, adecuadamente ventilada y con los servicios requeridos. La fuente de oxígeno y óxido nitroso pueden estar en el mismo local.

f. Paredes, pisos, cielos, techos, puertas, acabados interiores, estantes, y soportes en las ubicaciones inflamables deben ser contruidos de materiales no combustibles o de combustión limitada. (GIRON, Diciembre 2011 - Mayo 2012 pág. 9).

3.2 Resumen de resultados

A continuación, presentamos los resultados de los objetivos propuestos en las etapas realizadas.

3.2.1 Resultado 01 – Análisis de los servicios de salud:

Como pudimos observar en los planos de arquitectura y equipamiento no todos los servicios ofrecidos para el mejoramiento de los servicios de salud en el

Hospital de San Martín de Pangoa, requieren del suministro médico. Lo cual dependerá de la NTS-110 la cual nos indica el equipamiento médico mínimo necesario con lo que deberá de contar cada servicio del Hospital.

Por lo tanto, en la primera etapa, se identifican todas las especialidades médicas que requieren el suministro y el tipo de gases médicos, para poder distribuir las redes de tuberías y mejorar de ese modo los servicios de salud del Hospital San Martín de Pangoa.

Tabla 3.21 Servicios que requieren el suministro de gases médicos – Hospital SMP

UPSS	SERVICIO	GASES MÉDICOS A SUMINISTRAR
Emergencia	Sala de observaciones adultos hombres	Oxígeno, Vacío y Acm
	Sala de observaciones adultos mujeres	Oxígeno, Vacío y Acm
	Sala de observaciones pediatría	Oxígeno, Vacío y Acm
	Tópico de Pediatría	Oxígeno y Vacío
	Tópico medicina interna	Oxígeno y Vacío
	Tópico de Gineco-Obstetricia	Oxígeno y Vacío
Diagnóstico por imágenes	Sala de Rehidratación y Nebulización	Oxígeno y Vacío
	Sala de radiología convencional	Oxígeno y Vacío
Centro Quirúrgico	Almacén 2 (Proyectado)	Oxígeno y Vacío
	Sala de operaciones Ginecología y Obstetricia	Oxígeno, Vacío, Acm y Ega
	Atención Inmediata al recién nacido	Oxígeno, Vacío y Acm
Centro Obstétrico	Sala de inducción anestésica	Oxígeno, Vacío y Acm
	Sala de recuperación post – anestésico	Oxígeno, Vacío y Acm
	Sala de Partos	Oxígeno, Vacío y Acm
	Atención Inmediata al recién nacido	Oxígeno, Vacío y Acm
Consulta Externa	Sala de puerperio inmediato	Oxígeno y Vacío
	Sala de dilatación	Oxígeno y Vacío
	Tópico de procedimientos 01	Oxígeno y vacío
	Sala de monitoreo fetal	Oxígeno
	Tópico de procedimientos 01	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Adultos Varones 01 y 02	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Adultos Mujeres 01 y 02	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Adulto Aislado	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Obstetricia Alojamiento 1-5	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Obstetricia 01	Oxígeno y Vacío
Hospitalización	Sala de Monitoreo de gestantes con complicaciones	Oxígeno y Vacío
	Tópico de procedimientos 02	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Gineco Obstetricia aislado 01	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Ginecología 01 y 02	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Adolescentes	Oxígeno y Vacío
	Atención al recién nacido con Pat. 01	Oxígeno y Vacío
	Atención al recién nacido sano	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización escolar	Oxígeno y Vacío
	Sala de Hospitalización Lactante y Pre - escolar 01	Oxígeno y Vacío

Nota: Tomado por (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

3.2.2 Resultado 02 – Redes de tuberías de cobre:

En la segunda etapa obtenemos de acuerdo a nuestro objetivo el dimensionamiento y la distribución de las redes de tuberías para cada uno de los gases médicos que se requieren suministrar. Para nuestro caso en particular, se distribuyen y dimensionan las redes de tuberías para los gases médicos tales como: Oxígeno medicinal, vacío clínico, aire comprimido medicinal y evacuación de gases anestésicos:

Tabla 3.22 Longitud total por diámetros de la red de tuberías de oxígeno medicinal Hospital SMP

RED DE TUBERIAS DE OXÍGENO MEDICINAL						
Diámetro	1/2"	3/4"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"
Longitud	689.00	141.00	76.00	42.00	45.00	131.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.23 Longitud total por diámetros de la red de tuberías de vacío clínico – Hospital SMP

RED DE TUBERIAS DE VACÍO CLÍNICO							
Diámetro	3/4"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"
Longitud	538.00	133.00	65.00	75.00	34.00	95.00	94.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022),

Tabla 3.24 Longitud total por diámetro de la red de tuberías de aire comprimido medicinal Hospital SMP

RED DE TUBERIAS DE AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL				
Diámetro	1/2"	3/4"	1"	1 ¼"
Longitud	132.00	51.00	26.00	133.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

Tabla 3.25 Longitud total de la red de tuberías de EGA Hospital SMP

RED DE TUBERIAS DE EGA	
Diámetro	3/4"
Longitud	48.00

Nota: Tomado de (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

3.2.3 Resultado 03 – Equipamiento médico primario:

Con las redes de tuberías ya distribuidas y dimensionadas podemos determinar y cuantificar el tipo de equipamiento médico primario y los dispositivos biomédicos a instalar, tomando en cuenta los criterios de selección y ubicación mencionados en las tablas 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8. Por lo que tenemos:

- Cajas de válvulas simples: 11.00 und.
- Cajas de válvulas tipo combo: 3.00 und
- Alarmas de áreas: 13.00 und.

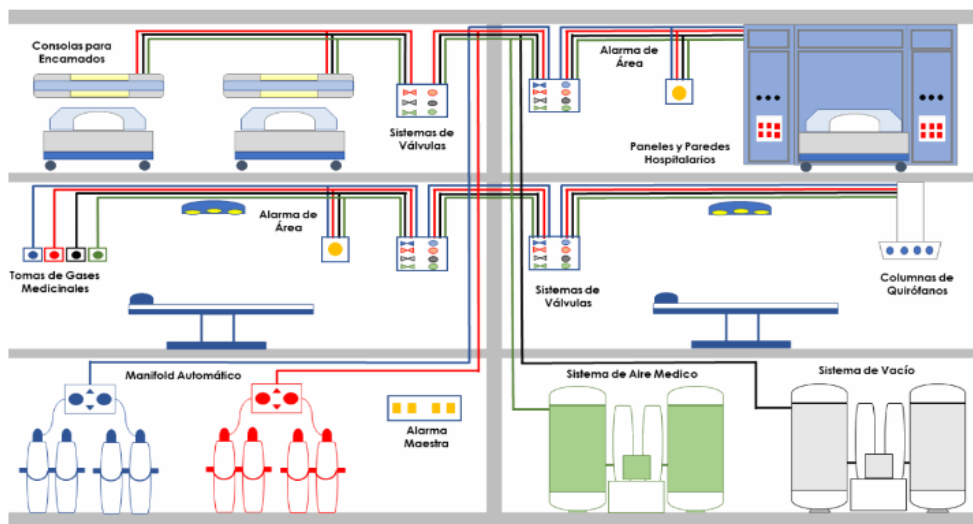


Figura 3.26 Distribución del sistema de Gases medicinales – Hospital SMP (GRUPO PERE, 2022).

3.2.4 Resultado 04 – Equipamiento biomédico:

Con las redes de tuberías ya distribuidas y dimensionadas podemos determinar y cuantificar el tipo de dispositivos biomédicos a instalar, tomando en cuenta los criterios de selección y ubicación mencionados en las tablas 3.9; 3.10, 3.11. Por lo que tenemos:

- Paneles de cabecera: 60.00 und.
- Estativas: 1.00 und.



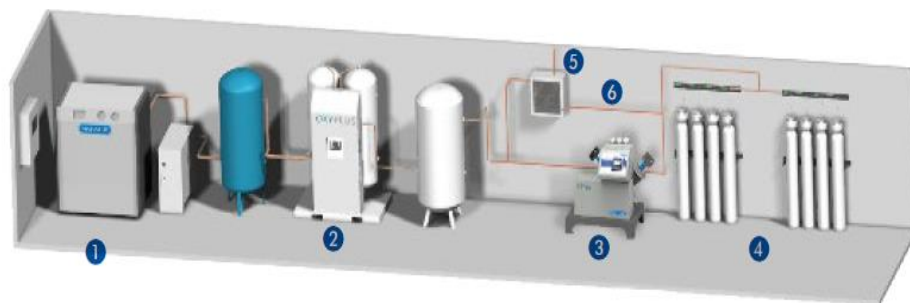
Figura 3.27 Suministro de gases médicos a través de los dispositivos biomédicos (Air Liquide HEALTHCARE, 2022).

3.2.5 Resultado 05 – Centrales Generadoras:

La cuarta etapa es quizás la más importante pues depende del adecuado dimensionamiento de las centrales garantizar el suministro constante de los gases médicos a los diferentes servicios del hospital. Por lo que las capacidades de cada una de las centrales son:

Sistema de oxígeno medicinal:

- Capacidad de la Planta de oxígeno: 15 m³/h.
- Capacidad del Manifold de oxígeno: 02 bancadas de 36 botellas de 10 m³.



- | | |
|--|---|
| ① Feed air unit | ④ Cylinders (supplied upon request) |
| ② Medical Oxygen Generator | ⑤ Automatic changeover system |
| ③ High pressure cylinders filling system | ⑥ Connection to the hospital's piping network |

Figura 3III.28 Esquema de instalación de la planta de oxígeno – Hospital SMP (NOVAIR , 2012).

Sistema de vacío clínico

- Capacidad de la Central de vacío: 49.78 ACFM

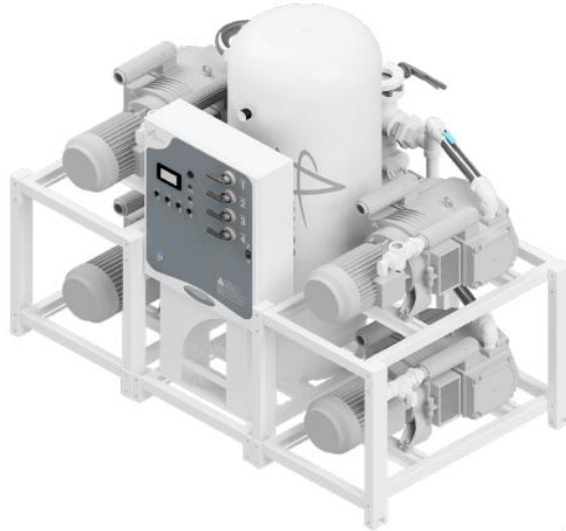


Figura 3.29 Central de vacío Clínico – Hospital SMP (AMICO SOURCE CORPORATION, 2016).

Sistema de aire comprimido medicinal

- Capacidad de la Central de aire comprimido: 21 ACFM



Figura 3.30 Central de aire comprimido medicinal – Hospital SMP (AMICO, 2016).

Sistema de evacuación de gases médicos

- Capacidad de la Central de evacuación de gases médicos: 5 ACFM



Figura 3III.31 Central de evacuación de gases anestésicos – Hospital SMP (NOVAIR MEDICAL, 2019).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1 Mejoramiento de los servicios de salud:

El mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital de San Martín de Pangoa se conseguirá a través de la implementación de un hospital de nivel II el cual, al ser de un nivel mayor al hospital existente, ofrece una mayor variedad de servicios de atención médica a la población. A partir de este análisis se definen los gases médicos que requieren ser suministrados, verificando los planos de equipamiento. Sin embargo, es necesario compatibilizar este resultado con la normativa peruana NTS – 110 y verificar que el equipamiento médico propuesto en los planos cumpla con lo mínimo requerido por la norma, pues es muy frecuente que se omitan puntos de suministro en los servicios de salud o que se consideren equipos biomédicos con diferente dotación a la requerida.

ANEXO N° 13

EQUIPOS PARA AMBIENTES PRESTACIONALES Y COMPLEMENTARIOS DE LA UPSS HOSPITALIZACIÓN

UPSS HOSPITALIZACIÓN			
AMBIENTE	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
SALA DE HOSPITALIZACIÓN ADULTOS 01 CAMA (VARONES O MUJERES) + SH	M-75	Cama clínica rodable para adultos	1
	T-2	Cámara de video IP fija interior tipo domo	1
	D-141	Chata de acero inoxidable	1
	M-114	Cubo de acero inoxidable para desperdicios con tapa accionada a pedal	1
	M-86	Escalinata metálica 2 peldaños	1
	D-199	Flujómetro con humidificador para la red de oxígeno	1
	T-23	Luz de indicación de llamada de enfermera	1
	M-96	Mesa metálica de noche	1
	M-124	Mesa rodable para alimentos	1
	T-24	Módulo de comunicación llamada de enfermera	1
	D-148	Negatoscopio de 2 campos	1
	D-143	Papagayo de acero inoxidable	1
	M-105	Portasuero metálico rodable	1
	M-36	Silla metálica apilable	1
	T-16	Televisor Led Smart TV de 42" aprox. Inc. rack	1
	T-27	Tirador baño llamada enfermera	1
	T-28	Tirador cama llamada enfermera	1
D-225	Toma mural (O, V, 2 tomacorrientes dobles, 01 data, llamada de enfermeras)	1	
D-202	Unidad de aspiración para red de vacío	1	

Figura 4.1 Extracto del Anexo Nro. 13 Norma Técnica Peruana 110(MINISTERIO DE SALUD - MINSa, 2014).

