

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTAS DE DISEÑO DEL
SISTEMA DE GASES MÉDICOS DEL HOSPITAL NACIONAL
"Dr. JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ" ZACAMIL**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO BIOMÉDICO**

PRESENTADO POR:

HUMBERTO ANTONIO ESCALANTE MARROQUÍN	EM030290
PEDRO ELÍ PLEITEZ VÁSQUEZ	PV020548
JOSÉ ANGEL FERNÁNDEZ CORNEJO	FC030193

ASESOR:

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

**SEPTIEMBRE 2010
EL SALVADOR, CENTRO AMERICA**

UNIVERSIDAD DON BOSCO

**RECTOR
ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
PBRO. VÍCTOR BERMUDEZ YÁNEZ**

**SECRETARIA GENERAL
INGA. YESENIA XIOMARA MARTINEZ OVIEDO**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN**

**ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN**

**LECTOR
ING. LUIS ROBERTO BARRIERE.**

**ADMINISTRADOR DEL PROCESO
ING. LEOPOLDO HERNÁNDEZ GUEVARA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTAS DE DISEÑO DEL
SISTEMA DE GASES MÉDICOS DEL HOSPITAL NACIONAL
“Dr. JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ” ZACAMIL.**

ING. LUIS ROBERTO BARRIERE.
LECTOR

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN.
ASESOR

ING. LEOPOLDO HERNÁNDEZ GUEVARA.
ADMINISTRADOR DEL PROCESO

AGRADECIMIENTOS.

Este proyecto, es la culminación de muchos sacrificios, dedicación y esfuerzo, por parte nuestra y de muchas personas que nos rodean.

Primeramente gracias a Dios por permitirnos llegar hasta aquí, por darnos esta gran bendición. También, gracias a nuestros padres y demás familiares que estuvieron junto a nosotros durante toda esta etapa de aprendizaje, apoyándonos, animándonos a continuar aun cuando en momentos no se lograba mirar la luz al final del túnel, gracias a todos nuestros amigos los que ya nos acompañaban desde antes, así como los que poco a poco se nos fueron uniendo en el camino, gracias al apoyo brindado por todos, gracias por creer en nosotros. Este es un logro que no hubiera sido posible sin todos ustedes a nuestro lado. Infinitas gracias.

Humberto, Pedro y Angel.

INDICE.	Pág.
CAPITULO I “MARCO REFERENCIAL”	
1.1 INTRODUCCION	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivos Generales	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 ALCANCES	3
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION	4
1.4.1 Planteamiento del Problema	4
1.4.2 Justificación	5
CAPITULO II. ORGANIZACIÓN DEL HOSPITAL “DR. JOSE FERNCANDEZ” ZACAMIL.	
2.1 INTRODUCCION	7
2.2 MODELO DE ATENCION	7
2.3 MODELO DE GESTION	9
2.4 ORGANIZACIÓN	9
2.5 ORGANIGRAMA	10
2.6 DESCRIPCION FUNCIONAL DEL ORGANIGRAMA	11
2.6.1 Dirección	11
2.6.2 Unidad de Docencia e Investigación	11
2.6.3 Unidad de Asesoría Jurídica.	12
2.6.4 Epidemiología y ESDOMED.	12
2.6.5 Bienestar Magisterial.	12
2.6.6 Unidad de Auditoría Interna.	13
2.6.7 Unidad de Planificación-calidad.	13
2.6.8 Unidad de sistema de información General (SIG).	13
2.6.9 Subdirección Médica.	14
2.6.10 División de servicios de apoyo.	14
2.6.11 División de enfermería.	14
2.6.12 Subdirección administrativa.	14
CAPITULO III. “DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE GASES MEDICOS”.	
3.1 INTRODUCCION	16
3.2 NIVEL DE LOS GASES MEDICOS.	16
3.2.1 Requisitos de Almacenaje de fuentes de suministro Nivel 1	
3.2.1.1 Gases NO Inflamables.	17
3.2.1.2 Gases Inflamables.	17
3.3 Sistema de Oxigeno	20

3.3.1	Fuente	20
3.3.1.1	Sistema de cilindro sin sistema de reserva.	20
3.3.1.2	Sistema de cilindro con sistema de reserva.	21
3.3.1.3	Sistema de suministro tipo BULK.	22
3.3.1.4	Descripción de los componentes de la Fuente.	
	3.3.1.4.1 Almacenaje.	24
3.3.2	Distribución.	28
	3.3.2.1 Tuberías.	28
	3.3.2.2 Tipos de Tuberías.	28
	3.3.2.2.1 Tuberías Tipo K.	28
	3.3.2.2.2 Tubería Tipo L.	29
	3.3.2.3 Criterios para la instalación de tuberías.	29
	3.3.2.4 Tipo de Uniones.	31
	3.3.2.4.1 Uniones Roscadas.	31
	3.3.2.4.2 Uniones Soldadas.	31
	3.3.2.5 Instalación de las Tuberías.	32
	3.3.2.6 Válvula de corte.	34
3.3.3	Utilización.	35
	3.3.3.1 Tomas de Pared.	35
	3.3.3.2 Tomas Cialíticas.	36
	3.3.3.2.1 Número de salidas para Oxígeno.	
3.4	Oxido Nitroso.	37
3.4.1	Fuente.	38
3.4.2	Distribución.	38
3.4.3	Utilización.	39
3.5	Sistema de Aire Comprimido.	39
3.5.1	Fuente.	39
	3.5.1.1 Entrada de Aire.	40
	3.5.1.2 Compresores.	40
	3.5.1.3 Receptores (Chimbo).	41
	3.5.1.4 Sistema de Tratamiento de Aire.	42
	3.5.1.4.1 Enfriadores Posteriores (Aftercooler).	
	3.5.1.4.2 Secadores de Aire.	42
	3.5.1.4.3 Filtros.	43
	3.5.1.4.4 Reguladores.	43
	3.5.1.5 Calidad del Aire.	44
	3.5.1.6 Punto de Rocío.	45
3.5.2	Distribución.	46
3.5.3	Utilización.	47
	3.5.3.1 Válvulas de Corte.	48

3.6 Sistema de Vacío Médico.	49
3.6.1 Fuente.	49
3.6.2 Distribución.	51
3.6.3 Utilización.	53
3.6.4 Sistema de Oxígeno para Oxígeno, Aire Comprimido y Oxido Nitroso.	55
3.6.5 Alarma Maestra.	56
3.6.6 Alarmas de Área.	57
3.6.7 Alarma Locales.	58
3.7 Sistema de alarmas para vacío médico.	58
3.7.1 Alarmas maestras.	58
3.7.2 Sistema de alarma de área de sistema de vacío.	59

CAPITULO IV. “PROCEDIMIENTO Y METODOS DE DISEÑO”

4.1 INTRODUCCION.	61
4.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA OXIGENO Y OXIDO NITROSO.	
4.2.1 Método de Tablas.	63
4.2.2 Método de Chemetron.	64
4.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA AIRE COMPRIMIDO.	65
4.3.1 Método de Tablas.	65
4.4 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA VACIO.	65
4.4.1 Método Chemetron.	65
4.4.2 Calculo de perdidas por el método NFPA.	66
4.5 Dimensionamiento de las fuentes de Oxígeno.	68
4.6 Dimensionamiento de la central de Oxido Nitroso.	69
4.7 Dimensionamiento de la central de Aire Comprimido.	69
4.8 Dimensionamiento de la central de Vacío.	70

CAPITULO V. “ANALISIS DEL SISTEMA DE GASES MEDICOS DEL HOSPITAL NACIONAL “JUAN JOSE FERNANDEZ” ZACAMIL.

5.1 INTRODUCCION	72
5.2 CONSUMO DE GASES MEDICOS DEL HOSPITAL ZACAMIL	72
5.3 DEMANDA DE OXIDO NITROSO.	75
5.4 DEMANDA DEL AIRE COMPRIMIDO.	76
5.5 DEMANDA A FUTURO.	77
5.5.1 Demanda a futuro para Oxígeno.	78
5.6 Demanda a futuro para Oxido Nitroso.	80
5.7 Demanda a futuro para Aire Comprimido.	82
5.8 ANALISIS DE TECNOLOGIAS DEL HOSPITAL ZACAMIL.	83
5.8.1 Oxígeno.	84
5.8.2 Oxido Nitroso.	86

5.8.3	Aire Comprimido.	87
5.8.4	Vació.	89

CAPITULO VI. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE GASES MEDICOS.

6.1	INTRODUCCION.	92
6.2	METODO DE DISEÑO DE LA RED DE OXIGENO.	93
6.3	PRIMER METODO PARA LA RED ACTUAL DE OXIGENO.	93
6.4	SEGUNDO METODO PARA LA RED ACTUAL DE OXIGENO.	95
6.5	PRIMER METODO PARA LA RED ACTUAL DE OXIDO NITROSO	96
6.6	SEGUNDO METODO PARA LA RED ACTUAL DE OXIDO NITROSO.	97
6.7	PRIMER METODO PARA LA RED ACTUAL DE AIRE COMPRIMIDO.	98
6.8	SEGUNDO METODO PARA LA RED ACTUAL DE AIRE COMPRIMIDO.	99
6.9	PRIMER METODO PARA LA RED ACTUAL DE VACIO.	100
6.10	SEGUNDO METODO PARA LA RED ACTUAL DE VACIO .	102
6.11	PRIMER METODO PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE OXIGENO APLICANDO CHEMETRON.	103
6.12	SEGUNDO METODO PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE OXIGENO APLICANDO MEDAES.	113
6.13	PRIMER METODO. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE OXIDO NITROSO APLICANDO CHEMETRON.	123
6.14	SEGUNDO METODO. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE OXIDO NITROSO APLICANDO MEDAES.	124
6.15	PRIMER METODO. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE AIRE COMPRIMIDO APLICANDO CHEMETRON.	125
6.16	SEGUNDO METODO. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE AIRE COMPRIMIDO APLICANDO MEDAES.	135
6.17	PRIMER METODO. PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA RED DE VACIO APLICANDO CHEMETRON.	145
6.18	ANALISIS DE TECNOLOGIAS.	155
6.18.1	Análisis de tecnologías de la red de Oxígeno.	155
6.18.2	Análisis de Tecnologías de la red de Oxido Nitroso.	156
6.18.3	Análisis de la Tecnología de la red de Aire Comprimido.	158
6.18.4	Análisis de la Tecnología de la red de Vacío.	159
6.19	EVALUACION FINANCIERA.	160
6.19.1	Oxígeno.	160
6.19.2	Oxido Nitroso.	163
6.19.3	Aire comprimido.	164
6.19.4	Vació.	166

6.19.5 Retorno de Inversión.	167
------------------------------	-----

CAPITULO VII. “SISTEMA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMA DE GASES MEDICOS.”