4.1.2 Redes de tuberías de cobre:

Una vez definidos los gases médicos a suministrar podemos distribuir las redes de tuberías de cobre para el transporte de cada gas médico teniendo en cuenta los criterios de instalación y así distribuir las adecuadamente en el interior del Hospital. El dimensionamiento de cada uno de los tramos de las redes de tuberías obedece a la caída de presión y los diámetros mínimos permitidos por la NFPA 99 y la normativa mexicana del IMSS.

Sin embargo, en la instalación de las redes de tuberías se deben tener presente las posibles interferencias con las demás especialidades. Por lo que es necesario compatibilizar los planos mecánicos con las demás especialidades y emitir los planos de construcción.

Estas interferencias se presentan muy a menudo y la salida más rápida para los diseñadores es realizar derivaciones a las troncales y ramales que no están contempladas por las buenas prácticas de instalación. El problema más frecuente que se presenta ante una de estas derivaciones es la obstrucción de las tuberías en la red de vacío, también podría generarse condensado en la red de oxígeno medicinal. Por lo tanto, es importante que las derivaciones que se realicen para evitar interferencias con otras especialidades sean de preferencia con accesorios de 90° y se mantengan en línea recta paralelamente entre ellas, por este mismo motivo los cambios de altura en las derivaciones no deberán exceder los 15 cm.

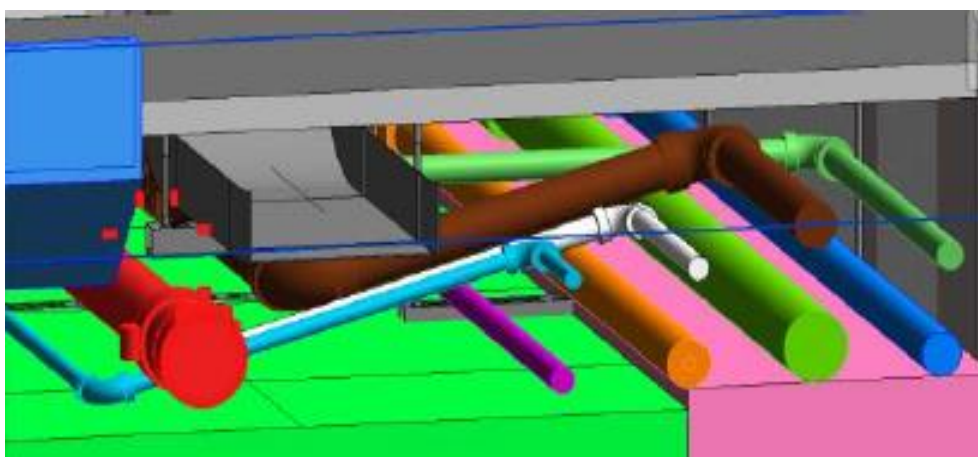


Figura 4.2 Interferencias en las redes de tuberías para gases medicinales modeladas con BIM (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

4.1.3 Equipamiento Médico Primario:

La cuantificación del equipamiento médico primario y su selección se basan en los planos de arquitectura y equipamiento. Considerando los criterios de instalación expuestos en la tercera etapa para un mejor control y monitoreo de las presiones del sistema. Las cajas de válvulas tipo combo serán instalados en cada sala de operaciones, de preferencia en el corredor de mantenimiento para una rápida intervención ante una eventual emergencia con el suministro de gases médicos. Muchas veces se considera solo una caja de válvulas para todo un bloque o UPSS sin embargo esto ocasiona que ante una caída de presión se demore en identificar el punto de fuga y que se tenga que reubicar una cantidad importante de pacientes. Al tratarse del suministro de gases médicos vitales para los pacientes, la capacidad de respuesta ante alguna emergencia debe de ser

inmediata sin impactar la atención de los pacientes. Por otro lado, las alturas respecto al nivel de piso terminado a la que se debe de instalar el equipamiento médico se indican en el plano de detalle del proyecto.

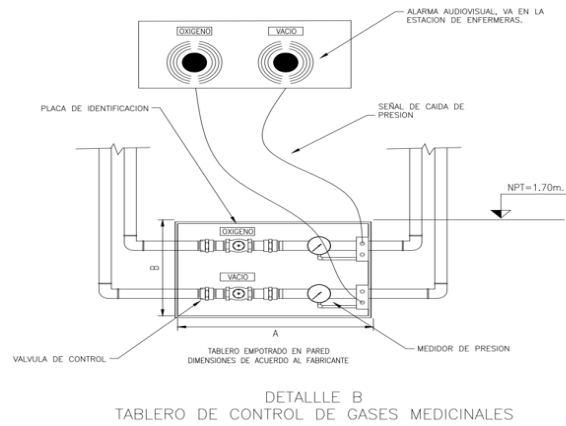


Figura 4.3 Detalle típico de instalación de caja de válvulas tipo combo (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

4.1.4 Equipamientos biomédicos:

El equipamiento biomédico se instala en cada habitación donde se ofrecen los servicios de salud identificados en la etapa 1, seleccionando el panel de cabecera tipo horizontal, determinando su dotación de acuerdo a lo expuesto en la tercera etapa y considerando los planos de equipamiento de cada servicio. Al igual que en el punto 4.1.1 es necesario compatibilizar lo indicado en los planos de equipamiento con lo requerido por la NTS-110. Muchas veces las dotaciones de los paneles de cabecera se agrega el suministro de algún gas médico que no está contemplado por la norma o caso contrario requiere que se le suministre un gas médico al cual no se le consideró la red de suministro.

Por ejemplo, vemos en la figura 4.1 que en el servicio de “Sala de Hospitalización adultos 01 cama (varones o mujeres)” se identifica el panel de cabecera D-225 que requiere del suministro de oxígeno y vacío. Este requerimiento se debe de verificar en el plano de equipamiento para este ambiente y asegurar de que el plano de distribución de las redes de tuberías llegue exactamente los gases mencionados.

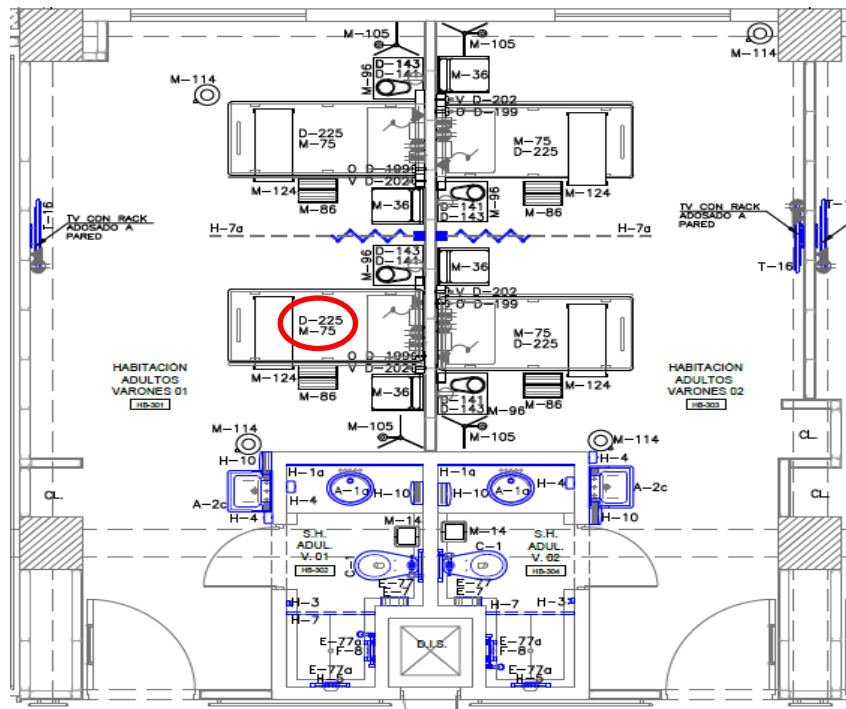


Figura 4.4 Dotación de gases medicinales de acuerdo al plano de equipamiento. (GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN, 2022).

4.1.5 Centrales generadoras de gases medicinales

Con el sistema de gases medicinales ya distribuido y con los servicios que requieren el suministro de gases médicos identificados, procedemos a determinar las capacidades de cada una de las centrales generadoras que garanticen el continuo suministro de los mismos y así lograr el mejoramiento de los servicios de salud en el nuevo Hospital de nivel II ubicado en el distrito de San Martín de Pangoa beneficiando así y mejorando la calidad de vida de toda su población y alrededores como las comunidades nativas, permitiendo una mayor capacidad de respuesta en la atención de los servicios de salud.

Cada central generadora deberá ser un sistema dúplex, es decir que cuente con dos compresores o bombas que operen alternadamente por ciclos, realizando el trasvase de manera automática. Adicional a esto se le puede adicionar a cada central, un sistema de monitoreo de alarma que envíe la señal de alarma al cuarto de vigilancia y mantenimiento. De no dimensionar las centrales adecuadamente, el sistema de gases medicinales simplemente no funcionará.

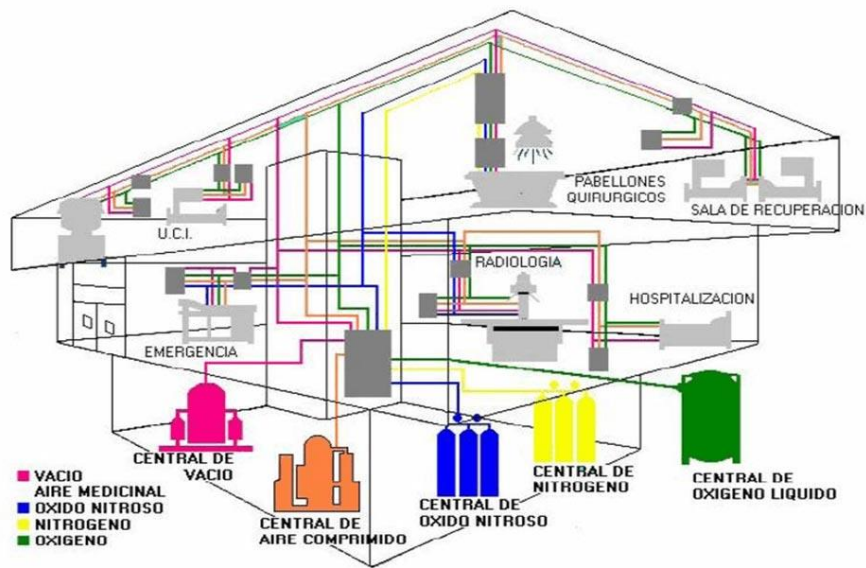


Figura 4.5 Centrales generadoras de gases médicos (SEISAMED, 2022).

4.2 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe, se puede mencionar las siguientes conclusiones:

4.2.1 Determinación de los servicios hospitalarios

- Es necesario contar con los planos de equipamiento y con las normativas correspondientes para la determinación de los servicios que requieren el suministro de gases médicos.

4.2.2 Dimensionamiento de las redes de tuberías de cobre

- Es muy importante tener en cuenta la naturaleza de la arquitectura y equipamiento médico pues de ahí parte la disposición que tendrá la red desde la ubicación de las centrales generadoras de gases médicos hasta los puntos de suministro previamente identificados.
- Además de las consideraciones y criterios técnicos es necesario tener en cuenta aspectos económicos como el tipo de material empleado en las tuberías, los cuales se rigen de acuerdo a la presión a la que trabajan; el tipo de equipo a seleccionar, las condiciones de trabajo, etc.
- Se determinó los diámetros de las tuberías, así como la máxima caída de presión de cada una de las redes de tuberías que transportarán los diferentes gases médicos a suministrar.

4.2.3 Equipamiento médico primario

- Se determinó la cantidad y el tipo de equipamiento médico primario y los criterios para su instalación que deben de ser considerados.
- Los planos de detalle nos indican la altura respecto al piso terminado en la que se deberá instalar el equipamiento primario.