7.1 INTRODUCCION.	169
7.2 IMPORTANCIA DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTOS.	169
7.3 LA NFPA Y LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTOS.	170
7.4 RESPONSABILIDAD DE LOS HOSPITALES EN RELACION A LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS (PMP).	171
7.5 INCONVENIENTES DEBIDOS A LA APLICACIÓN DE LOS PMP.	172
7.6 EQUIPOS Y SUMINISTROS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DE LOS PMP.	172
7.6.1 Analizador de Oxígeno.	172
7.6.2 Mecanismo de medición de vacío.	172
7.6.3 Flujómetros.	173
7.6.4 Manómetros.	173
7.6.5 Válvulas de control de flujo.	173
7.6.6 Otros.	173
7.6.7 Herramientas mecánicas y partes.	174
7.6.8 Equipos de Prueba.	174
7.7 PRECAUCIONES ESPECIALES CON LOS PMP.	175
7.8 PRECAUCIONES AL PURGAR.	176
7.9 PRECAUCIONES CON EL OXIDO NITROSO.	177
7.10 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	178

CAPITULO VIII. “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

8.1 CONCLUSIONES.	185
8.2 RECOMENDACIONES.	186

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE CONSULTA.	187
--	------------

CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL.

CAPITULO I. MARCO REFERENCIAL

1.1.Introducción.

En este primer capítulo se mencionan los objetivos a desarrollar en el proceso de la investigación, así como también los alcances a cubrir, además de plantear las diferentes problemáticas las cuales justifican el desarrollo del mismo, de tal modo de reflejar en su diseño toda la propuesta de mejora aplicada, de acuerdo a la nueva realidad del Hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández”.

1.2.Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Elaborar análisis de la capacidad instalada y desarrollar propuesta técnicas y financieras de mejora del sistema de gases médicos que este acorde a las necesidades del Hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández” Zacamil.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- 1.2.2.1. Realizar propuestas de análisis de las tecnologías en uso en el sistema de gases médicos y sus respectivos componentes.
- 1.2.2.2. Efectuar estudios que permitan evaluar y definir las nuevas necesidades de consumo de gases médicos.
- 1.2.2.3. Realizar análisis de las tecnologías disponibles tanto a nivel nacional como internacional, relacionadas con el sistema de gases médicos las cuales pudieran ser implementadas en función de las nuevas necesidades.
- 1.2.2.4. Desarrollar propuestas de mejora del sistema actual de gases médicos.
- 1.2.2.5. Elaborar un manual de mantenimiento para el sistema de gases médicos recomendado según las alternativas presentadas ó analizadas en el presente trabajo.

1.3. Alcances.

- 1.3.1. Cuando se realice el análisis tecnológico se evaluará la calidad de todos los componentes de las tres partes principales que componen el sistema de gases médicos, como son la fuente, la distribución y la utilización, especialmente algunos elementos tales como: manifold, reguladores, sensores, alarmas, medidores de presión, transfer, tipos de tubería, así como el tipo de entradas ó salidas de los diferentes gases médicos y vacío entre otros.

- 1.3.2. En el análisis de las necesidades se hará una evaluación del consumo de gases médicos en función de los nuevos procedimientos clínicos con los que cuenta el hospital Zacamil, además se evaluará el sistema de distribución a través de cilindros o cualquier otro medio de abastecimiento con el cual se esté cubriendo la demanda actual dentro del hospital.

- 1.3.3. Para el análisis de las tecnologías disponibles a nivel nacional y mundial se evaluarán sus características técnicas y los componentes, con el fin de tomarlas de referencias para la propuesta que se brindará al hospital. En el análisis de las diferentes tecnologías se analizarán al menos dos marcas, recomendadas a nivel local ó regional.

- 1.3.4. Cuando se realice la propuesta de mejora del sistema de gases médicos, se determinará la factibilidad tanto técnica como financiera, además se elaborará toda la memoria de cálculo del diseño del sistema, acorde al incremento poblacional para un periodo de 10 años del hospital Zacamil.

- 1.3.5. En el manual de mantenimiento se definirán las rutinas de mantenimiento que debe de realizar el personal de mantenimiento en todos los componentes del sistema de gases médicos, además se establecerán los procedimientos de seguridad que estén orientados a minimizar los riesgos en los gases médicos y vacío.

1.4 Planteamiento del problema y Justificación.

1.4.1 Planteamiento del problema.

- 1.4.1.1 Al hospital Zacamil, desde su fundación se le han realizado modificaciones en la infraestructura, ocasionadas por el incremento en la demanda de atención de todos los servicios, sin embargo al sistema de gases médicos ha permanecido prácticamente intacto, dado que solo se le ha realizado una modificación desde su apertura, la cual fue una ampliación en el año 1995. Desde dicha fecha a la actual no se le ha efectuado ninguna modificación a la red de gases médicos, manteniendo la misma capacidad de distribución.
- 1.4.1.2 El sistema instalado en el hospital Zacamil lleva en funcionamiento de muchos años, sin modificaciones tecnológicas sustantivas, además algunos componentes del sistema no se pueden adquirir dentro del país, lo cual no permite garantizar su seguridad y eficacia en el correcto funcionamiento del sistema de gases médicos.
- 1.4.1.3 La falta de información técnica de todos los componentes del sistema de gases médicos no se encuentra acorde a la realidad del hospital, lo cual no permite dimensionar la verdadera capacidad instalada del sistema de gases médicos del hospital Zacamil.
- 1.4.1.4 El análisis de la capacidad instalada de la red de gases médicos y su respectiva propuesta de mejora implica contratar a profesionales expertos en el tema, lo cual implicaría que el hospital incurra en el desembolso de altos costos los cuales se tendrían que tomar de otras partes del presupuesto, lo cual no estaría previsto por las autoridades del hospital.

1.5 Justificación.

- 1.5.1 Actualmente dentro del Hospital Zacamil se ha incrementado el número de pacientes a atender esto a hecho que la demanda crezca considerablemente en los últimos años, lo cual vuelve una necesidad el suplir la nueva demanda de gases acorde a la nueva realidad de cobertura del hospital.
- 1.5.2 Dado el crecimiento en los últimos años en las infraestructuras de algunos servicios dentro del hospital Zacamil se debe de realizar un estudio de la situación actual del consumo de gases médicos en los diferentes servicios brindados.
- 1.5.3 Cuando se refiere a la demanda de gases médicos del Hospital, es necesario hablar de su tecnología, para lo cual se debe de realizar un análisis de ellas, de tal modo estén acorde a las exigencias tanto de la calidad como del suministro que se brinda a cada área del hospital.
- 1.5.4 Por los costos en que incurriría el Hospital para el diseño de un nuevo sistema de gases médicos como son la contratación de profesionales en el área de diseño, así como la realización de estudios de demanda, tecnológicos y económicos, se vuelve necesario y se justifica el desarrollo del proyecto de investigación en el cual se proponga un nuevo diseño del sistema de gases médicos.

CAPITULO II.
ORGANIZACIÓN DEL
HOSPITAL NACIONAL
“DR. JOSÉ FERNANDEZ”
ZACAMIL.

CAPITULO II. ORGANIZACIÓN DEL HOSPITAL NACIONAL “DR. JOSÉ FERNANDEZ” ZACAMIL

2.1 Introducción.

La construcción del Hospital Nacional Zacamil, surgió como una consecuencia de un convenio entre la Comunidad Económica Europea y la República de El Salvador, el cual consistía en la construcción y equipamiento de un Hospital de 208 camas.

En el año de 1993 fue inaugurado el Hospital, con el fin de brindar servicios médicos hospitalarios a los pobladores de los municipios de Ayutuxtepeque, Cuscatancingo, Mejicanos, Ciudad Delgado y parte de San Salvador.

Considerando lo anterior, en este capítulo se estudiará el modelo de atención de este Hospital, el cual incluye los diferentes servicios, la demanda y la capacidad instalada con la que cuenta el hospital, además de todas las gestiones administrativas que el hospital lleva a cabo como convenios, servicios que vende y compra el hospital entre otros.

Una parte de este capítulo se orienta a la descripción del organigrama donde se mencionan de forma general las funciones de cada departamento así como también sus respectivas interrelaciones jerárquicas.

2.2 Modelo de atención.

El Hospital es un centro de atención de segundo nivel del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. El Hospital para ofrecer una buena atención posee las siguientes características:

- a. Provee servicios de alta complejidad, atendiendo las especialidades de Medicina Interna, Cirugía, Gineco-Obstetricia y Pediatría. Cuenta con las siguientes subespecialidades: Oftalmología, Otorrinolaringología, Urología, Cirugía Plástica, Gastroenterología, Reumatología, Neumología, Neurología, Neurocirugía, Odontología y Endocrinología.
- b. Actualmente cuenta con un promedio de atención de 128,000 consultas, 21,000 egresos hospitalarios, 8,000 cirugías, 67,000 atenciones de emergencia, con un índice de ocupación del 96.42%.
- c. El Hospital cuenta con servicios para atender adultos, niños y atención en partos. Dispone de 7 Quirófanos, con servicio de cirugías ambulatorias para diversos procedimientos quirúrgicos, equipo de diagnóstico; se realizan pruebas especializadas como electrocardiografías, espirometría, audiometría, pruebas de esfuerzo entre otros.
- d. Para brindar una buena atención médica el hospital posee con 105 médicos especialistas, 4 Odontólogos Máxilo Facial, 64 médicos residentes, 209 enfermeras, 13 Técnicos en radiología, 11 Terapia Respiratoria, y 19 Anestesiastas, 29 Licenciados en Laboratorio, 155 en el Área Administrativa, 57 otros servicios de apoyo.
- e. El equipo con el cual brinda atención dentro del Hospital es el siguiente: 258 camas hospitalarias, 7 quirófanos, 3 salas de parto, 1 sala de cuidados especiales, 23 médicos, 2 médicos de Maxilo Facial.

2.3 Modelo de gestión.

El modelo de gestión del Hospital toma de base la planeación estratégica y para una administración eficiente y de calidad define las siguientes políticas:

- a. **Alianzas estratégicos en formación.** El hospital en convenio con la Universidad

Evangélica de El Salvador brindan a estudiantes la oportunidad de realizar prácticas, la cual forma médicos y especialistas en: Oftalmología, Otorrinolaringología, Urología, Máxilo-Facial, Ortopedia, Anestesiología, Medicina Interna, Cirujanos, Pediatras, Ginecólogos, además es un campo de práctica para la formación de estudiantes de enfermería, aplicando el modelo de integración Docencia servicio, bajo la coordinación de la Unidad de enfermería (MSPAS).

- b. **Contratación de servicios.** Algunos servicios dentro del Hospital están a cargo de empresas privadas como es el mantenimiento de equipo médico, alquiler de equipo médico (comodato), adquisición de suministro para laboratorio clínico, rayos-X, contratación de los servicios de limpieza por medio de la empresa SEPINSA, el abastecimiento de cilindros oxígeno, vació y óxido nítrico.
- c. **Venta de Servicios.** Dentro de las políticas implementadas por el Hospital está la de vender servicios a organizaciones como Bienestar Magisterial y otros, además de recibir contribuciones del público atendido y de contar con fondos utilizados para adquirir medicamentos, insumos médicos, pago por los servicios básicos de energía eléctrica y agua, contratación de personal de enfermería, además se pagan los impuestos de alcaldía y se les da mantenimiento a los equipos médicos.

2.4 Organización.

La organización del Hospital está definida de tal manera que cada una de las áreas cumplen los objetivos definidos para satisfacer las necesidades de las personas que requieren los servicios de Salud, interrelacionadas entre sí para facilitar los procesos, estrategias y obtener los resultados planeados.

La organización del Hospital está dividida en subsistemas que se encuentran interrelacionados para cumplir funciones especializadas cuya estructura organizativa se puede representar la figura 2.1.

2.5 Organigrama.

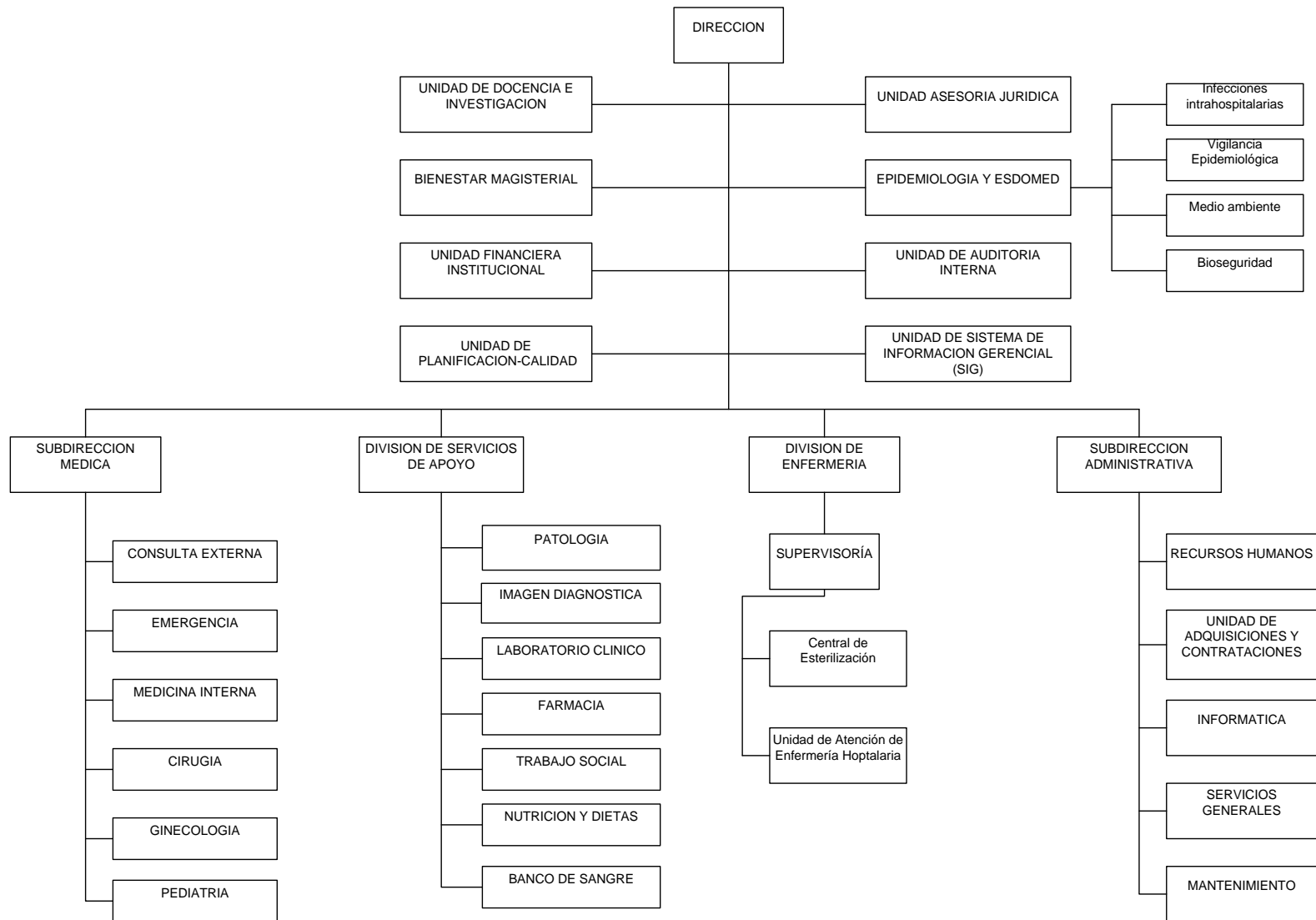


Figura 2.1. Organigrama del Hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández” Zacamil

2.6 Descripción funcional del organigrama.

Para que un Hospital pueda funcionar de una manera adecuada se debe de tener claro las funciones que cada departamento realiza, es así como en la Figura 2.1 se muestra como esta compuesto el organigrama del Hospital Zacamil. Dichos departamentos tienen funciones específicas las cuales se describen a continuación:

2.6.1 Dirección.

La Dirección tiene como misión la supervisión y coordinación de los diferentes recursos para alcanzar las metas y objetivos del Hospital. La Dirección tiene las siguientes funciones:

- a. Supervisar el rendimiento social del hospital, de acuerdo con sus fines ya establecidos.
- b. Coordinar las labores médicas, técnicas y administrativas dentro del hospital.
- c. Vigilar la adquisición en lo que se refiere a calidad, y precio de equipo y material de consumo.
- d. Atender las quejas y problemas tanto de pacientes y visitantes, como del personal de la unidad, procurando soluciones satisfactorias y equitativas.

2.6.2 Unidad de docencia e investigación.

La Unidad de Docencia e Investigación depende de la Dirección y tiene las siguientes funciones dentro del Hospital:

- a. Encargada de organizar, gestionar y controlar la formación dentro del Hospital.
- b. En materia de investigación se encarga de gestionar la aprobación de proyectos a realizar dentro del Hospital
- c. La unidad también se encarga de gestionar los espacios del edificio y de los recursos del mismo.
- d. Coordinar las estancias formativas con la que estudiantes y profesionales acceden a realizar periodos de prácticas en el Hospital.

2.6.3 Unidad de asesoría jurídica.

La Unidad de Asesora Jurídica es la que se encarga de cumplir las siguientes funciones:

- a. Asesorar al Director y otras unidades dentro del Hospital en la aplicación de normativas legales.
- b. Revisar y redactar los proyectos en la formación de contratos y convenios en los cuales participe el Hospital.
- c. Asumir la defensa del Hospital en los juicios o en los asuntos en que tenga interés ante los tribunales de justicia.

2.6.4 Epidemiología y ESDOMED¹.

El Departamento de Epidemiología y ESDOMED son los encargados de la recopilación y toma de decisiones en conjunto con el director en el análisis de diagnóstico y epidemias que se puedan dar dentro del hospital. El departamento de Epidemiología y ESDOMED está dividido en Infecciones Intrahospitalarias, Vigilancia Epidemiológica, Medio Ambiente, Bioseguridad. Entre las funciones que se pueden mencionar están las siguientes:

- a. Descubrir los factores que aumenten el riesgo de contraer una enfermedad.
- b. Aclarar los posibles mecanismos y formas de transmisión de una enfermedad.
- c. Determinar si la enfermedad o problema de salud es prevenible o controlable

2.6.5 Bienestar magisterial.

El Departamento de Bienestar Magisterial es la encargada de consolidar y administrar los recursos financieros destinados a brindar asistencia médico-hospitalaria, cobertura de riesgos profesionales para satisfacer las necesidades básicas de salud de los docentes que laboran para el ramo de la educación. Entre las funciones que tiene el departamento dentro del hospital están:

¹ ESDOMED: Departamento de Estadísticas y Documentos Médicos.

- a. Planificar y coordinar el desarrollo de las actividades relacionadas a la prestación de servicios médicos.
- b. Velar por la atención hospitalaria a los maestros y sus grupos familiares como la ley lo establece.
- c. Administrar con eficiencia y transparencia la inversión, en los términos que establece la ley.

2.6.6 Unidad de auditoría interna.

La Unidad de Auditoría Interna es la encargada de la evaluación del control interno dentro del hospital tanto financiero, administrativo y de gestión y tiene las siguientes funciones:

- a. Evaluar la eficacia, eficiencia y calidad de la gestión del hospital y formular propuestas para mejorarla.
- b. Realizar y promover actividades de capacitación del personal en materias de control interno y de gestión.

2.6.7 Unidad de planificación-calidad.

La Unidad de Planificación de Calidad es la encargada de la planificación y evaluación de la calidad y cumple las siguientes funciones:

- a. Asesorar en la preparación de los proyectos de garantía de la calidad así como en la supervisión y coordinación.
- b. Promover, coordinar y evaluar las acciones destinadas a garantizar la calidad de los procesos del hospital.

2.6.8 Unidad de sistema de información gerencial (SIG).

La Unidad de Sistema de Información Gerencial son sistemas de información que interactúan entre sí para brindar información de las necesidades de operación con las que cuenta el hospital, entre las funciones que se pueden mencionar están las siguientes:

- a. Encargada de brindar información confiable y oportuna que se necesite para la toma de decisiones.
- b. Identificar la información que se requiere para ayudar a las diferentes personas a desempeñarse efectiva y eficientemente dentro del hospital.

2.6.9 Subdirección médica.

La Subdirección Médica está conformada por la Consulta Externa, Emergencia, Medicina Interna, Cirugía, Ginecología, Pediatría y tiene las siguientes funciones:

- a. Implantar y coordinar los mecanismos necesarios para proporcionar atención medica integral, con alta calidad humanitaria racionalizando el uso de los recursos humanos.
- b. Apoyar a la dirección en la planificación, integración, control y evaluación de las actividades técnicas y administrativas de los órganos que le dependen.

2.6.10 División de servicios de apoyo.

La División de Servicios de Apoyo es una estructura especializada en la gestión de todas las actividades desarrolladas para el diagnostico, en razón de las especialidades tanto de tecnología, conocimiento y recursos compartidos, está se encuentra conformada por los departamentos de Patología, Imagen Diagnostica, Laboratorio Clínico, Farmacia, Trabajo Social, Nutrición y Dietas, Banco de Sangre.

2.6.11 División de enfermería.

La División de Enfermería se encarga de velar la correcta atención que brinda las enfermeras a los pacientes así como la evaluación de los recursos humanos y materiales asignados para el cumplimiento de sus funciones, este departamento se encuentra conformado por la supervisora, Central de Esterilización, y la Unidad de Atención de Enfermería Hospitalaria

2.6.12 Subdirección administrativa.

La Subdirección Administrativa depende de la dirección y tiene el rol de gestionar los recursos financieros, materiales y humanos necesarios para el logro de las metas del hospital, la subdirección se encuentra formada por Recursos Humanos, Unidad de Adquisiciones y Contrataciones, Informática, Servicios Generales, Mantenimiento.

CAPITULO III.
DESCRIPCION DE LOS
COMPONENTES DE
UNA FUENTE DE
GASES MEDICOS.

CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE GASES MEDICOS.

3.1 Introducción.

En este capítulo se describen las características técnicas de los componentes que poseen los sistemas de los cuatro gases más utilizados dentro de un hospital los cuales son oxígeno, óxido nítrico, aire comprimido y vacío.

Por las características y por su aplicación, los gases se han clasificado en cuatro niveles, no obstante en este trabajo se describirá solo el nivel uno de los sistemas, el cual es aplicado a equipos de soporte de vida del paciente y es el sistema más completo.

Para una mejor comprensión de los cuatro sistemas de gases médicos se dividirá la descripción en tres grandes partes que son la fuente, la cual incluye todos los dispositivos que se utilizan para la generación un gas determinado, distribución que incluye todos los dispositivos que ayudan a la distribución del gas como el sistema de tubería hasta llegar a los tomas y la utilización del gas dentro del hospital.