4.2.4 Equipamiento Biomédicos

- Se determinó la cantidad y el tipo de dispositivos biomédicos y los criterios que deben de ser considerados para su instalación.
- Los planos de equipamiento deberán cumplir con lo mínimo requerido por la NTS-110.

4.2.5 Determinación de las centrales de gases generadoras.

- Se dimensionó las capacidades de las centrales generadoras de acuerdo a los flujos de suministro requeridos por cada uno de los servicios de salud.
- Para determinar la capacidad de compresores y bombas de vacío es importante tener en cuenta las condiciones ambientales de la zona en donde se instalarán dichos sistemas, por lo que la capacidad mínima real de operación se ve afectado por un factor de corrección.

V. RECOMENDACIONES

5.1. Identificación de los servicios hospitalarios.

- Al revisar el plano de equipamiento se recomienda revisar las especificaciones técnicas de los diversos equipos, por si requieran de algún punto de suministro de un determinado gas médico.
- Se debe de contar con toda la información actualizada, es decir con las últimas versiones de los planos de arquitectura y equipamiento.

5.2. Dimensionamiento de las redes de tuberías.

- En la práctica, en un proyecto integral, más allá del cálculo realizado en el sistema de gases medicinales, es necesario e indispensable para una adecuada instalación y tendido de las redes de tuberías en los planos de construcción, la coordinación con los especialistas de arquitectura, sanitarias, eléctricas, etc.

- Las redes de tuberías deberán de estar debidamente identificadas con el tipo de gas que distribuye.
- Las pruebas de hermeticidad de las redes, se deberá realizar cada vez que se instale un nuevo equipo de distribución o dispositivo biomédico.

5.3. Equipamiento médico primario

- Para mejorar la respuesta del personal usuario (es decir de médicos, enfermeras y personal de mantenimiento) del sistema de gases medicinales ante alguna condición de alarma, es recomendable etiquetar las zonas que se sectorizan con el equipamiento médico primario.
- El rotulado de las alarmas de área como el de las cajas de válvulas deberá indicar los ambientes que monitorea, para tener una mejor ubicación y una rápida respuesta ante alguna situación de emergencia.

5.4. Equipamiento Biomédicos

- Los dispositivos biomédicos deberán contar con las certificaciones requeridas por la DIGEMID, así como aquellos documentos que requiera la entidad para proceder a su instalación.
- Se sugiere realizar una prueba de hermeticidad por ambientes, una vez que se culmine con la instalación de los dispositivos biomédicos y a la vez que las salidas tipo diss no presenten pases a través de la válvula check interna.

5.5. Centrales Generadoras de gases médicos

- De presentarse alguna futura ampliación de servicios de salud que requieran el suministro de gases médicos se debe de volver a calcular la caída de presión pues se variará la longitud de las tuberías y quizás sea necesario reemplazar diámetros instalados por uno de mayor diámetro.
- Es necesario también volver a analizar el nuevo consumo que se requiere suministrar y si las centrales tendrán la capacidad de garantizar el continuo suministro de gases médicos.
- En los sistemas de vacío y aire comprimido, las centrales de suministro consisten en equipos compactos de bombas de vacío y compresores, los cuales incluyen filtros, secadores y tanques de almacenamiento. Las capacidades de estos componentes se rigen de acuerdo a las

características obtenidas de catálogos, tomando como punto de partida la capacidad de la bomba de vacío y el compresor, respectivamente.

VI. BIBLIOGRAFÍA

ALBUJAR DÍAZ, CHRISTIAN ALEXANDER. 2019. *Ampliación de la planta de generación de oxígeno en el Hospital Regional Docente las Mercedes de Chiclayo - Lambayeque.* Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

AMICO CORPORATION. 2019. *Alarma Maestra basada en microprocesadores.* Ohio : Amico Corporation, 2019.

AMICO, CORPORATION. 2021. *Caja de panel indicador NFPA.* Canada : Amico Corporation, 2021.

—. **2018.** *Caja de válvulas unidad tipo combo.* Canada : Amico Corporation, 2018.

CASTRO CONTRERAS, FERNANDO. 2021. *Diseño e implementación de una planta de oxígeno medicinal tipo PSA para la empresa PGO S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador ciudad de Lima.* Lima : Universidad Tecnológica del Perú, 2021.

CRIOGAS, SA DE CV. 2019. Canal de Youtube - Criogas SA. *Canal de Youtube - Criogas SA.* [En línea] 7 de Enero de 2019. [Citado el: 9 de Noviembre de 2022.] <https://www.youtube.com/watch?v=jurylGX4-il&t=4s>.

GIRON, ERNESTO GODOFREDO. Diciembre 2011 - Mayo 2012. *Sistema de gases médicos: una guía práctica para el diseño.* El Salvador : Universidad Don Bosco, Diciembre 2011 - Mayo 2012. 2221-1136.

GOOGLE EARTH. 2022. Google Earth. *Google Earth.* [En línea] Google, 29 de Octubre de 2022. [Citado el: 10 de Noviembre de 2022.] <https://earth.google.com/web/search/San+Mart%C3%ADn+de+Pangoa/@-11.46711263,-74.48486293,957.65932535a,229.16179217d,35y,->

156.16132422h,44.9291058t,0r/data=CigiJgokCXrmUEuo0C7AEewTtmVK_i7A
GfZMpdVhg1HAlbrMqZtuiVHA.

LINDE GAS THERAPEUTICS. 2008. *Norma NFPA 99 ver. 2002.* Chiclayo :
Linde Gas, 2008.

MANUFACTURERA, CENTURY. 2019. Canal de Youtube - Manufacturera
Century. *Canal de Youtube - Manufacturera Century.* [En línea] Manufacturera
Century, 23 de Julio de 2019. [Citado el: 9 de Noviembre de 2022.]
<https://www.youtube.com/watch?v=D8egBEyj1ew>.

MARÍN MONTOYA, BRANDON BRUCE. 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.*
Lima : Universidad Nacional del Callao, 2021.

MINISTERIO DE SALUD. 2014. *Norma técnica de salud "Infraestructura y
equipamiento de los establecimientos de salud del segundo nivel de atención".*
Lima : Ministerio de Salud, 2014.

NFPA 99. 2021. *NFPA 99 Código de establecimientos de atención médica.*
Quincy, Massachusetts : Copyright@2020 Asociación de protección contra
Incendios, 2021.

**QUINTERO PICHARDO , ESPERANZA y FERNANDEZ ABASOLO, ANTONIO.
2010.** *Gestión de Gases Medicinales, perspectiva legal, clínica, económica e
industrial.* España : GAM Artes Gráficas. Huelva, 2010. 187-2010.

**QUINTERO PICHARDO, ESPERANZA y FERNANDEZ ABASOLO, ANTONIO.
206.** *Gestión de gases medicinales Servicios de farmacia hospitalaria Manual de
procedimientos.* España : GAM Artes Graficas. Huelva, 206. 978-84-611-1657-
7.

ROMERO CHAMBA, LUIS ROLANDO. 2014. *Dirección del proyecto de
mejoramiento de las instalaciones mecánicas de gases medicinales y vacío del*

área de emergencia pediatría del hospital IV Alberto Sabogal Sologuren - Essalud. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2014.

SALAZAR ARANGO, ALEJANDRA y CIFUENTES CAMPOS, JULIAN ESTEBAN. 2017. *Manual de buenas prácticas de manufactura de gases medicinales del hospital universitario del Valle Evaristo. Santiago de Cali : Universidad Autonoma de Occidente, 2017.*

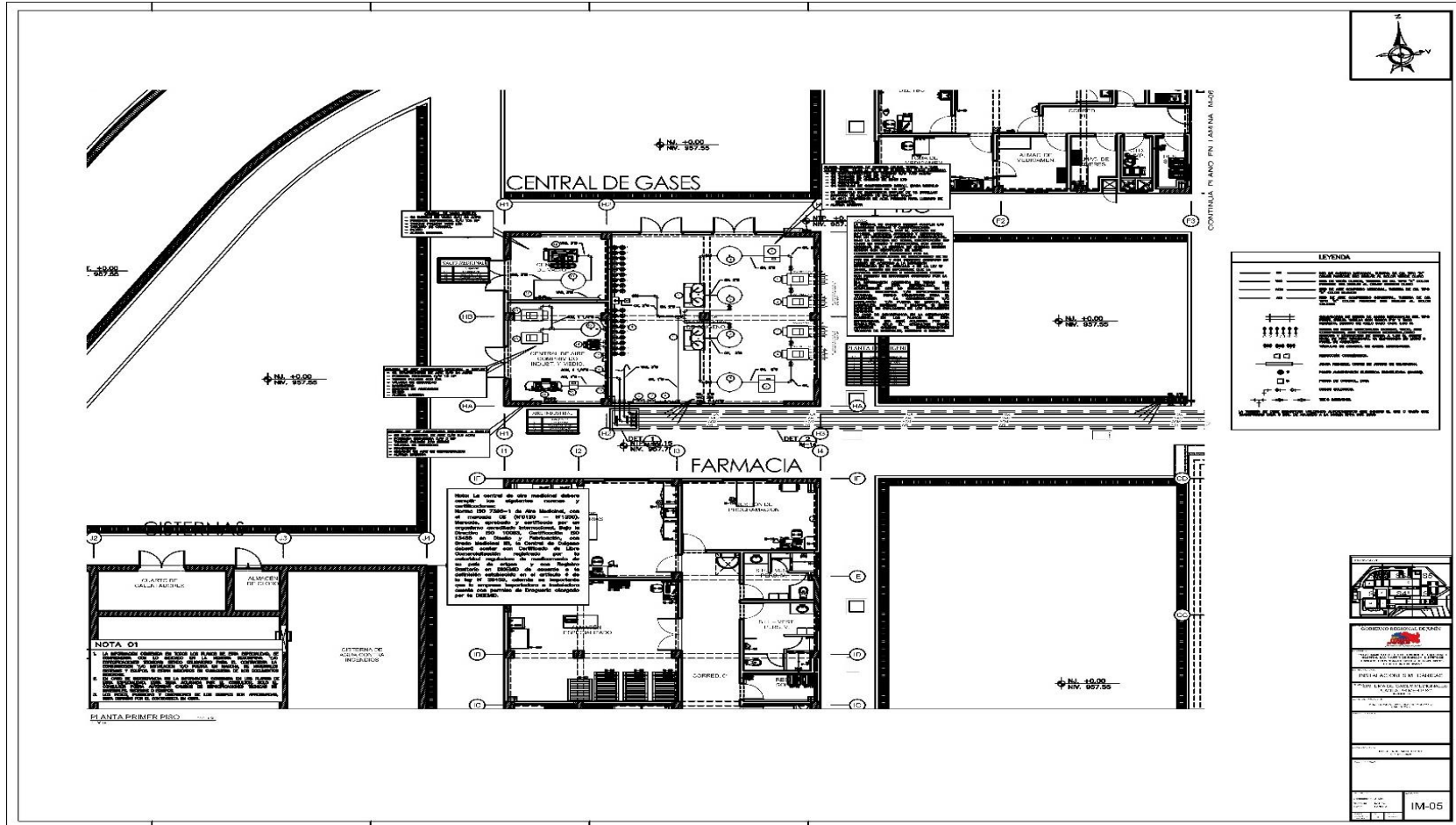
SANCHEZ LARA, EDGAR FABIAN. 2010. *Sistema de conducción de gases de un hospital de 120 camas situado en la región costa que pertenece al ministerio de salud pública del Ecuador. Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2010.*

TRI - TECH, MEDICAL INC. 2017. *Instrucciones de instalación y funcionamiento de los sistemas de alarmas de área, principal y combinanda serie Med Touch. Ohio : Tri- Tech, 2017.*

ZELAYA CASTRO, JUAN CARLOS. 2013. *Criterios de diseñador y cálculo de sistemas de suministro y distribución de gases medicinales para un hospital. Lima : Consorcio Digital del conocimiento MebLatam, Hemisferio y Dalse, 2013.*

ANEXOS

Anexo 1: Planos de arquitectura – Distribución de las redes de tuberías



Anexo 02: Criterios Normativos de Ingeniería Instituto Mexicano del Seguro Social