Por consiguiente, la descripción de los componentes, posibilita tener una idea general de los componentes mínimos que debe de llevar cada sistema dentro del hospital, para que sea eficiente y cumpla con la demanda a la que esta será expuesto.

3.2 Niveles de los gases médicos.

Los sistemas de gases médicos por sus características y aplicación se han dividido en cuatro niveles los cuales son:

- a. Nivel 1.** es un sistema centralizado y se caracteriza por la aplicación en sistemas hospitalarios así como también para equipos de soporte de vida. Este sistema debe ser diseñado con una mayor seguridad ya que es de uso exclusivo para pacientes.
- b. Nivel 2.** Este sistema es aplicado para pacientes considerados en el nivel 1, además que los gases médicos deben reunir las mismas características

del nivel 1. La diferencia entre los niveles se da tanto en los sistemas de aire comprimido como en las bombas de vacío médico las cuales pueden ser sistemas simples es decir que no se requiere sistemas duales.

- c. **Nivel 3.** Este es un sistema en el cual se consideran los sistemas de gases y vacío para áreas donde no hay equipos de soporte vida y cuya máxima capacidad de almacenaje es de 300 pies³ (5.66m³). Los compresores de aire y sistemas de nitrógeno son utilizados principalmente como fuerza motriz para dispositivos accionado por aire(Neumáticos)
- d. **Nivel 4.** Este es un sistema utilizado para suministrar gases al laboratorio.

3.2.1 Requisitos de almacenaje de fuentes de suministro nivel 1.

Dentro de los requisitos de almacenaje se encuentran la ubicación, construcción y disposición, los cuales se clasifican en las siguientes categorías:

- a. Gases no inflamables.
- b. Requisitos adicionales de almacenaje para gases inflamables para capacidades mayores a 3000 pies³ (85 m³)
- c. Requisitos adicionales de almacenaje para gases inflamables para capacidades menores a 3000 pies³ (85 m³).

3.2.1.1 Gases no inflamables.

Los aspectos que se mencionaran a continuación se aplican a cualquier cantidad de gases ya sea que encuentren conectada, almacenada o en ambas condiciones.

a. Localización de la fuente de suministro.

La localización de la fuente de suministro en los gases no inflamables debe de ser ubicada en ambientes protegidos, de tal modo que los mecanismos de seguridad de los cilindros no estén en el punto de activación, es decir la temperatura de los cilindros no debe de exceder los 54°C.

El área para el almacenaje de los cilindros debe ser construida con materiales que tengan una resistencia al fuego al menos de una hora. Esta no debe de comunicar directamente con las áreas anestésicas. En el área de almacenaje

no se requiere pisos conductivos siempre que no sean parte de un área quirúrgica.

Dentro del área de ubicación de los cilindros se deben de tomar medidas de seguridad tales como el sujetar los cilindros. Además aquellos cilindros que contengan gases comprimidos y contenedores para líquidos volátiles deben ser mantenidos lejos de radiadores, tuberías de vapor, y fuentes probables de calor, no se debe de almacenar materiales combustibles como papel, cartón, plástico, cerca del sistema de suministro que contenga oxígeno y óxido nítrico.

Cuando los cilindros no se encuentran en uso deben de poseer la camisa de protección de las válvulas de una forma segura.

b. Ubicación de los sistemas de suministro.

Cuando la capacidad de almacenaje de los gases médicos no exceda de una capacidad de 85 m³, deben de estar localizados en el exterior en un área usada para este propósito. Dentro de las instalaciones utilizadas para el almacenaje de las fuentes de suministro de los gases médicos, pero adyacentes a la pared del edificio, estas instalaciones deben de estar localizadas de tal manera que la distancia a cualquier ventana de cualquier edificio no debe de ser menor de 25 pies.

Las áreas de almacenamiento no deben de usarse para otro propósito de almacenamiento. Se puede permitir el almacenamiento de depósitos llenos o vacíos en el mismo local, además es permitido que en las mismas áreas de oxígeno u óxido nítrico o ambos, puedan estar otros sistemas de suministro de gases médicos no inflamables tomando las precauciones como una buena ventilación para disipar los gases.

Para el caso de los sistemas de vacío y de aire comprimido que utilizan compresores y bombas deben de estar ubicados separadamente del sistema de cilindros para suministro o almacenaje de oxígeno ó óxido nítrico para uso del paciente, estos deben de estar en un área designada para equipo mecánico adecuadamente ventilada y con los servicios requeridos.

c. Construcción y arreglo de las áreas de los sistemas de suministro.

Para la construcción deben de tomarse en cuenta que las paredes, pisos, cielos, techos, puertas, estantes y soportes deben de ser construidos de materiales no combustibles o de combustión limitada.

Las áreas de construcción del sistema de almacenaje no deben de comunicar con localizaciones anestésicas o de almacenamiento de agentes anestésicos inflamables, además su construcción debe estar ubicada cerca de fuentes de calor como calderas, chimeneas, transformadores y conductores eléctricos.

3.2.1.2 Requisitos adicionales de almacenaje para gases inflamables para capacidades mayores a 3000 pies³ (85 m³).

Estos requisitos se aplican a sistemas de suministros de oxígeno los cuales tengan una capacidad total de 20000 pies³ (566 m³) o más, en los que se incluye reservas no conectadas o que estén disponibles y en sitio deben de cumplir con la NFPA50, también se aplican a sistemas de suministro de oxígeno nitroso teniendo una capacidad total o mayor a 3200lb o mas, deben de cumplir con el folleto de la C.G.A² N°G-8.1.

Los sistemas de suministros que tengan una capacidad de más de 3000 pies³ (85.95 m³) de capacidad total deben de ser ventiladas hacia el exterior por un sistema de ventilación mecánica dedicado o por ventilación natural, en el caso de usar ventilación natural la abertura debe de ser un mínimo de 72pulg³ (2.04 m³).

3.2.1.3 Requisitos adicionales de almacenaje para gases inflamables para capacidades menores a 3000 pies³ (85 m³).

Las áreas de suministro para gases inflamables menores a los 3000 pies³ (85.95 m³) deben poseer puertas tipo persiana, además de poseer un espacio

² Compressed Gas Association.

libre total de 72 pulg³ (2.04 m³), estas deben de abrir hacia un corredor de acceso de salida.

3.3 Sistema de Oxígeno.

Dentro de un hospital es uno de los cuatro gases más utilizados, el cual está dividido en 3 grandes partes que componen el sistema los cuales son fuente, distribución, y utilización que se describen a continuación.

3.3.1 Fuente.

La fuente es un sistema centralizado la cual puede configurarse de tres formas las cuales son:

- a. Sistema de cilindros sin sistema de reserva.
- b. Sistema de cilindros con sistema de reserva.
- c. Sistema de gas medico tipo BULK.

3.3.1.1 Sistema de cilindro sin sistema de reserva.

Este sistema se puede observar en la Figura 3.1 y está compuesto por múltiples cilindros divididos por dos bancos controlados por un manifold, cada banco debe suministrar alternativamente y debe de poseer un regulador de presión, además como mínimo cada banco debe de estar compuesto de dos cilindros por banco o su equivalente para suministrar el consumo de un día.

El sistema debe de permanecer constantemente suministrando gas, es por ello que cuando el contenido del banco primario ya no sea suficiente para suministrar al sistema, el banco secundario debe automáticamente operar para suministrar al sistema, este cambio debe ser operado por un interruptor actuante (Sensor de presión) que está conectado a un panel de alarma, el cual indica cuando se da el cambio al banco secundario.

Otro componente que debe de poseer el sistema, es una válvula cheque la, cual debe de conectar el cilindro y el cabezal para evitar pérdidas de gas de los cilindros que se encuentran multiplexados, además de ser utilizadas en situaciones cuando la válvula liberadora de presión de un cilindro falle, estas

válvulas deben de ser de un material adecuado en función del tipo de gas y de la presión.

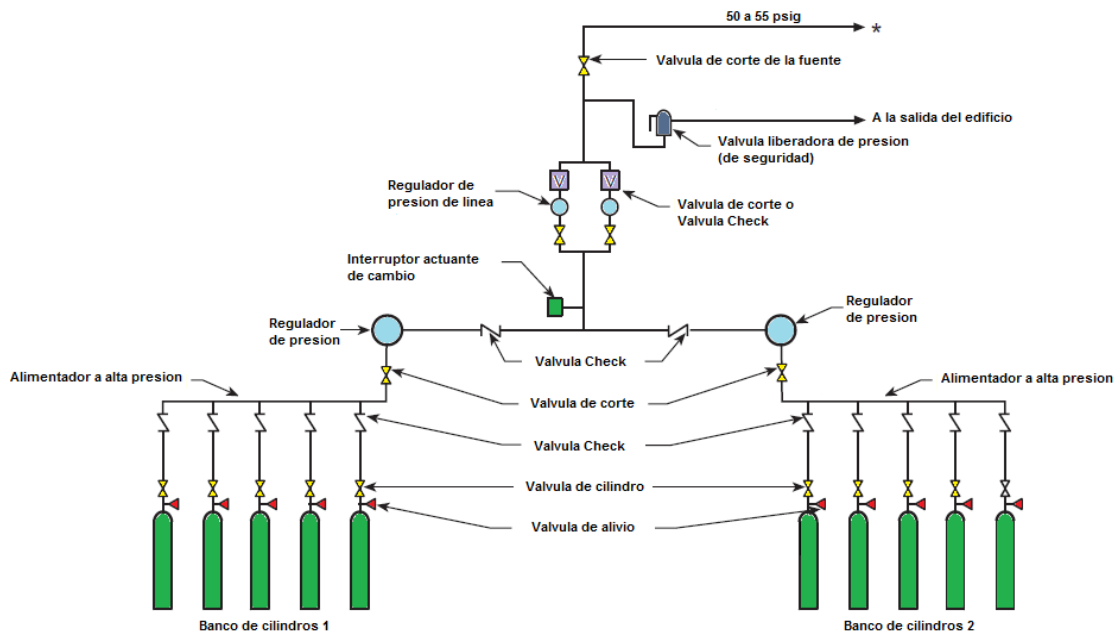


Figura 3.1. Sistema de cilindros sin sistema de reserva.

3.3.1.2 Sistema de cilindros con sistema de reserva.

Este tipo de sistema está compuesto por un sistema primario el cual administra oxígeno al sistema de tuberías, de un sistema secundario el cual debe operar automáticamente cuando el suministro primario es incapaz de suministrar al sistema, ya sea por falla ó por falta de gas, el sistema debe de poseer un interruptor actuante y estar conectado al panel maestro de alarmas para indicar el instante en el que se produce el cambio al banco secundario, como se muestra en la Figura 3.2.

Cuando en el suministro secundario los dispositivos de almacenaje de líquido criogénico son diseñados para evitar la pérdida de gas por la evaporación del líquido criogénico, estos deben ser diseñados de tal modo que el gas producido debe pasar a través de un regulador de presión de línea antes de entrar al sistema de distribución de tuberías. El suministro de reserva debe operar cuando el suministro primario sea incapaz de suministrar al sistema y debe de consistir de tres o más cilindros de alta presión, previamente conectados a un

manifold. Este sistema debe estar monitorizado por un interruptor actuante conectado al panel maestro, el cual conecta el suministro de reserva cuando cae por debajo del suministro de un día.

El suministro de reserva debe estar conformado por tres o más cilindros de alta presión, previamente conectados a un manifold, el cual debe de estar monitoreado por un interruptor actuante que opere el panel de control. Cabe mencionar que no debe de usarse depósitos criogénicos de baja presión como sistema de reserva ya que ellos pueden perder aproximadamente 3% por día por la ebullición y podría no tener gas cuando se necesite.

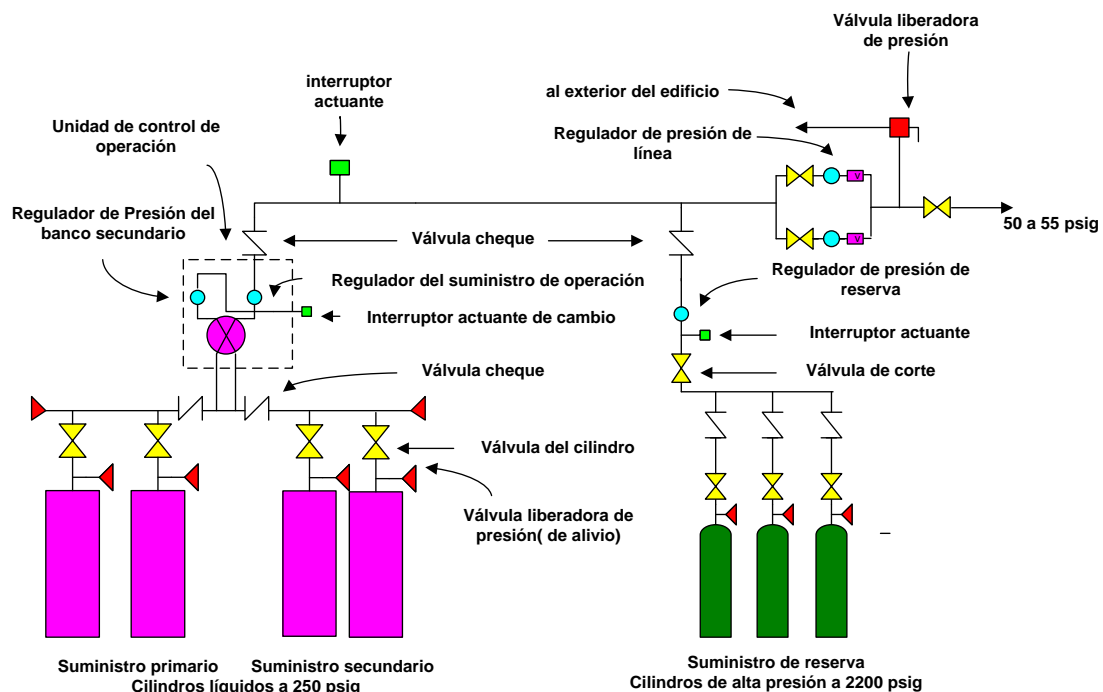


Figura 3.2. Sistema de cilindros con sistema de reserva.

3.3.1.3 Sistema de suministro tipo BULK.

El sistema de gas tipo Bulk consiste de dos fuentes de suministros, una de las cuales deberá ser suministro de reserva, para uso únicamente en una emergencia. Un interruptor actuante deberá ser conectado al panel maestro de alarmas para indicar cuándo o justamente antes que la reserva comience a suministrar al sistema.

El sistema Bulk termina en el punto donde la presión de servicio entra a la línea principal de suministro, como se puede observar en la Figura 3.3. Existen dos tipos de sistemas Bulk los cuales son:

- a. **Tipo Alternante.** Este sistema está compuesto por un suministro primario y uno secundario y funciona de una manera alternativa al suministro primario, el sistema actúa cuando el suministro primario es incapaz de suministrar gas al sistema de tuberías, cabe señalar que el suministro secundario no es el suministro de reserva.
- b. **Tipo Continuo.** Este sistema está compuesto por un sistema que suministra continuamente de oxígeno y otro sistema de reserva el cual actúa en caso de emergencia.

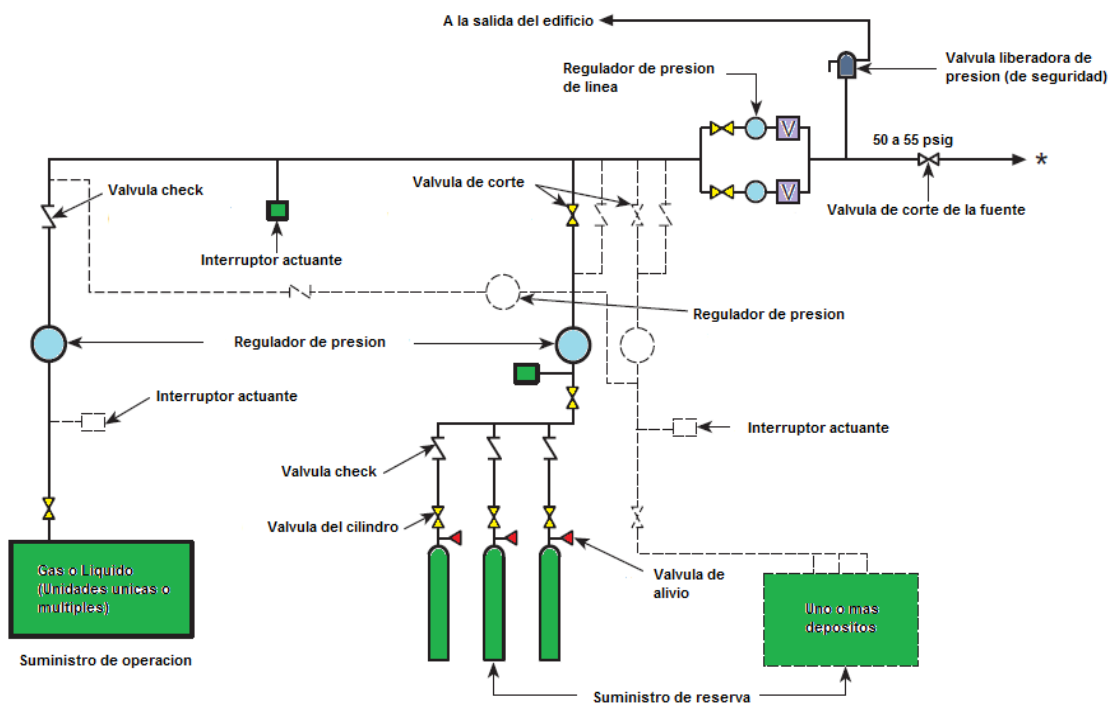


Figura 3.3 Sistema Tipo Bulk

El suministro secundario y el suministro de reserva cada uno deben de contener al menos el suministro promedio de un día y deben de consistir de los siguientes elementos:

- a. Tres o más cilindros de alta presión (tipo g o h) conectados al cabezal (header) común (alimentador de alta presión) y suministrados con un interruptor actuante, el cual debe operar panel maestro de alarmas cuando el suministro de reserva cae por abajo del consumo de un día (relación de presión y volumen).

- b. Una unidad de almacenaje de liquido criogénico usada como reserva para un sistema Bulk, debe ser suministrada con dos interruptores actuantes, el primero de los cuales debe operar panel maestro de alarmas cuando el contenido de reserva es reducido al suministro promedio de un día y el segundo que opere el panel maestro de alarma, si la presión del gas disponible en la unidad de reserva es reducida por debajo de la presión requerida para funcionar adecuadamente. El diseño debe ser orientado de tal modo de evitar la pérdida de gas que se produce por la evaporación del líquido criogénico en la reserva, además de debe de procurar que el gas producido pase a través del regulador de presión de línea antes de entrar a las tuberías de distribución. El sistema criogénico, se debe de permitir como reserva, solamente si está conectado al panel maestro de alarmas.

3.3.1.4 Descripción de los componentes de la fuente.

3.3.1.4.1 Almacenaje.

El oxígeno se puede almacenar por medio de cilindros ó por medio del tanque criogénico, los cilindros de oxígeno pueden ser de alta y de baja presión. Los cilindros de alta presión están diseñados y construidos para manejar presiones que pueden ser superiores a 2200 psi (13.6 Kpa) y se clasifican según su tamaño como se muestra en la Figura 3.4.

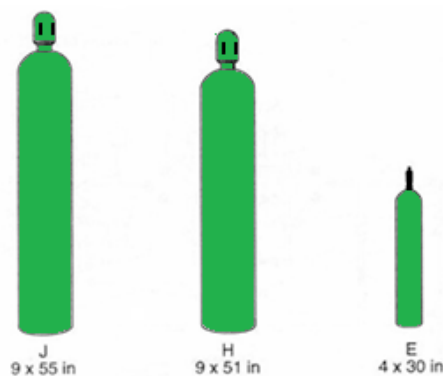


Figura 3.4 Cilindros de oxígeno de alta presión.

Los cilindros de baja presión son llamados también cilindros de gases licuados estos contienen el oxígeno en forma líquida que cuando tienen contacto con el ambiente se evapora y se expande para llenar un volumen de 860 veces su volumen líquido. El oxígeno líquido se encuentra a temperaturas criogénicas aproximadamente a -184.4°C (300°F) a presión atmosférica, los cilindros se pueden clasificar según su tamaño como se muestra en la Figura 3.5.

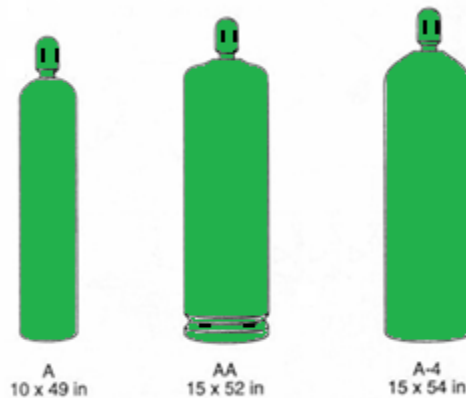


Figura 3.5. Cilindros de oxígeno de baja presión.

El color internacional que identifica que tipo de gas contiene un cilindro es muy importante, para el caso del oxígeno el color internacional es el verde. La señalización de un cilindro nos brinda características específicas de él.

La administración de los cilindros debe de estar individualmente asegurados de tal manera de prevenir fallas, los cilindros también deben de estar contruidos bajo las especificaciones y regulaciones del departamento de transporte de los Estados Unidos (DOT), además de su contenido debe de ser identificado a través de etiquetas adheridos a ellos, denominando los componentes y dando sus proporciones.

El contenido de los cilindros debe ser identificado por la lectura de las etiquetas antes de su uso. En la Figura 3.6 se muestra las marcas que debe de poseer un cilindro.