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

NORMAS DE DISEÑO
DE INGENIERÍA

INGENIERÍA HIDRAULICA SANITARIA Y ESPECIALES

CAPÍTULO 13

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE OXIGENO Y OXIDO NITROSO

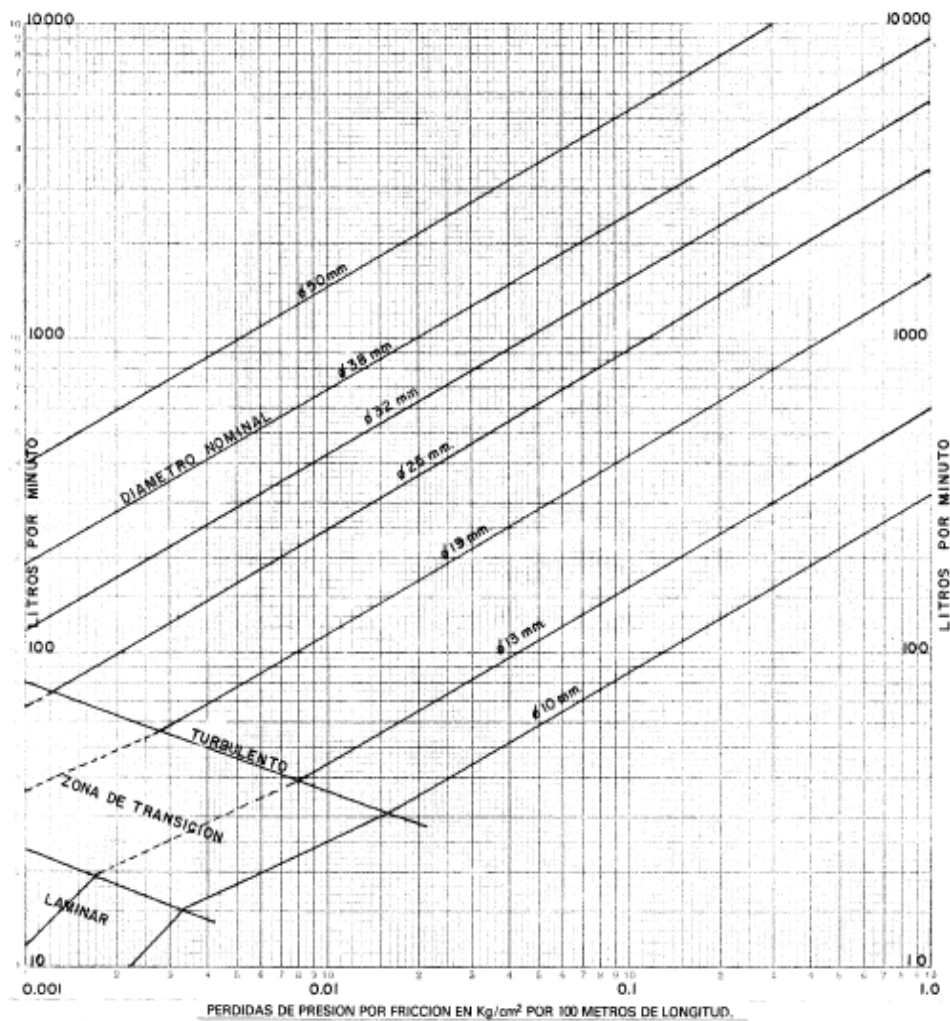


Figura 13.1 Oxígeno. Para presiones de 3.87 a 3.52 Kg/cm² Manométricas al nivel del mar (tubo de cobre tipo "L")

Anexo 03: Criterios Normativos de Ingeniería Instituto Mexicano de Seguro Social

NORMAS DE DISEÑO
DE INGENIERÍA

HIDRAULICA SANITARIA Y ESPECIALES

CAPÍTULO 15 SUCCIÓN CENTRAL (VACÍO)

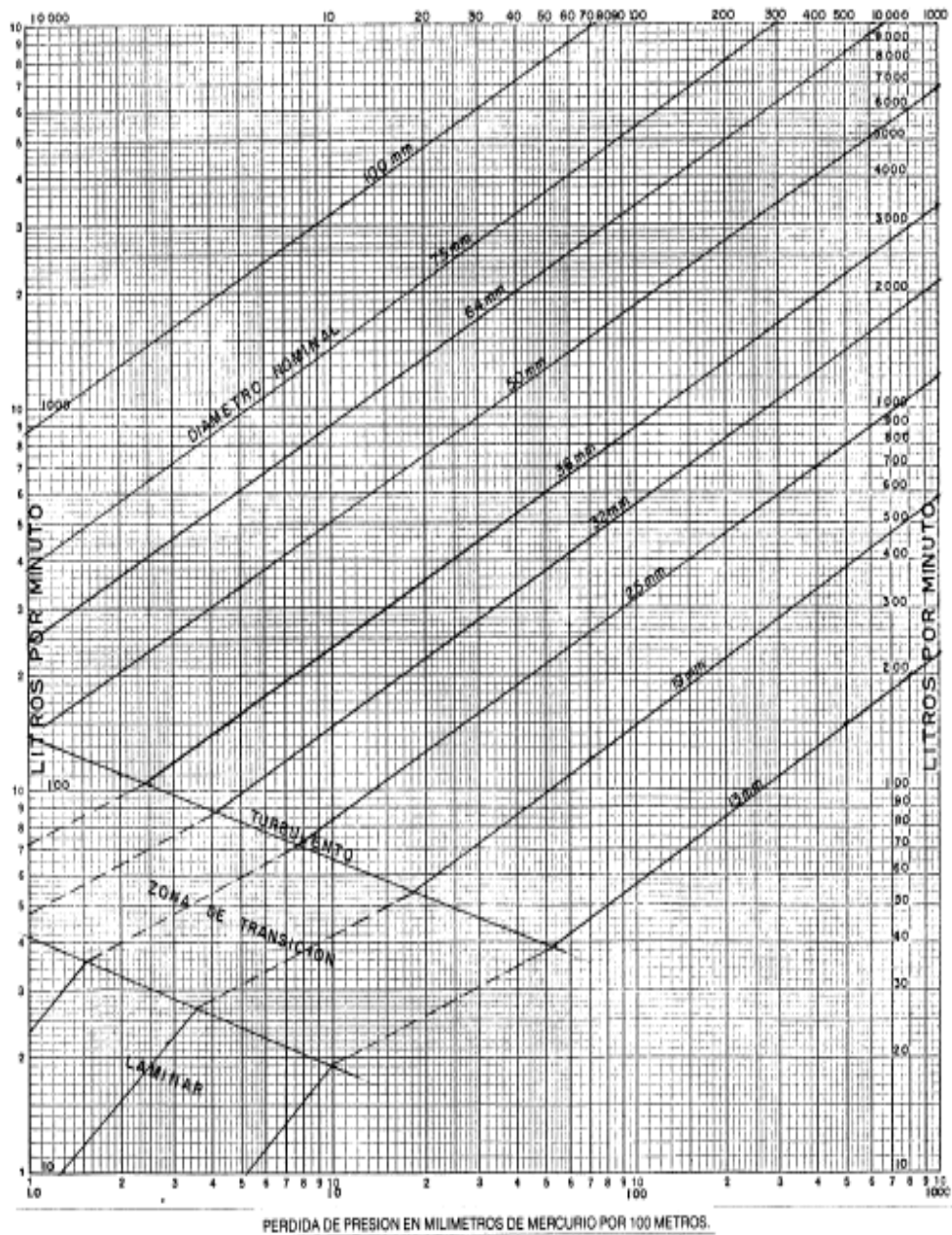


Figura 15.1 Vacío o succión. Para presiones de 380.0 a 342.0 mm de mercurio absolutas

Anexo 04: Gasto de gases de presión positiva - Tabla 13.2 de las Normas del IMSS

GASTO DE OXÍGENO Y AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE SALIDAS

N° de Salidas	Gasto l/min	CFM	N° de Salidas	Gasto l/min	CFM	N° de Salidas	Gasto l/min	CFM
1	100	3.53	110	949	33.50	300	1425	10.59
2	148	5.22	120	979	34.56	320	1461	11.30
3	181	6.39	130	1009	35.62	340	1495	12.00
4	210	7.41	140	1039	36.68	360	1527	12.71
5	237	8.37	150	1068	37.70	380	1558	13.41
6	261	9.21	160	1096	38.69	400	1588	14.12
7	283	9.99	170	1122	39.61	420	1618	14.83
8	302	10.66	180	1148	40.53	440	1647	15.53
9	320	11.30	190	1174	41.44	460	1675	16.24
10	336	11.86	200	1200	42.36	480	1702	16.94
15	399	14.09	210	1225	43.24	500	1728	17.65
20	448	15.81	220	1249	44.09	550	1788	19.42
30	533	18.82	230	1273	44.94	600	1847	21.18
40	607	21.43	240	1296	45.75	650	1904	22.95
50	676	23.86	250	1319	46.56	700	1958	24.71
70	780	27.53	260	1341	47.34	750	2011	26.48
80	827	29.19	270	1363	48.11	800	2062	28.24
90	872	30.78	280	1384	48.86	850	2112	30.01
100	915	32.30	290	1405	49.60	900	2160	31.77

**Anexo 05: Gasto de gases de presión negativa – Sistema de Vacío
Gastos Exclusivamente para Salas de Cirugías.**

N.º de salas	Gasto (lpm)	N.º de salas	Gasto (lpm)
1	170.4	6	485.8
2	340.8	7	501.7
3	407	8	516.8
4	445	9	531.1
5	467.7	10	544.6

N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm
1	42.60	41	547.90	81	646.80	210	790.50
2	85.20	42	551.10	82	648.70	220	799.80
3	127.80	43	554.30	83	650.50	230	809.00
4	170.40	44	557.40	84	652.30	240	818.30
5	213.00	45	560.50	85	654.00	250	827.60
6	255.60	46	563.50	86	655.80	260	836.70
7	298.20	47	566.60	87	657.50	270	846.10
8	340.80	48	569.50	88	659.20	280	855.40
9	364.00	49	572.40	89	660.90	290	864.70
10	390.00	50	575.30	90	662.50	300	874.00
11	394.00	51	577.90	91	664.20	310	883.20
12	407.00	52	580.70	92	665.80	320	892.50
13	419.00	53	583.40	93	667.40	330	901.80
14	428.00	54	586.10	94	669.00	340	911.10
15	437.00	55	588.80	95	670.50	350	920.30
16	445.00	56	591.50	96	672.10	360	929.60
17	452.00	57	594.10	97	673.60	370	938.90
18	458.00	58	596.70	98	675.10	380	948.20
19	463.00	59	599.20	99	676.60	390	957.40
20	467.70	60	601.70	100	678.00	400	966.70

N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm	N.º de salidas	Gasto lpm
21	472.50	61	604.20	101	685.10	420	985.30
22	477.00	62	606.60	102	691.70	440	1003.80
23	481.50	63	609.00	103	698.00	460	1022.40
24	485.80	64	611.40	104	704.00	480	1040.90
25	489.90	65	613.70	105	709.70	500	1059.50
26	493.90	66	616.00	106	715.10	520	1078.00
27	497.90	67	618.20	107	720.30	540	1096.60
28	501.70	68	620.50	108	725.30	560	1115.10
29	505.60	69	622.70	109	730.10	580	1133.60
30	509.40	70	624.90	110	734.90	600	1152.20
31	513.10	71	627.00	111	739.50	620	1170.70
32	516.80	72	629.10	112	744.10	640	1189.30
33	520.50	73	631.20	113	748.80	660	1207.80
34	524.10	74	633.20	114	753.40	680	1226.40
35	527.60	75	635.30	115	758.00	700	1244.90
36	531.10	76	637.30	116	762.70	720	1263.50
37	534.50	77	639.20	117	767.30	740	1282.00
38	537.90	78	641.20	118	771.90	750	1291.30
39	541.30	79	643.10	119	776.60		
40	544.60	80	645.00	120	781.20		

Anexo 06 Cálculo de los diámetros de la Red de Oxígeno

						Determinado por Monograma 13.1		
TRAMO	DIÁMETRO (Pulg)	LONGITUD TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	N° DE SALIDAS EQUIVALENTES	GASTO ACUMULADO (l/min)	PERDIDA CADA 100 m (kg/cm ²)	PERDIDA TRAMO (kg/cm ²)	(*) PERDIDA ACUMULADA (kg/cm ²)
C29-C27	1/2	17.00	20.40	3	181.00	0.1360	0.0277	0.1265
C28-C27	1/2	13.00	15.60	8	302.00	0.3000	0.0468	0.1456
C26-C25	1/2	9.00	10.80	4	210.00	0.1600	0.0173	0.0980
C27-C25	1/2	3.00	3.60	11	399.00	0.5000	0.0180	0.0988
C25-C24	3/4	5.00	6.00	15	399.00	0.0900	0.0054	0.0808
C24-C18	3/4	26.00	31.20	15	399.00	0.0900	0.0281	0.0754
C23-C21	1/2	13.00	15.60	4	210.00	0.1600	0.0250	0.1297
C22-C21	1/2	8.00	9.60	2	148.00	0.0880	0.0084	0.1132
C20-C19	1/2	16.00	19.20	3	181.00	0.1360	0.0261	0.1209
C21-C19	1/2	3.60	4.32	6	261.00	0.2300	0.0099	0.1047
C19-C18	1/2	12.00	14.40	9	320.00	0.3300	0.0475	0.0948
C18-C12	3/4	2.00	2.40	24	533.00	0.1500	0.0036	0.0473
C17-C14	1/2	13.00	15.60	3	181.00	0.1360	0.0212	0.1314
C16-C14	1/2	8.00	9.60	2	148.00	0.0880	0.0084	0.1186
C15-C13	1/2	6.00	7.20	2	148.00	0.0880	0.0063	0.1051
C14-C13	1/2	5.00	6.00	5	237.00	0.1900	0.0114	0.1102
C13-C12	1/2	17.00	20.40	7	283.00	0.2700	0.0551	0.0988
C12-C8	1	21.50	25.80	31	607.00	0.0480	0.0124	0.0437
C11-C9	1/2	17.00	20.40	1	100.00	0.0430	0.0088	0.0725
C10-C9	1/2	17.50	21.00	6	261.00	0.2300	0.0483	0.1120
C9-C8	1/2	10.00	12.00	7	283.00	0.2700	0.0324	0.0637
C8-C2	1	12.00	14.40	38	607.00	0.0480	0.0069	0.0313