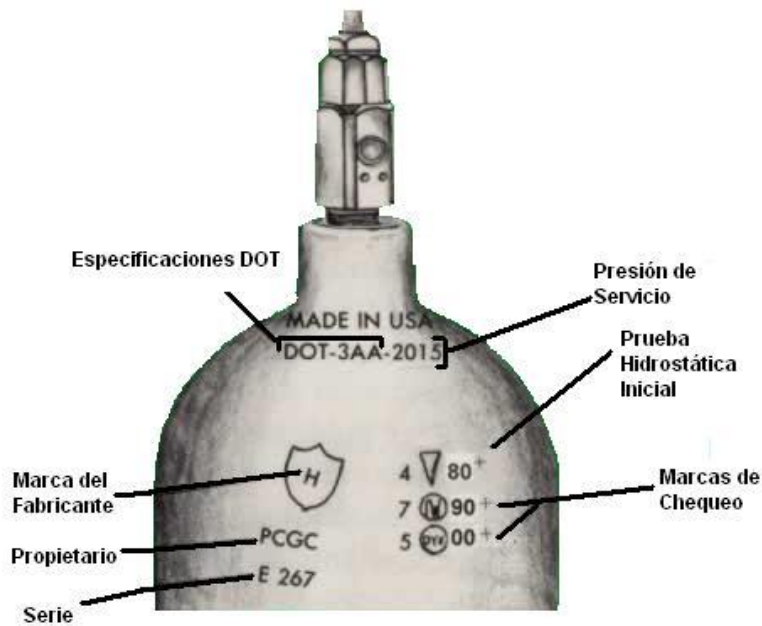


Figura 3.6. Marcas de un Cilindro.

Donde:

a. Especificaciones DOT. Esta marca dentro del cilindro nos indica las especificaciones y la calidad del acero.

b. Presión de Servicio. Es la presión de trabajo del cilindro a su temperatura de referencia.

c. Serie. El número de serie es utilizado por el fabricante para llevar un control del número de cilindros existentes en el mercado.

d. Marca del Fabricante. Es la abreviatura que distingue a cada fabricante de cilindros.

e. Prueba Hidrostática Inicial y Marcas de Chequeo. Cuando se le ha realizado al cilindro, la prueba de hidrostática se le coloca la fecha de dicha prueba y la marca del inspector. Si la marca es del signo “+” significa que el cilindro puede ser cargado hasta 10% más del servicio de presión

3.3.1.4.1.1 Medidas de precaución para el manejo y almacenaje de gases en cilindros.

Cuando se manipula cilindros de oxígeno se deben de tomar ciertas medidas y precauciones que el usuario debe de tomar en cuenta entre las que se pueden mencionar son las siguientes:

- a) No se debe de poner en contacto grasas, aceites o algún material que sea inflamable con cilindros, válvulas, reguladores, medidores y acoples.
- b) Cuando se manipula cilindros de oxígeno no se debe de realizar con manos aceitosas ó grasosas, guantes o pedazos de tela.
- c) Un cilindro de oxígeno no debe de ser envuelto con materiales como guantes, mascarillas o gorros.
- d) No se debe de mezclar ningún tipo de gas en un cilindro de oxígeno o en cualquier otro cilindro.
- e) Los cabezales de los cilindros deben de estar siempre en su posición y estas deben de ser ajustadas manualmente por personal calificado.
- f) Cuando se tenga cilindros vacíos estos deben de estar en un lugar cerrado donde se almacenen.
- g) El oxígeno nunca debe ser sustituido por aire comprimido, además los cilindros o válvulas no deben de ser separados, pintados, o alterados.
- h) Las válvulas de seguridad no deben de ser obstruidas.
- i) En el caso de cilindros de tamaño pequeño ellos deben de ser unidos a un stand de cilindros o al aparato de terapia si este es de suficiente tamaño.
- j) Cuando se maneja cilindros estos no deben de ser arrastrados, desplazados en forma horizontal ni votados.
- k) Las válvulas de los cilindros deben de ser del tipo PISS³.
- l) Los cilindros que exceden el tamaño de E y los contenedores que tienen más de 100 libras de peso deben de ser transportados por una carretilla que se desplace a mano.

³ PISS: PIN Indexed Safety System.

3.3.2 Distribución.

3.3.2.1 Tuberías.

El sistema de tuberías es una parte importante en el sistema de distribución dentro del hospital las cuales se pueden clasificar en tres tipos:

- a) **Tuberías de línea principal.** Este tipo de tubería es la que conecta la fuente a las elevaciones de los ramales.
- b) **Tuberías verticales.** Este tipo de tuberías conectan la línea principal con los ramales en las diferentes áreas de la instalación.
- c) **Tubería de los ramales.** Son tuberías que sirven a un cuarto o grupo de cuartos de la misma instalación.

3.3.2.2 Tipos de tuberías.

Las tuberías que se utilizan para la distribución del sistema de oxígeno pueden ser de dos tipos las cuales son:

3.3.2.2.1 Tubería Tipo K

Este tipo de tubería se utiliza en instalaciones tipo industrial para la conducción de líquidos y gases a presiones y temperaturas muy grandes, estas son hechas de cobre y pueden ser de diferentes diámetros como se muestran en la Tabla 3.1.

Diámetro		
Nominal (pulgadas)	Exterior (pulgadas)	Milímetros
3/8	1/2"	10
1/2	5/8"	13
3/4	7/8"	19
1	1 1/8"	25
1 1/4	1 3/8"	32
1 1/2	1 5/8"	38
2	2 1/8"	51

Tabla 3.1 Diámetros de tuberías tipo K

3.3.2.2 Tubería Tipo L.

Las tuberías tipo L son fabricadas para el uso en gas natural, estas se diferencian con las del tipo K en su sección de pared ya que las del tipo K son más gruesas como se puede ver en la Tabla 3.2

Diámetro		
Nominal (Pulgadas)	Exterior (Pulgadas)	Milímetro
1/4"	3/8"	6
3/8"	1/2"	10
1/2"	5/8"	13
3/4"	7/8"	19
1"	1 1/8"	25

Tabla 3.2. Diámetros de tubería tipo L

3.3.2.3 Criterios para la instalación de tuberías.

Dentro los criterios para las tuberías se encuentran:

- a. Las tuberías, válvulas, nipples y otros componentes de las tuberías en las instalaciones de gases médicos deben haber sido limpiados antes de la instalación.
- b. Los sistemas de tuberías de vacío nunca deben ser reutilizados para otros gases.
- c. Las tuberías deben de estar etiquetadas en tramos no mayores de 6.1 metros y estas deben ser protegidas de sus extremos por medio de camisas ciegas. Los accesorios que se encuentren en la tubería como nipples, válvulas y otros dispositivos deben ser sellados y marcados.
- d. Las tuberías para uso médico deben de ser tipo K y L de diseño duro e identificada por marcas OXY, MED, OXY/MED, OXY/ACR, ACR/MED en verde para tipo K o azul para tipo L según la ASTM B819⁴.
- e. El sistema de tubería principal y ramal no debe de poseer un diámetro menor de 1/2", así como las conexiones para los medidores e interruptores y conexiones para los paneles de alarma debe ser permitido a ser 1/4" de diámetro externo (1/8" de diámetro nominal).

⁴ ASTM B819: American Standard Testing Materials.

- f. Las uniones en tubos de cobre deben ser soldadas y utilizando acoples en cambio los niples reductores o de adapte no deben ser utilizados para uniones soldadas.
- g. Cuando una tubería penetre una construcción a prueba de incendios, las aberturas hechas deben ser tapadas también con material a prueba de incendios.
- h. Debe protegerse toda tubería expuesta en corredores y otras áreas donde está sujeta a daño físico por el movimiento de camillas, sillas, equipos portátiles o vehículos.
- i. Las uniones en tubos de gases deben de ser soldadas a excepción de que la unión que se utilice tenga presiones y temperaturas a las de una soldada.
- j. Cuando se utiliza niples de poca profundidad mejora la calidad de la soldadura, sin disminuir su fuerza, especialmente en diámetros grandes que son muy difíciles de calentar, se debe de tener mucho cuidado ya que se debe evitar el uso en otros sistemas donde se utilicen soldaduras suaves en lugar de soldaduras duras. En la Tabla 3.3 se observan las profundidades de los niples de adapte.

Diámetro del tubo en pulgadas		Profundidad del niple o adaptador(Socket) en pulgadas	
Nominal	Diámetro externo		
1/4	3/8	0.17	3/16
3/8	1/2	0.2	13/64
1/2	5/8	0.22	7/32
3/4	7/8	0.25	1/4
1	1 1/8	0.28	9/32
1 1/4	1 3/8	0.31	5/16
1 1/2	1 5/8	0.34	11/32
2	2 1/8	0.4	13/32
2 1/2	2 5/8	0.47	15/32
3	3 1/8	0.53	17/32
4	4 1/8	0.64	41/64
5	5 1/8	0.73	47/64
6	6 1/8	0.83	53/64

Tabla 3.3. Profundidad de los adaptadores

3.3.2.4 Tipo de uniones

Dentro de las tuberías se pueden encontrar dos tipos de uniones las cuales son:

3.3.2.4.1 Uniones roscadas.

Estas son utilizadas donde la unión es de soldadura suave, cuando se utilizan compuestos sellados deberán ser aplicados cuidadosamente de tal modo que no se exceda con el compuesto sellador con la intención de no introducirse en el sistema.

Las uniones roscadas en los sistemas de distribución de los gases médicos deben de ser limitadas a las conexiones con manómetros, interruptores, alarmas por presión y otros dispositivos que sean similares.

El material que se debe de utilizar para realizar las uniones son sellantes de rosca como teflón que sean para uso en oxígeno, el sellante se debe de utilizar solo en la rosca macho.

3.3.2.4.2 Uniones soldadas.

Las uniones donde se encuentre soldada deben de tener una capa de soldadura mostrando una temperatura de fusión superior a los 538°C esto con el objetivo de asegurar la integridad de las tuberías en caso de estar expuestas al fuego.

Cuando se realice las uniones soldadas deben utilizarse adaptadores y no deben de utilizarse flux (Resina) si el fabricante no lo especifica, para uniones de cobre a cobre deberá realizarse una soldadura de fosforo-cobre ó fosforo-cobre-plata sin resina, ya que el fosforo actúa como resina.

En el caso que los metales que no sean similares como el bronce, cobre o latón deberán utilizarse resina adecuada para su soldadura. Cuando se aplique resina sobre una superficie que se desee soldar, se utilizara un cepillo de acero inoxidable para asegurar una cobertura adecuada, además de ser adecuadamente limpiada el área donde se desee soldar.

Cuando se realice la soldadura asegurar que los extremos del tubo se encuentren completamente insertados dentro del acople, si se da el caso que se puede utilizar resina, la unión deberá ser calentada lentamente hasta que la resina se ha liquificado, una vez que esto ha ocurrido la unión deberá ser calentado rápidamente a la temperatura de la soldadura, teniendo el cuidado de no sobrecalentar la unión.

Cabe mencionar que mientras se está haciendo las soldaduras, las uniones deberán estar continuamente limpiándose con nitrógeno seco libre de aceite, para evitar la formación de oxido de cobre en la superficie interior de la unión.

El flujo de gas que se incorpora en la tubería para realizar una limpieza deberá ser mantenido hasta que la unión este fría al tacto, esto es porque se debe suministrar dentro de la tubería una atmósfera libre de oxígeno y prevenir las costras de oxido de cobre durante la soldadura, para esta actividad no se permite el uso de aire seco ni bióxido de carbón.

Cuando se termine la instalación de las uniones deberá examinarse el residuo de flujo, oxidación excesiva de la unión, presencia de residuos del electrodo, grietas en la soldadura.

3.3.2.5 Instalación de las tuberías.

La instalación de tuberías deberán ser dimensionadas para brindar un flujo y una presión adecuada a cada salida, las tuberías deben de poseer soportes que se sujeten a la infraestructura del hospital, estos soportes deben tener acabados de cobre para evitar la corrosión, cuando se encuentre dentro de áreas húmedas los soportes deben de tener una protección de plástico.

Cuando se habla de soportes se debe de saber la distancia máxima que debe de encontrarse entre cada soporte, el tipo de soporte dependerá del diámetro de la tubería como se puede ver en la Tabla 3.4.

Diámetro Nominal de Tubería (pulgadas)	Distancia Máxima
3/8"	6 pies
1/2"	6 pies
3/4"	7 pies
1"	8 pies
1 ¼ "	9 pies
1 ½" y mayores	10 pies

Tabla 3.4. Distancia máxima de soportes.

En el caso de tener tuberías enterradas estas deben de estar protegidas contra la corrosión y daño físico, este tipo de tuberías deben ser instaladas bajo el nivel de protección por transito pesado (Figura 3.7), la capa de relleno debe de ser de 36" y como mínimo de 18", las tuberías deben de ser instaladas bajo camisas o tuberías de protección. La tubería en pisos de concreto o paredes, deben ser instaladas en conductos continuos.

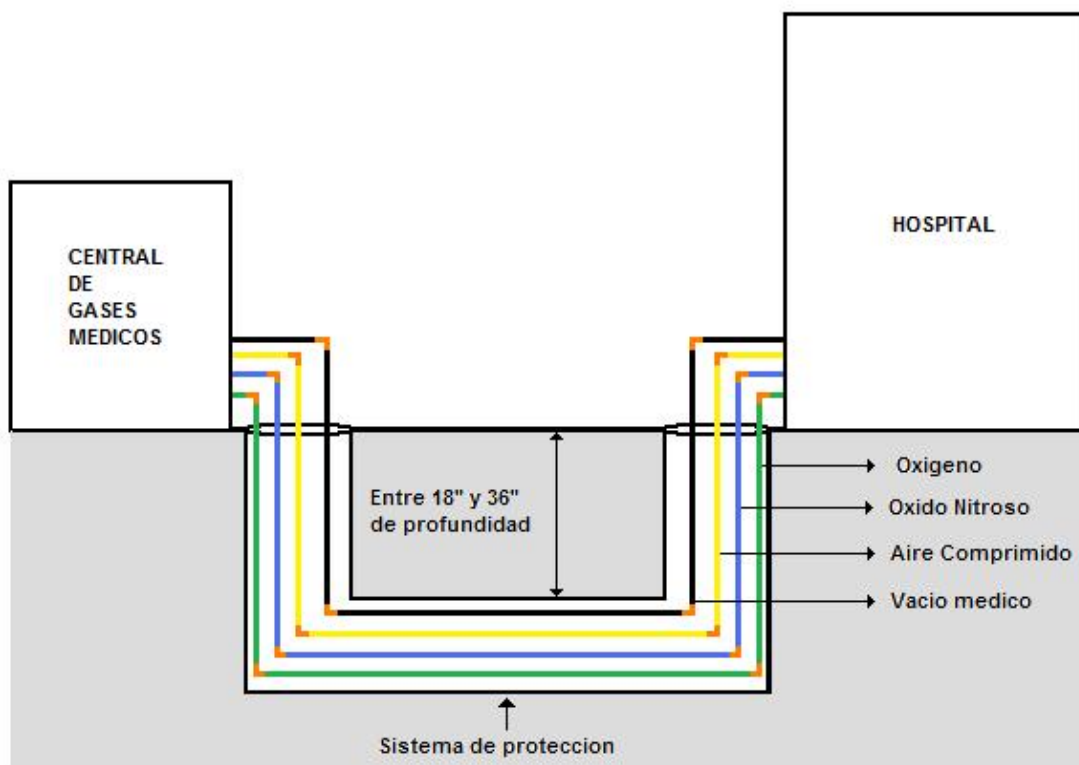


Figura 3.7 Sistema de tuberías subterráneas.

Las tuberías de gases médicos no se deben de utilizar como polo a tierra y estas no deben de ser instaladas en cocinas o cuartos de tableros eléctricos o de paneles de transferencia. En el caso de las tuberías estén localizadas junto a las líneas de gas, combustibles, líneas eléctricas, líneas de vapor, siempre que el espacio este ventilado y la temperatura está limitada a 54 ° C máximo.

Cuando se encuentre instalando las tuberías estas deben de llevar un etiquetado que indique el símbolo químico para el gas del sistema y su presión de operación, las tuberías debería ser identificada a intervalos no mayores de 20 pies, en cada cuarto. La codificación internacional para los gases médicos según la U.S⁵ y la ISO⁶ se muestran en la Tabla 3.5

Contenido de la tubería	Colores U.S	Colores ISO
Oxigeno (O ₂)	Verde	Letras blanco/ verde
Oxido Nitroso (N ₂ O)	Azul	Letras azul/ blanco
Vacío medico (VAC)	Blanco	Letras amarillo/ negro
Aire comprimido	Amarillo	Letras blanco y negro

Tabla 3.5 Codificación de colores para las tuberías.

3.2.2.6 Válvulas de corte.

- a. Estas deben estar accesibles e instaladas en paneles para válvulas con ventanas franqueables o removibles, para permitir el acceso manual.
- b. Deben ser colocadas en la salida inmediata de la fuente de suministro, para permitir que la fuente entera de suministro incluyendo los accesorios, sean aisladas del sistema de tuberías. La válvula de la fuente debe estar río arriba de la válvula de corte de la línea principal, y debe estar localizada en la vecindad del equipo de suministro, debiendo ser etiquetada “válvula de la fuente”.

⁵ US: Norma Estadounidense.

⁶ ISO: Organización internacional para la Estandarización

- c. La línea principal de suministro debe estar provista con una válvula de corte accesible en una emergencia. Esta válvula debe estar localizada río debajo de la válvula de la fuente, y fuera del cuarto de suministro, recinto, o donde la línea principal entre primero al edificio.
- d. Cada bifurcador de elevación que sale de la línea principal, debe estar provisto con una válvula de corte, adjunta a la conexión de la elevación o bifurcación.
- e. Las salidas no deben ser suministradas directamente desde una elevación (riser), a menos que una válvula de control esté en la misma línea.
- f. Cada rama lateral que sirve cuartos de paciente, debe estar provista con válvulas de corte que controlen el flujo de gas hacia el cuarto. Además esta válvula, no debe afectar el suministro a otros cuartos. Un medidor de presión debe ser instalado río debajo de cada válvula de rama lateral.
- g. Se puede permitir válvulas tipo “en línea” para efectos de mantenimiento o de ampliación.
- h. Válvulas nuevas o de reemplazo deben ser de 1/4” de giro con manubrio indicador.

3.3.3 Utilización.

Cuando se habla de la utilización se relaciona a los tomas de gases médicos, estas salidas deben de estar constituidas por dos válvulas, una primaria y otra secundaria, la válvula secundaria deberá cerrarse automáticamente e interrumpir el flujo del gas al ser retirara la válvula primaria.

Los tomas de gases médicos se les aplican también el código internacional, es decir para el oxígeno es el color verde, además de ser del tipo rápido lo que permite la conexión y desconexión rápida y sencilla. Las salidas pueden ser de dos clases cialíticas y de pared.

3.3.3.1 Tomas de Pared.

Los tomas de pared deben de estar empotrados en la pared a una distancia de 1.50 mts sobre el nivel del piso, con una distancia entre ejes de 20 cms entre

tomas. Los tomas de pared pueden ser de diferentes tipos los más comunes son los de salida Tipo Chemetron, Tipo DISS y los de Tipo Ohmeda como se muestra en la Figura 3.6.



a) Toma de pared tipo Chemetron b) Toma de pared tipo DISS c) Toma de pared tipo Ohmeda

3.3.3.2 Tomas Cialíticas

Los tomas cialíticas son también conocidas como tomas de techo estas pueden ser empotradas o expuestas esto dependerá a la instalación. La unidad termine a una altura aproximada de 1.80 mts sobre el nivel del piso.

3.3.3.3 Número de salidas para oxígeno.

La NFPA y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), son algunas de las entidades que han establecido parámetros para definir el número de tomas (en este caso oxígeno y óxido nítrico) por área, dichos parámetros son mostrados en la Tabla 3.6

Localización	Salida de Oxígeno
Cuarto de pacientes	1 por cada cama
Exámenes y tratamiento (medicina cirugía y cuidados después del parto)	1
Aislamiento	1
Cuidados intensivos generales	2
Aislamiento crítico	2
Cuidados críticos coronarios	2
Cuidados críticos pediátricos	2
Cuidados intensivos neonatales	3
Nurseries	1
Pediatría	1
Cuartos de operación generales	2
Cardio-orto y neurología	2
Cirugía ortopédica	2
Cistoscopia y endoscopia	1
Unidad de cuidados post-anestésicos	1
Cuartos de anestesia	1 por estación de trabajo
Recuperación	1
Cuarto post-parto	1
Salas de parto	2
Emergencia	1
Cuarto para cardíaco	1
Laboratorio de cateterización cardíaca	2

Tabla 3.6. Salidas establecidas por la NFPA

3.4 Oxido Nitroso.

El Oxido nitroso es uno de los gases más utilizados para uso medicinal por no ser inflamable, tener bajo coeficiente de solubilidad, no se metaboliza en el organismo y posee mínimos efectos colaterales. La aplicación del oxido nitroso se da en la anestesia general balanceada es por tal razón que dentro del hospital se utiliza mayormente en sala de operaciones. A continuación se describen las tres partes principales de un sistema de oxido nitroso.

3.4.1 Fuente.

La fuente del oxido nitroso es donde se almacena el gas, esta es muy semejante a la fuente de oxigeno ya que se utilizan los mismos componentes como son el manifold, dispositivos de alarma, reguladores de presión, válvulas de corte, válvulas liberadoras de presión, almacenadores de oxido nitroso, válvulas cheque y las tuberías. Para mayor información de los componentes de la fuente de oxido nitroso (ver la sección 3.2.1)

Entre las diferencias que se pueden mencionar entre las dos fuentes están:

a. El sistema tipo bulk posee un ensamble de los equipos como los que se muestra en la Figura 3.3, la diferencia entre los sistemas es la capacidad de almacenaje que para el oxido nitroso es de más de 3200 lb (1452 kg) y aproximadamente 28000 pie³ (793 m³) de oxido nitroso. En el caso de los cilindros de oxido nitroso gaseoso, tiene una capacidad de 745 psig.

b. El almacenaje de oxido nitroso se realiza en cilindros al igual que el oxigeno y cumple con las características descritas en las figuras 3.4, 3.5, 3.6, la diferencia está en la identificación del tipo de gas que contienen, es así como en los cilindros de oxido nitroso esta estandarizado con el color azul, al igual como las tuberías.

3.4.2 Distribución.

En la distribución del sistema de Oxido Nitroso se utilizan los mismos componentes que la red de distribución de la red de distribución del sistema de Oxigeno los cuales son tuberías, alarmas, estación de salida válvulas. Para mayor información de los componentes de distribución de oxido nitroso (ver la sección 3.2.2).

Una diferencia que se puede mencionar en el sistema de distribución del oxido nitroso respecto a la red de distribución de oxigeno es:

a. La tubería de distribución, así como también los tomas de salida del oxido nitroso esta estandarizada de color azul como lo sugiere las normas internacionales.