C7-C5	1/2	16.00	19.20	1	100.00	0.0430	0.0083	0.0588
C6-C5	1/2	7.50	9.00	4	210.00	0.1600	0.0144	0.0649
C4-C3	1/2	8.50	10.20	4	210.00	0.1600	0.0163	0.0486
C5-C3	1/2	8.00	9.60	5	237.00	0.1900	0.0182	0.0505
C3-C2	3/4	11.00	13.20	9	320.00	0.0600	0.0079	0.0323
C2-C1	1 1/4	2.60	3.12	47	676.00	0.0230	0.0007	0.0244
C1-B16	1 1/4	4.00	4.80	47	676.00	0.0230	0.0011	0.0237
B19-B17	1/2	43.00	51.60	2	148.00	0.0880	0.0454	0.0778
B18-B17	1/2	9.00	10.80	1	100.00	0.0430	0.0046	0.0370
B17-B16	1/2	6.00	7.20	3	181.00	0.1360	0.0098	0.0324
B16-A18	1 1/4	42.00	50.40	50	676.00	0.0230	0.0116	0.0226
B15-B13	1/2	8.00	9.60	2	148.00	0.0880	0.0084	0.0724
B14-B13	1/2	6.00	7.20	4	210.00	0.1600	0.0115	0.0754
B13-B12	1/2	12.00	14.40	6	261.00	0.2300	0.0331	0.0639
B12-B8	3/4	6.00	7.20	6	261.00	0.0420	0.0030	0.0308
B11-B9	1/2	13.00	15.60	6	261.00	0.2300	0.0359	0.0961
B10-B9	1/2	12.00	14.40	4	210.00	0.1600	0.0230	0.0832
B9-B8	1/2	7.50	9.00	10	336.00	0.3600	0.0324	0.0602
B8-B1	3/4	11.00	13.20	16	448.00	0.1150	0.0152	0.0278
B7-B6	1/2	13.00	15.60	8	302.00	0.3000	0.0468	0.0833
B6-B2	3/4	15.00	18.00	8	302.00	0.0550	0.0099	0.0365
B5-B3	1/2	9.00	10.80	2	148.00	0.0880	0.0095	0.0858
B4-B3	1/2	6.00	7.20	4	210.00	0.1600	0.0115	0.0878
B3-B2	1/2	18.00	21.60	6	261.00	0.2300	0.0497	0.0763
B2-B1	3/4	13.00	15.60	14	399.00	0.0900	0.0140	0.0266
B1-A17	1	12.00	14.40	30	533.00	0.0400	0.0058	0.0126
A19-A18	1/2	43.00	51.60	3	181.00	0.1360	0.0702	0.0812
A18-A17	1 1/4	15.00	18.00	53	676.00	0.0230	0.0041	0.0110
A17-A2	1 1/2	11.00	13.20	83	872.00	0.0160	0.0021	0.0068
A16-A14	1/2	13.50	16.20	1	100.00	0.0430	0.0070	0.0313

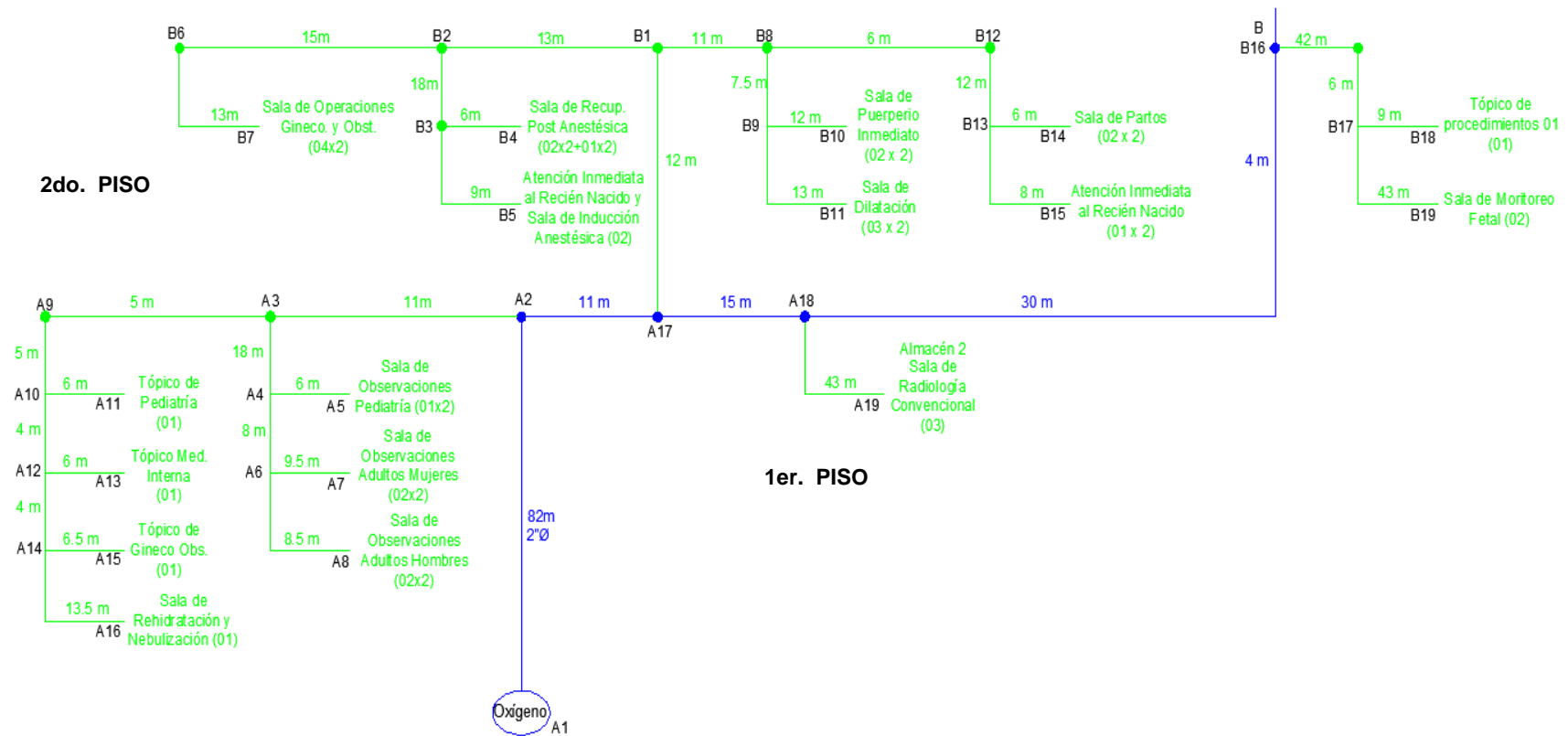
A15-A14	1/2	6.50	7.80	1	100.00	0.0430	0.0034	0.0277
A13-A12	1/2	6.00	7.20	1	100.00	0.0430	0.0031	0.0232
A11-A10	1/2	6.00	7.20	1	100.00	0.0430	0.0031	0.0167
A14-A12	1/2	4.00	4.80	2	148.00	0.0880	0.0042	0.0244
A12-A10	1/2	4.00	4.80	3	181.00	0.1360	0.0065	0.0201
A10-A9	3/4	5.00	6.00	4	210.00	0.0300	0.0018	0.0136
A9-A3	3/4	5.00	6.00	4	210.00	0.0300	0.0018	0.0118
A8-A6	1/2	8.50	10.20	8	302.00	0.3000	0.0306	0.1230
A7-A6	1/2	9.50	11.40	8	302.00	0.3000	0.0342	0.1266
A5-A4	1/2	6.00	7.20	4	210.00	0.1600	0.0115	0.0215
A6-A4	1/2	8.00	9.60	16	448.00	0.6000	0.0576	0.0924
A4-A3	3/4	18.00	21.60	20	448.00	0.1150	0.0248	0.0348
A3-A2	1	11.00	13.20	24	533.00	0.0400	0.0053	0.0100
A2-A1	2	82.00	98.40	107	949.00	0.0048	0.0047	0.0047

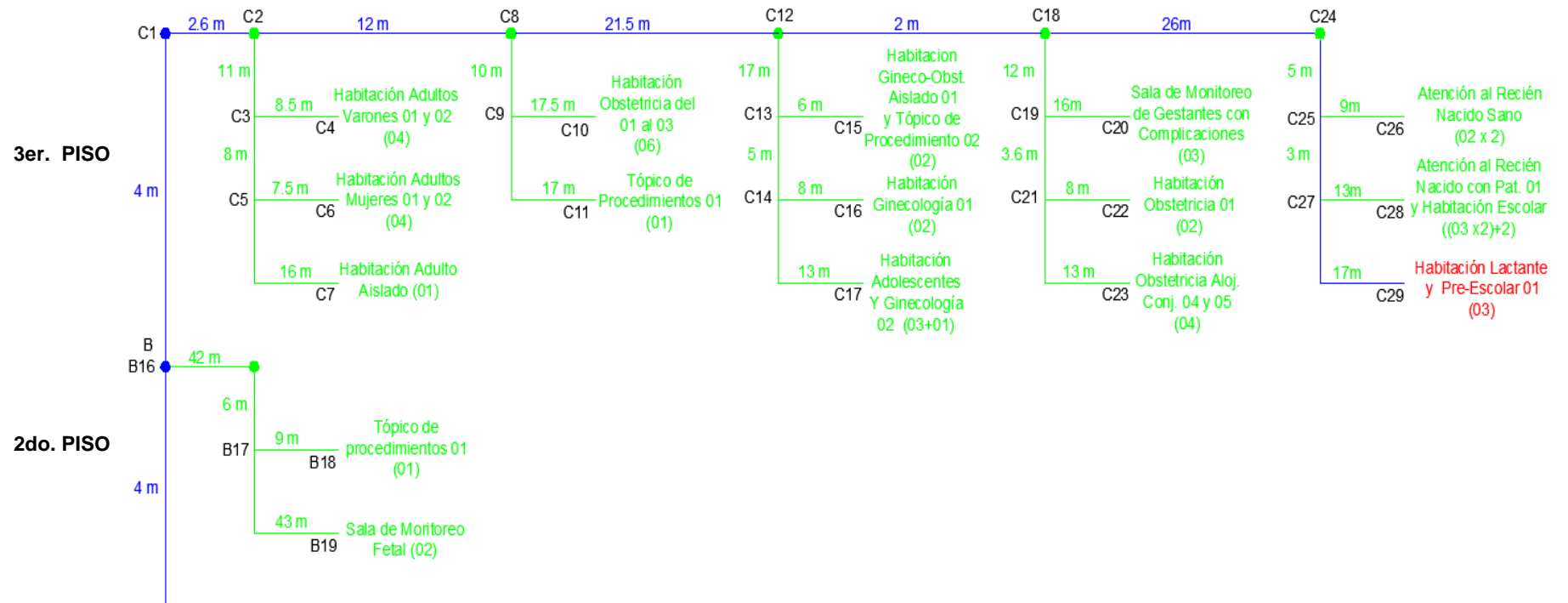
***Las pérdidas acumuladas por fricción (0.1456 kg/cm²) son aceptables por ser menores a 0.28 kg/cm² (según Norma Mexicana del IMSS).**

Circuito crítico de la Red de Oxígeno

TRAMO CRITICO	PERDIDA (mmHg)
A1-A2-A17-A18-B16-C1-C2-C8-C12-C18-C25-C27-C28	0.1456

Circuito crítico de la Red de Oxígeno medicinal





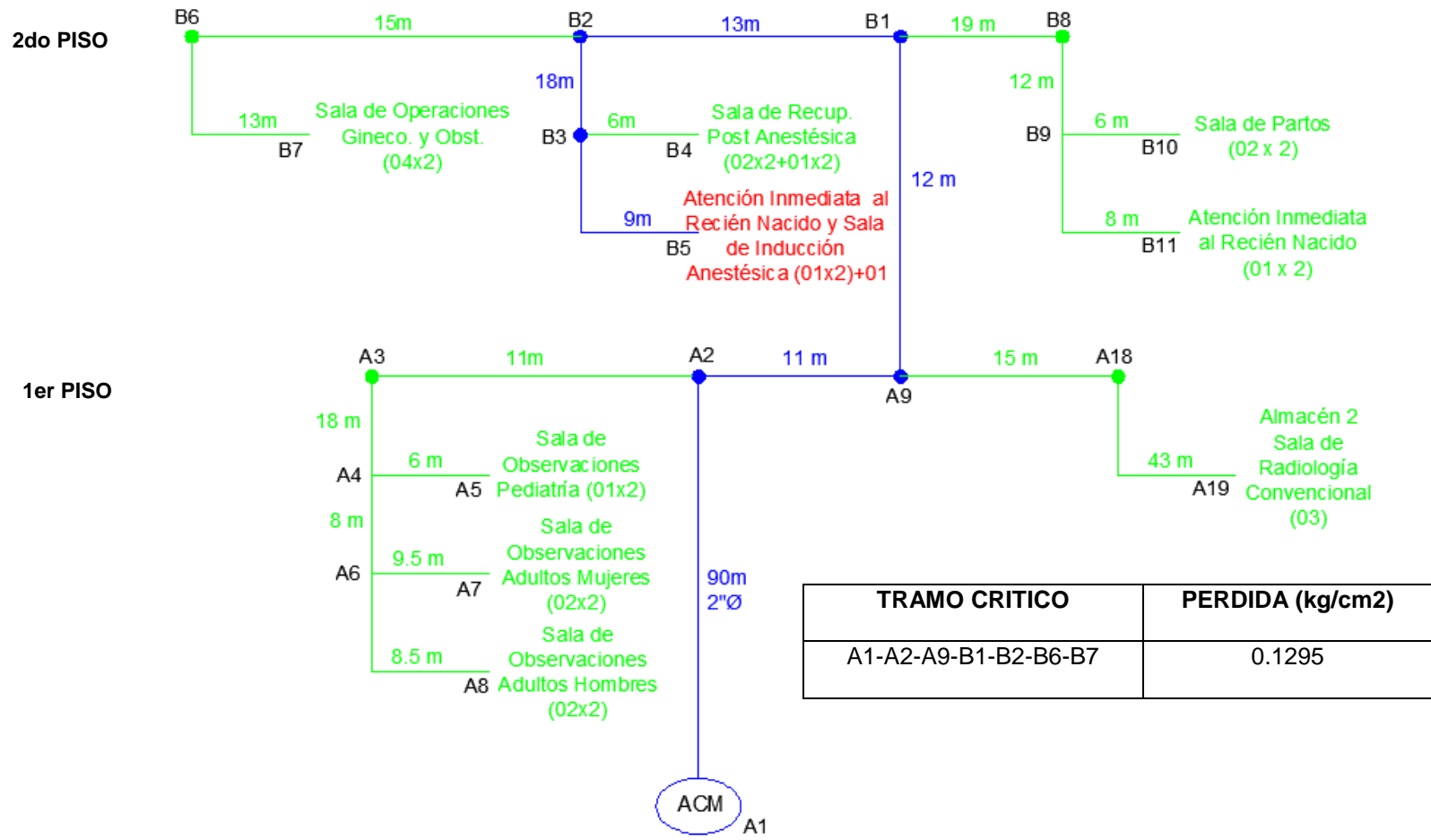
Anexo 07: Cálculo de los diámetros de la Red de Aire Comprimido Medicinal

Determinado por
Monograma 13.1

TRAMO	DIÁMETRO (plg)	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	N° DE SALIDAS EQUIVALENTES	GASTO ACUMULADO (l/min)	PERDIDA CADA 100 m (kg/cm ²)	PERDIDA TRAMO (kg/cm ²)	(*) PERDIDA ACUMULADA (kg/cm ²)
B9-B11	1/2	12.70	8.00	9.60	2	148.00	0.0880	0.0084	0.0867
B9-B10	1/2	12.70	6.00	7.20	4	210.00	0.1600	0.0115	0.0782
B8-B9	1/2	12.70	12.00	14.40	6	261.00	0.2300	0.0331	0.0667
B1-B8	3/4	19.05	19.00	22.80	6	261.00	0.0420	0.0096	0.0336
B6-B7	1/2	12.70	13.00	15.60	8	302.00	0.3000	0.0468	0.1284
B2- B6	1/2	12.70	15.00	18.00	8	302.00	0.3000	0.0540	0.0816
B3-B5	1/2	12.70	9.00	10.80	3	181.00	0.1360	0.0147	0.1006
B3-B4	1/2	12.70	6.00	7.20	4	210.00	0.1600	0.0115	0.0974
B2-B3	1/2	12.70	18.00	21.60	7	283.00	0.2700	0.0583	0.0859
B1-B2	1	25.40	13.00	15.60	15	399.00	0.0230	0.0036	0.0276
A9-B1	1 1/4	31.75	12.00	14.40	21	533.00	0.0165	0.0024	0.0240
B2-B3	1/2	12.70	43.00	51.60	3	181.00	0.1360	0.0702	0.0918
A2-A9	1 1/4	31.75	11.00	13.20	24	533.00	0.0165	0.0022	0.0216
A6-A8	1/2	12.70	8.50	10.20	4	210.00	0.1600	0.0163	0.0872
A6-A7	1/2	12.70	9.50	11.40	4	210.00	0.1600	0.0182	0.0891
A4-A5	1/2	12.70	6.00	7.20	2	148.00	0.0880	0.0063	0.0484
A4-A6	1/2	12.70	8.00	9.60	8	302.00	0.3000	0.0288	0.0709
A3-A4	3/4	19.05	18.00	21.60	10	336.00	0.0650	0.0140	0.0421
A2-A3	3/4	19.05	11.00	13.20	10	336.00	0.0650	0.0086	0.0280
A1-A2	1 1/4	31.75	90.00	108.00	34	607.00	0.0180	0.0194	0.0194

*Las pérdidas acumuladas por fricción (0.1295 kg/cm²) son aceptables por ser menores a 0.28 kg/cm² (según Norma Mexicana del IMSS).

Circuito crítico de la Red de Aire comprimido medicinal



Anexo 08: Cálculo de los diámetros de la Red de Vacío clínico

TRAMO	DIÁMETRO (plg)	LONGITUD TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	SALIDA EQ	GASTO (l/min)	Determinado por Monograma 15.12		
						PERDIDA CADA 100 m (mmHg)	PERDIDA TRAMO (mmHg)	(*) PERDIDA ACUMULADA (mmHg)
C29-C27	¾	17.00	20.40	3	25.95	65.00	13.260	58.2204
C28-C27	1	13.00	15.60	5	51.95	10.00	1.560	46.5204
C26-C25	¾	9.00	10.80	2	21.30	65.00	7.020	51.3684
C27-C25	1	3.00	3.60	8	77.90	17.00	0.612	44.9604
C25-C24	1	5.00	6.00	10	99.20	28.00	1.680	44.3484
C24-C18	1 ¼	26.00	31.20	10	99.20	28.00	8.736	42.6684
C23-C21	¾	13.00	15.60	4	29.90	65.00	10.140	53.7204
C22-C21	¾	8.00	9.60	2	20.00	35.00	3.360	46.9404
C20-C19	¾	16.00	19.20	3	25.95	55.00	10.560	50.2524
C21-C19	1	3.60	4.32	6	49.90	90.00	3.888	43.5804
C19-C18	1	12.00	14.40	9	75.85	40.00	5.760	39.6924
C18-C12	1 ¼	2.00	2.40	19	175.05	20.00	0.480	33.9324
C17-C14	¾	13.00	15.60	3	21.30	65.00	10.140	56.2644
C16-C14	¾	8.00	9.60	2	21.30	35.00	3.360	49.4844
C15-C13	¾	6.00	7.20	2	20.00	35.00	2.520	44.7444
C14-C13	1	5.00	6.00	5	42.60	65.00	3.900	46.1244
C13-C12	1	17.00	20.40	7	62.60	43.00	8.772	42.2244
C12-C8	1 ½	21.50	25.80	26	237.65	15.00	3.870	33.4524
C11-C9	¾	17.00	20.40	1	21.30	10.00	2.040	35.9424
C10-C9	1	17.50	21.00	6	43.38	25.00	5.250	39.1524
C9-C8	1	10.00	12.00	7	64.68	36.00	4.320	33.9024
C8-C2	2	12.00	14.40	33	302.33	12.00	1.728	29.5824

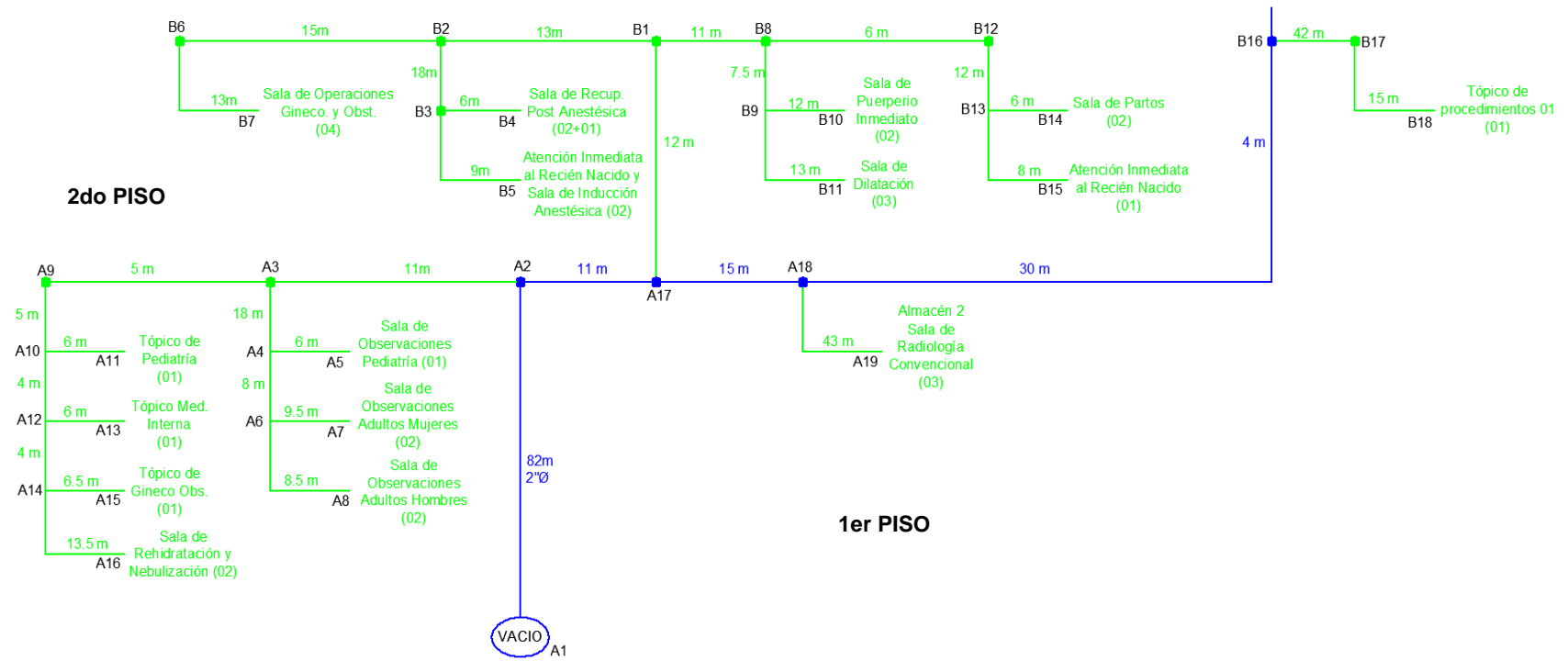
C7-C5	$\frac{3}{4}$	16.00	19.20	1	21.30	10.00	1.920	45.0504
C6-C5	$\frac{3}{4}$	7.50	9.00	4	29.90	65.00	5.850	48.9804
C4-C3	$\frac{3}{4}$	8.50	10.20	4	29.90	65.00	6.630	40.1604
C5-C3	$\frac{3}{4}$	8.00	9.60	5	51.20	100.00	9.600	43.1304
C3-C2	1	11.00	13.20	9	81.10	43.00	5.676	33.5304
C2-C1	2	2.60	3.12	42	383.43	17.00	0.530	27.8544
C1-B16	2	4.00	4.80	42	383.43	11.00	0.528	27.3240
B18-B17	$\frac{3}{4}$	9.00	10.80	1	21.30	10.00	1.080	28.5960
B17-B16	$\frac{3}{4}$	6.00	7.20	1	21.30	10.00	0.720	27.5160
B16-A18	2	42.00	50.40	43	404.73	12.00	6.048	26.7960
B15-B13	$\frac{3}{4}$	8.00	9.60	1	21.30	35.00	3.360	36.7440
B14-B13	$\frac{3}{4}$	6.00	7.20	2	85.20	65.00	4.680	38.0640
B13-B12	1	12.00	14.40	3	106.50	13.00	1.872	33.3840
B12-B8	1	6.00	7.20	3	106.50	18.50	1.332	31.5120
B11-B9	$\frac{3}{4}$	13.00	15.60	2	40.00	65.00	10.140	41.4900
B10-B9	1	12.00	14.40	3	63.90	25.00	3.600	34.9500
B9-B8	1	7.50	9.00	5	103.90	13.00	1.170	31.3500
B8-B1	1 $\frac{1}{4}$	11.00	13.20	8	210.40	42.00	5.544	30.1800
B7-B6	1	13.00	15.60	4	170.40	62.00	9.672	55.7880
B6-B2	1 $\frac{1}{4}$	15.00	18.00	4	170.40	50.00	9.000	46.1160
B5-B3	$\frac{3}{4}$	9.00	10.80	2	85.20	60.00	6.480	55.4760
B4-B3	1	6.00	7.20	2	63.90	70.00	5.040	54.0360
B3-B2	1 $\frac{1}{4}$	18.00	21.60	4	149.10	55.00	11.880	48.9960
B2-B1	1 $\frac{1}{2}$	13.00	15.60	8	319.50	80.00	12.480	37.1160
B1-A17	2 $\frac{1}{2}$	12.00	14.40	16	529.90	32.00	4.608	24.6360
A19-A18	$\frac{3}{4}$	43.00	51.60	3	61.30	10.00	5.160	25.9080
A18-A17	2 $\frac{1}{2}$	15.00	18.00	46	466.03	4.00	0.720	20.7480
A17-A2	2 $\frac{1}{2}$	11.00	13.20	62	995.93	25.00	3.300	20.0280
C16-C14	$\frac{3}{4}$	13.50	16.20	2	40.00	10.00	1.620	27.5520
C15-C14	$\frac{3}{4}$	6.50	7.80	1	21.30	10.00	0.780	26.7120

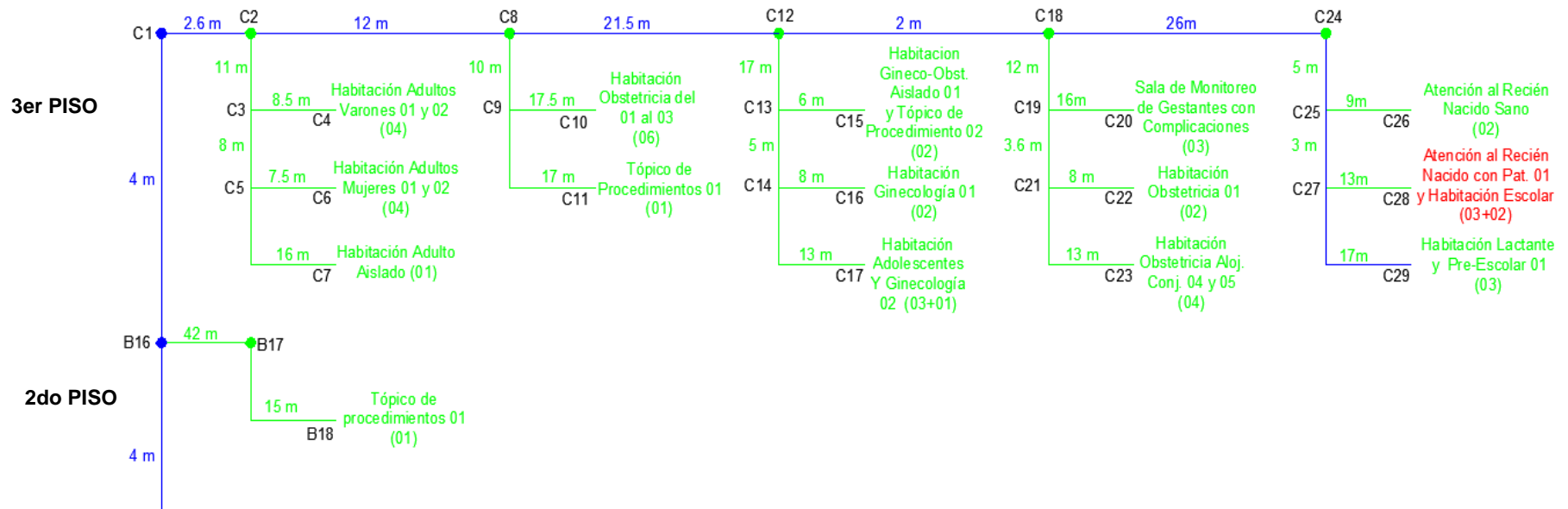
C13-C12	$\frac{3}{4}$	6.00	7.20	1	21.30	10.00	0.720	24.7320
C11-C10	$\frac{3}{4}$	6.00	7.20	1	21.30	10.00	0.720	23.8680
C14-C12	$\frac{3}{4}$	4.00	4.80	3	61.30	40.00	1.920	25.9320
C12-C10	1	4.00	4.80	4	82.60	18.00	0.864	24.0120
C10-C9	1	5.00	6.00	5	103.90	15.00	0.900	23.1480
C9-C3	1	5.00	6.00	5	103.90	15.00	0.900	22.2480
C8-C6	1	8.50	10.20	4	85.20	30.00	3.060	34.1040
C7-C6	1	9.50	11.40	4	85.20	30.00	3.420	34.4640
C5-C4	$\frac{3}{4}$	6.00	7.20	2	42.60	70.00	5.040	26.3880
C6-C4	$1 \frac{1}{4}$	8.00	9.60	8	170.40	38.00	3.648	31.0440
C4-C3	$1 \frac{1}{2}$	18.00	21.60	10	213.00	28.00	6.048	27.3960
C3-C2	$1 \frac{1}{2}$	11.00	13.20	15	316.90	35.00	4.620	21.3480
C2-C1	3	82.00	98.40	77	1312.83	17.00	16.728	16.7280

Las pérdidas acumuladas por fricción (58.22 mmHg) son aceptables por ser menores a 76.2 mm de columna de Mercurio (según Norma Mexicana del IMSS).

TRAMO CRITICO	PERDIDA (mmHg)
A1-A2-A17-A18-B16-C1-C2-C8-C12-C18-C25-C27-29	58.2204

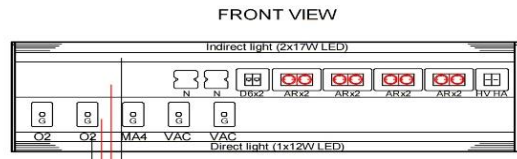
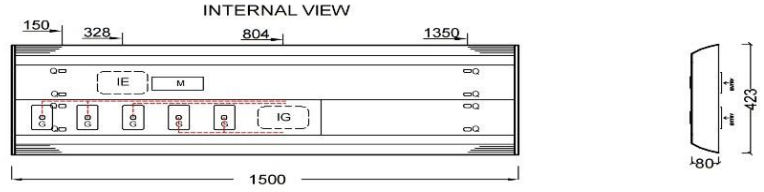
Circuito crítico de la Red de Vacío Clínico





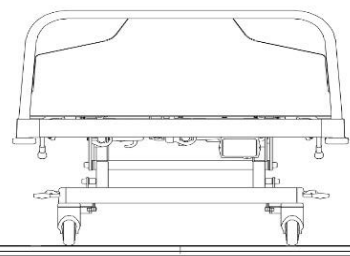
Anexo 09: Planos de detalle – Paneles de cabecera

D-223




- LEGEND:**
- AR Electrical socket Shuko 16 A red
 - HV Switch for direct light
 - HA Switch for indirect light
 - D6 Data socket RJ45 cat 6 UTP
 - N Hole predisposition for nurse call socket (DEFINE THE SHAPE)
 - G Gas outlet
 - IG Gas pipe entry (150x85)
 - IE Cable entry (150x85)
 - Q Fixing hole
 - M Terminal Block

RAL
COVER PRINTING
COVER PRINTING
RAL

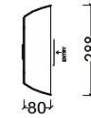
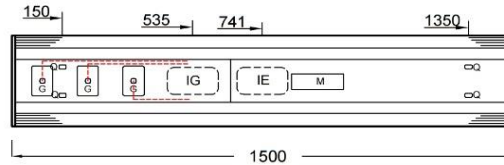


Recommended height 1700

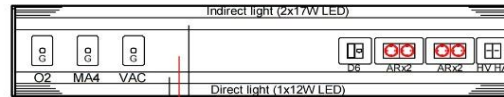
Description: BED HEAD UNIT LAYOUT		Quantity PZ.: 7	Model : PLUS MD	Client: CAMC ENGINEERING CO	Ref. : PANGOA HOSPITAL	Date : 02/05/2022
Electrical components: BTICINO MATIX	LED :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	Country of destination: PERU'		Tol. / Units: ±3 / mm
Gas outlet brand: AMICO	Gas outlet :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	No. : MD21-1074-002	Draw rev. : 0	Sheet: 1 Of: 1
Gas outlet standard: NFPA DISS	Prepiping :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	 LM MEDICAL DIVISION www.lmedicaldivision.com CE 0051 <small>All rights for this drawing are owned by LM Medical Division</small>		
ATTENTION: Check measures, provisions and equipment on layout, indicate any changes, and fill missing information, that must be received before the production						

D-224/DT-225

INTERNAL VIEW



FRONT VIEW

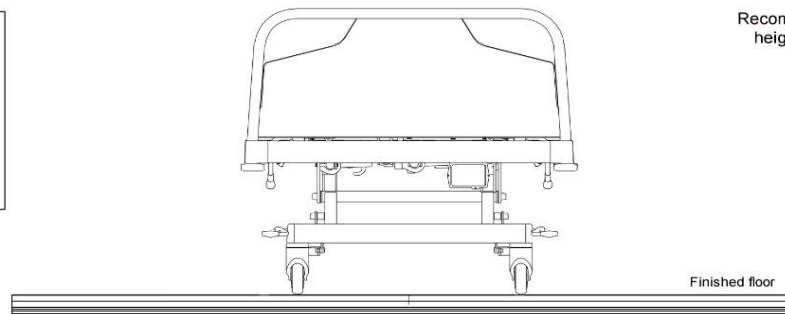




RAL
COVER PRINTING
 RAL

LEGEND:

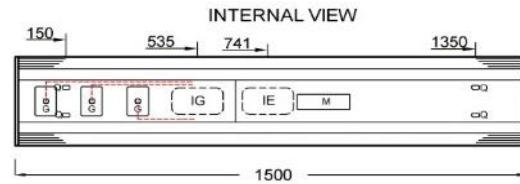
AR	Electrical socket Shuko 16 A red
HV	Switch for direct light
HA	Switch for indirect light
D6	Data socket RJ45 cat.6 UTP
G	Gas outlet
IG	Gas pipe entry (150x85)
IE	Cable entry (150x85)
O	Fixing hole
M	Terminal Block

Recommended height 1700

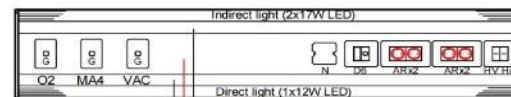


Description: BED HEAD UNIT LAYOUT		Quantity PZ.: 10	Model: PLUS ES	Client: CAMC ENGINEERING CO	Ref.: PANGOA HOSPITAL	Date: 02/05/2022
Electrical components: BTICINO MATIX	LED :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	Country of destination: PERU'	Tol. / Units: ±3 / mm	
Gas outlet brand: AMICO	Gas outlet :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	No. : MD21-1074-003	Draw rev. : 0	Sheet: 1 Of: 1
Gas outlet standard: NFPA DISS	Prepiping :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	 www.lmmaterialdivision.com 		
ATTENTION: Check measures, provisions and equipment on layout, indicate any changes, and fill missing information, that must be received before the production						

D-225



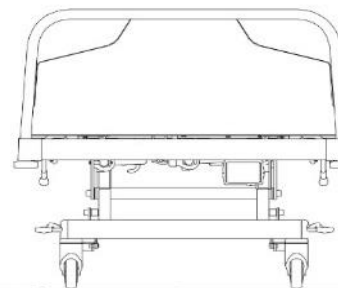
FRONT VIEW



RAL
COVER PRINTII
RAL



LEGEND:

AR	Electrical socket Shuko 16 A red
HV	Switch for direct light
HA	Switch for indirect light
D6	Data socket RJ45 cat.6 UTP
N	Hole predisposition for nurse call socket (DEFINE THE SHAPE)
G	Gas outlet
IG	Gas pipe entry (150x85)
IE	Cable entry (150x85)
Q	Fixing hole
M	Terminal Block



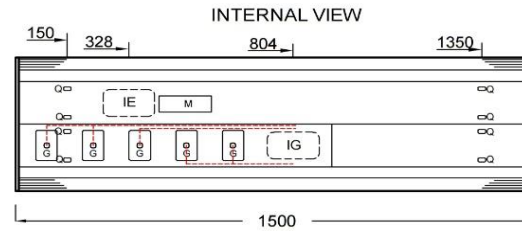
Recommended height 1700

Finished floor

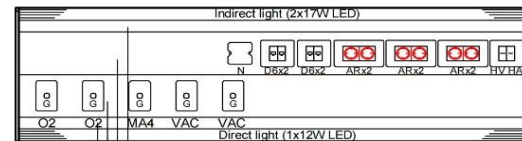
Description: BED HEAD UNIT LAYOUT		Quantity PZ.: 37	Model : PLUS ES	Client: CAMC ENGINEERING CO	Ref. : PANGOA HOSPITAL	Date : 02/05/2022
Electrical components: BTICINO MATIX	LED :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	Country of destination: PERU'	Tol. / Units: ±3 / mm	
Gas outlet brand: AMICO	Gas outlet :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	No. : MD21-1074-004	Draw rev. : 0	Sheet: 1 Of: 1
Gas outlet standard: NFPA DISS	Prepiping :	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	 www.lmedicaldivision.com 		
ATTENTION: Check measures, provisions and equipment on layout, indicate any changes, and fill missing information, that must be received before the production						

All rights for this drawing are owned by LM Medical Division

D-228

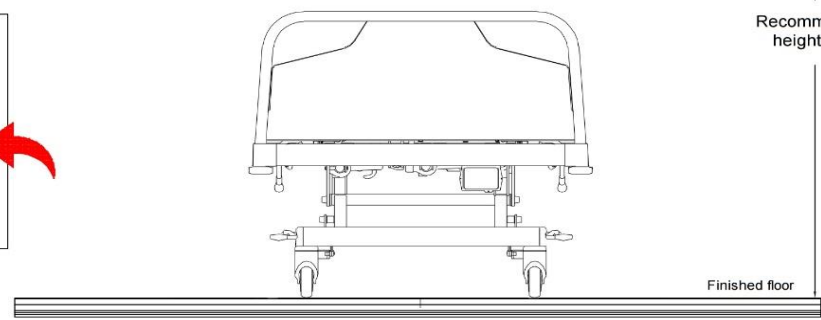




FRONT VIEW



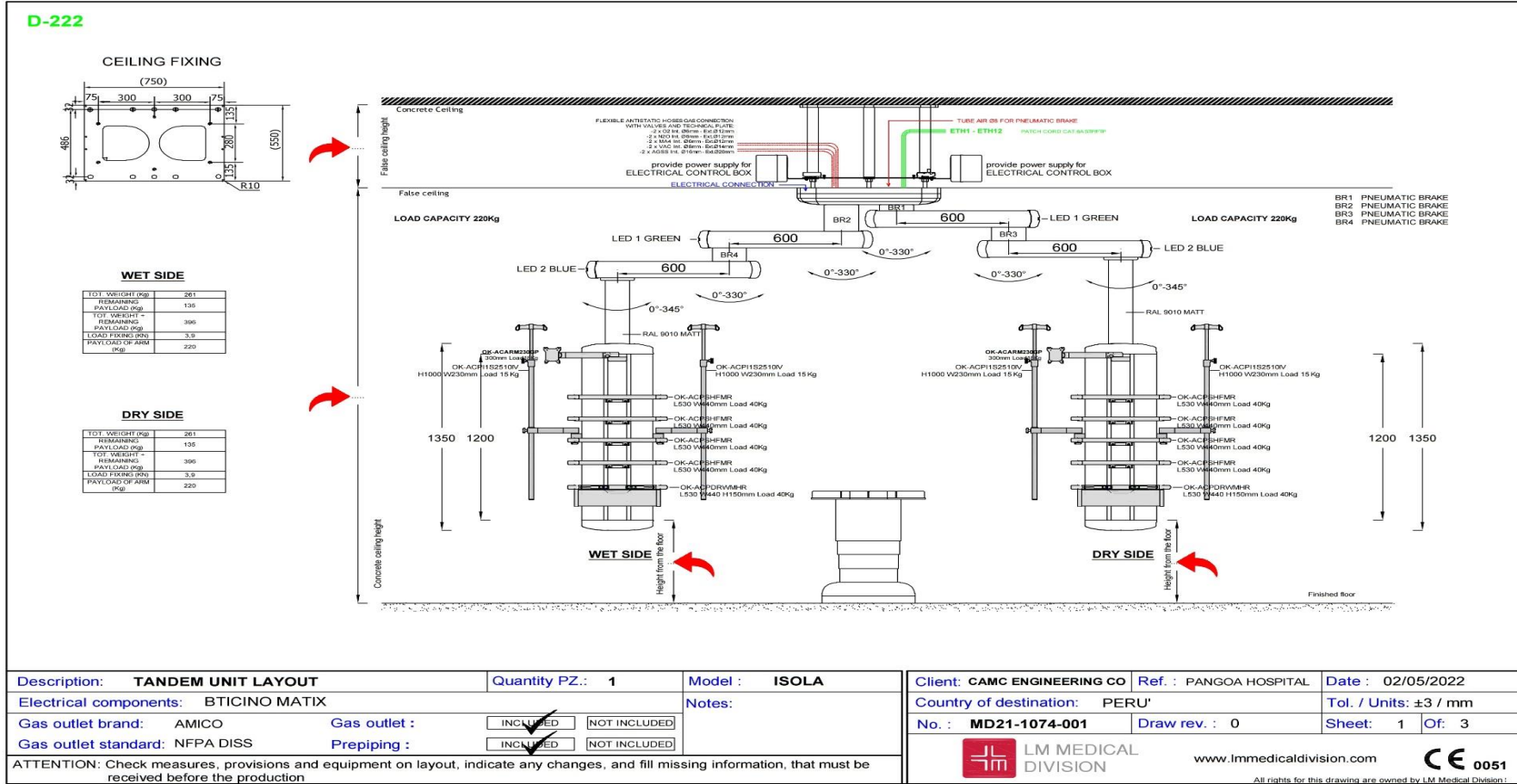
COVER PRINTING
COVER PRINTING

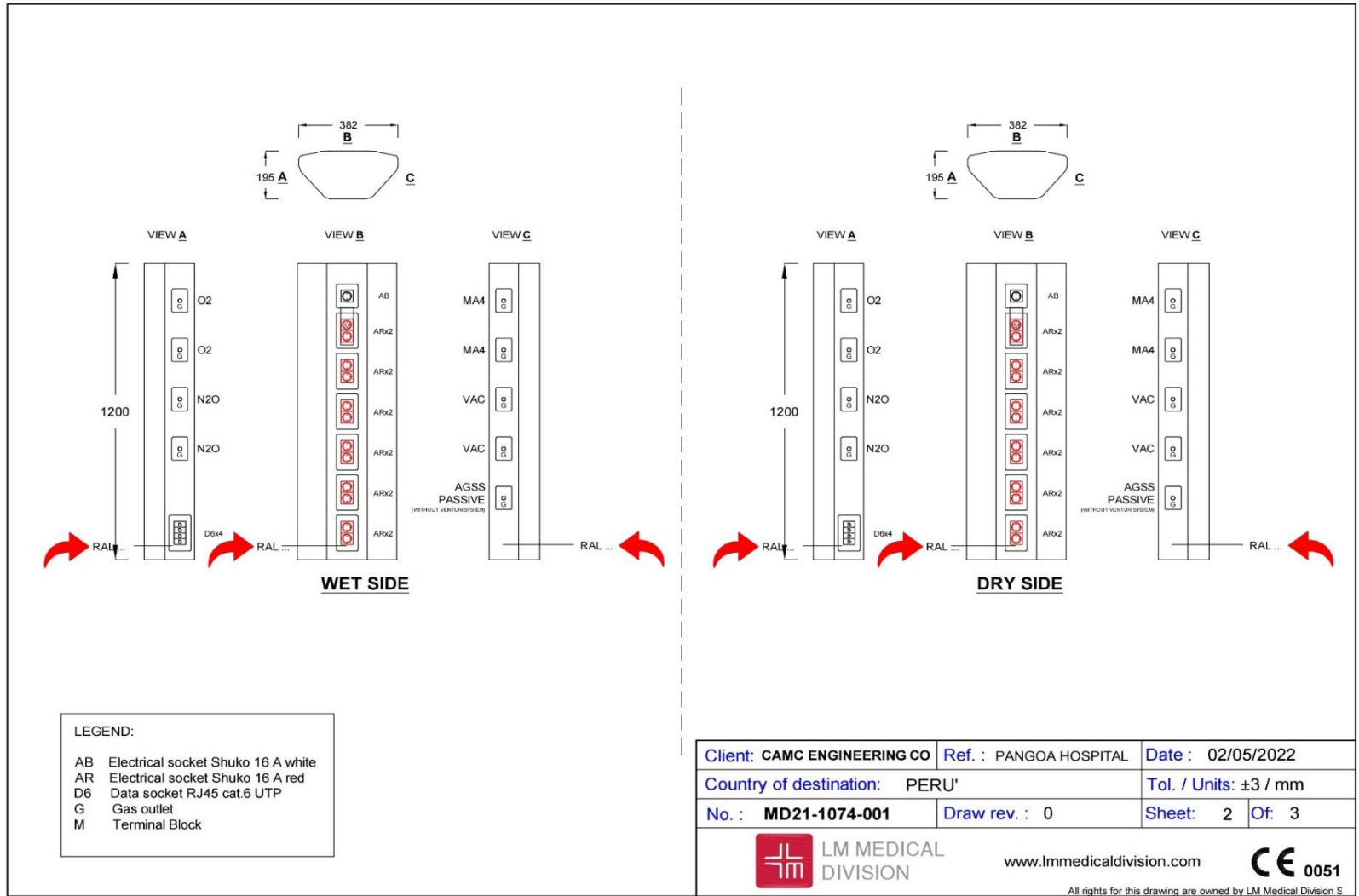
- LEGEND:**
- AR Electrical socket Shuko 16 A red
 - HV Switch for direct light
 - HA Switch for indirect light
 - D6 Data socket RJ45 cat.6 UTP
 - N Hole predisposition for nurse call socket (DEFINE THE SHAPE)
 - G Gas outlet
 - IG Gas pipe entry (150x85)
 - IE Cable entry (150x85)
 - Q Fixing hole
 - M Terminal Block



Description: BED HEAD UNIT LAYOUT		Quantity PZ.: 2	Model: PLUS MD	Client: CAMC ENGINEERING CO	Ref.: PANGO A HOSPITAL	Date: 02/05/2022
Electrical components: BTICINO MATIX	LED:	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	Country of destination: PERU'		Tol. / Units: ±3 / mm
Gas outlet brand: AMICO	Gas outlet:	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	No.: MD21-1074-006	Draw rev.: 0	Sheet: 1 Of: 1
Gas outlet standard: NFPA DISS	Prepiping:	<input checked="" type="checkbox"/> INCLUDED	<input type="checkbox"/> NOT INCLUDED	 www.lmmedicaldivision.com 		
ATTENTION: Check measures, provisions and equipment on layout, indicate any changes, and fill missing information, that must be received before the production						

Planos de detalle – Columna estativa





Anexo 10: Guía de salida, oxígeno, vacío, aire medicinal

LOCAL	N.º DE SALIDAS			Tipo de uso	Observación
	Oxígeno	Aire comp.	Vacío directo		
Sala de cirugía (1)	4	4	4+1(5)	A	Por sala excepto H. Esp. (6)
Sala de cirugía de gineco (2)	4	4	4+1(5)	A	Por sala
Sala de expulsión (3)	2	2	2	A	Por sala
Recuperación postoperatoria (4)	1	1	1	A	Por cama (100%)
Cuidados intensivos	2	2	2	A	Por cama (100%)
Trabajos 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 intravitaria	1	1	1	A	Por cama o camilla
Observación urgencia 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
Aislada pediatría en H.G. Z	2	2	1	A	Por aislado
Aislada 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 tres 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 tres 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 tres camas
Prematuros	1	1	1	B	Por incubadora
Cunero fisiológico	1	1	1	B	Por cada tres cunas
Cunero patológico	1	1	1	B	Por cuna
C.E.Y. E		1		B	
Laboratorio clínico				B	Vea guía mecánica
Mesa de autopsias		1		B	
Estomatología		1		B	Cuando sean más 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