3.4.3 Utilización.

Las cantidad de tomas designados de acuerdo a las diferentes áreas para oxido nitroso se puede ver en la Tabla 3.6.

3.5 Sistema de Aire comprimido.

3.5.1 Fuente.

En la Figura 3.7 se ilustran cada uno de los subsistemas mínimos, por los cuales debe de estar conformada una fuente de suministro de aire comprimido, según la NFPA.

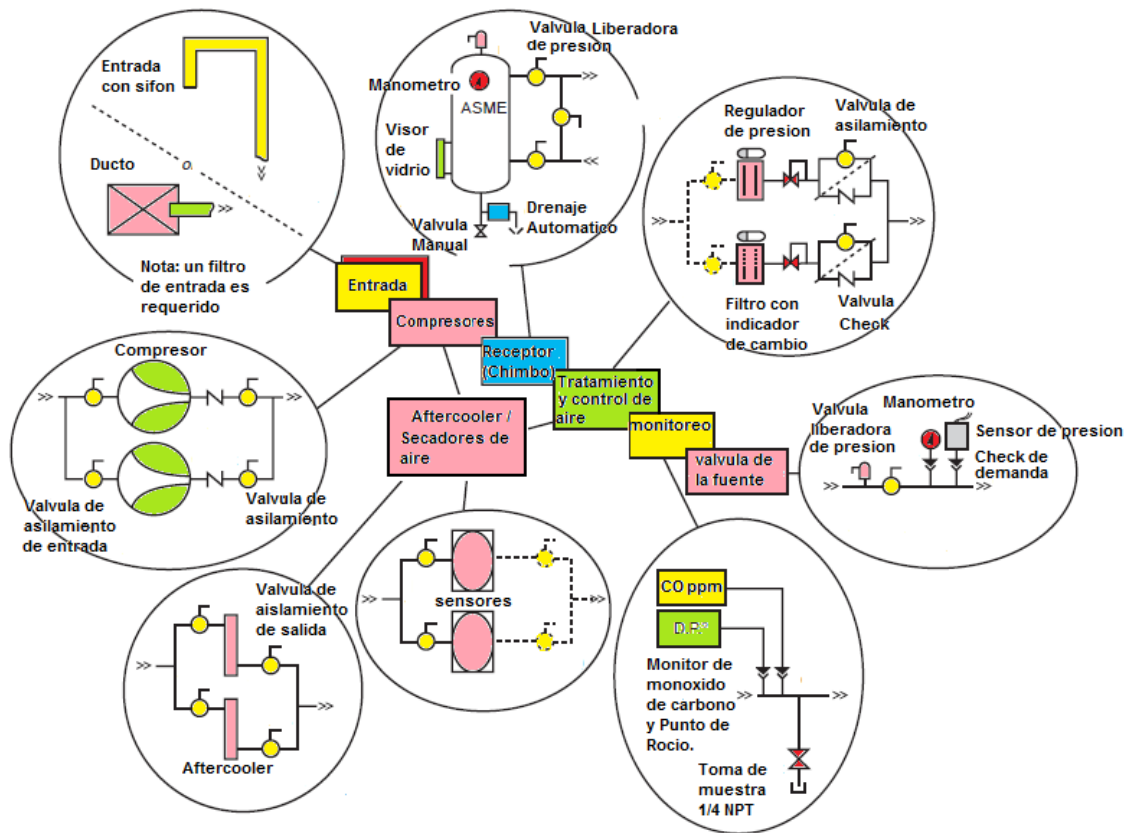


Figura 3.7 Esquema de un sistema típico de aire comprimido tipo dúplex.

3.5.1.1 Entrada de aire.

- a) La entrada de aire al compresor debe estar localizada en el exterior y arriba del nivel del techo a una distancia mínima de 10 pies (3 m) de cualquier puerta, ventana u otra entrada o apertura del edificio y una distancia mínima de 20 pies (6 m) arriba del piso.
- b) La entrada de aire debe estar localizada donde no exista contaminación de vapores de drenaje de motores, ventilaciones de combustible almacenado, descargas de sistemas de vacío etc.
- c) Las entradas deben ser protegidas contra la entrada de lluvia o sustancias extrañas.
- d) Las entradas de aire para compresores conectados de forma separada, se deben de permitir que se unan a una entrada común, previendo que tal entrada esté adecuadamente dimensionada. Donde esta unión sea realizada y cuando sea removido un compresor por necesidades de servicio, la tubería libre de entrada a un compresor removido para servicio debe ser aislado por medio de una válvula cheque o manual o una camisa del tubo para evitar el flujo inverso (retroflujo).
- e) Si se usa otra fuente que no sea la atmosférica para la entrada de aire, esta fuente, debe estar disponible las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

3.5.1.2 Compresores.

- a) El compresor debe ser diseñado para evitar la introducción de contaminantes o líquidos en la tubería debido a:
 - i. Eliminación de cualquier tipo de aceite en el compresor.
 - ii. Separación de la sección conteniendo aceite desde la cámara de compresión por un área abierta a la atmósfera, la cual permita la inspección visual directa y sin obstrucción del eje interconectante para confirmar por los operadores (Técnicos de mantenimiento) de un adecuado sello sin desensamblar el compresor. La ventanilla o abertura de inspección no debe ser menor que 1.5 veces el diámetro del eje.

- b) Dos o más compresores deben ser usados con previsiones para la operación alternativa o simultánea dependiendo de la demanda para efectos de servicio y cuando dos compresores son usados, cada unidad debe ser capaz de mantener el suministro de aire al sistema a la demanda pico calculada.
- c) Cada compresor debe estar provisto con un interruptor de desconexión y un dispositivo de arranque del motor con protección de sobrecarga.
- d) Cada sistema del compresor debe estar provisto con alternación automática de las unidades, dividiendo su uso eventualmente. Además debe de disponer de un medio automático para activar las unidades adicionales, en el caso que la unidad en servicio llega a ser incapaz de mantener la presión adecuada. Se debe de proveer la alternación manual.
- e) Se debe de prever una señal audible y visual para indicar cuando el sistema de reserva está siendo utilizado y cuando el compresor está fuera de servicio. El compresor debe estar conectado en el sistema esencial.
- f) El uso de compresores de anillo líquido debe de requerir sensores que desconecte el compresor cuando el agua exceda el nivel de diseño en el separador e indique una alarma local sobre el compresor afectado. También un nivel alto de agua en el receptor debe activar una alarma que desconecte el sistema de compresores de anillo líquido.
- g) El uso de compresores de baleros permanentemente lubricados, requerirá de monitoreo de la temperatura del aire en la salida inmediata de cada cilindro, disponiendo para ello de un interruptor de alta temperatura que desconecte el compresor y active las respectivas alarmas locales y maestras respectivas. Los compresores deben de tener filtros de carbón con indicador de cambio de elemento y un filtro de carbón con indicador de hidrocarbón calorimétrico.

3.5.1.3 Receptor (Chimbo).

- a) El receptor (Chimbo) debe estar equipado con una válvula de seguridad, drenaje automático, visor de vidrio y medidor de presión y debe tener la capacidad para asegurar la operación práctica de conexión y desconexión.

Debe ser resistente a la corrosión. Conectado dentro del sistema de compresores, aguas arriba de la válvula de corte de la fuente.

- b) El receptor de aire debe estar provisto con un sistema de bypass de tres válvulas para permitir servicio sin desconectar el servicio.
- c) El visor permite la inspección visual de los drenajes automáticos, para determinar si ellos están operando adecuadamente.

3.5.1.4 Sistema de tratamiento de aire.

Está compuesto por compresores para aire médico, filtros silenciadores de entrada del tipo seco, aftercoolers, secadores de aire o ambos, un apropiado filtro de línea para las condiciones de entrada de acuerdo al tipo de compresor, reguladores de presión, válvula liberadora de presión con diseño de seguridad de liberación cuando la presión de operación está arriba del 50 % de la presión normal de línea, para asegurar la entrega de aire médico.

3.5.1.4.1 Enfriadores posteriores (Aftercoolers).

Si fueran requeridos, deben ser dúplex y suministrados con trampas de condensado individuales.

El receptor no debe ser utilizado como un enfriador o trampa de enfriador.

3.5.1.4.2 Secadores de aire.

Deben de ser como mínimo, dúplex y con válvulas de aislamiento para permitir el servicio en caso de mantenimiento o de fallas. En condición normal de operación, solamente un secador debe estar abierto al flujo del aire con la válvula del otro secador cerrado. Cada secador debe ser capaz de suministrar aire seco a la demanda pico que se ha calculado. Cada secador debe estar diseñado para suministrar aire al máximo punto de rocío de 35 °F (1.7 °C) a la demanda pico calculada. El diseño del sistema debe de prevenir la formación de agua en la línea de suministro.

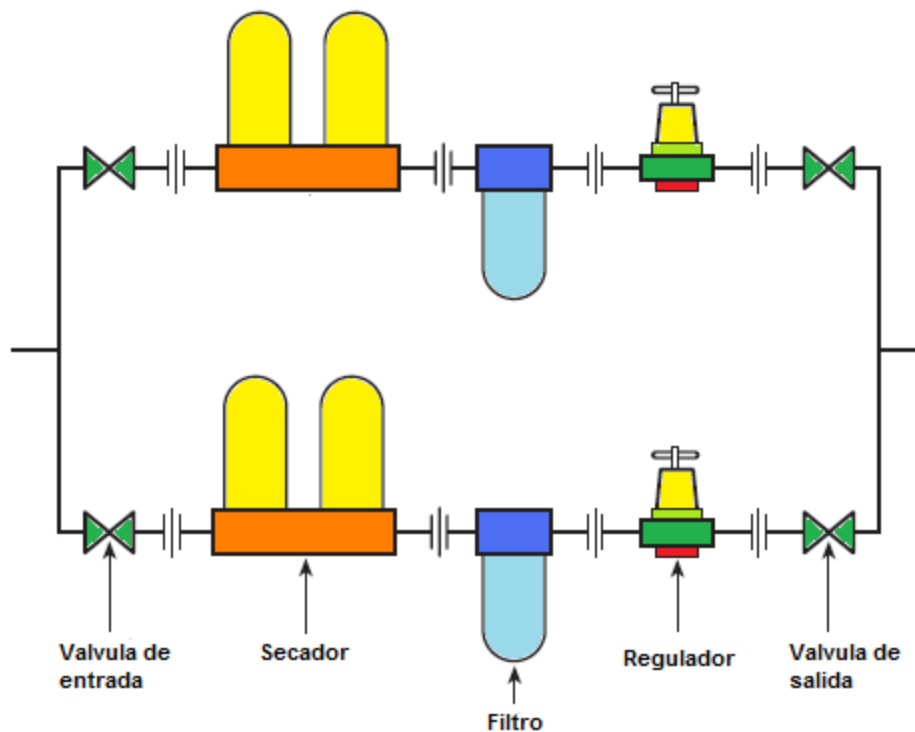
3.5.1.4.3 Filtros.

Los filtros de línea deben de ser ubicados aguas arriba de los reguladores finales de línea, deben ser dúplex con válvulas adecuadas para permitir servicio. Cada uno de los filtros debe dimensionarse para el 100% de la demanda pico calculada y deben tener una eficacia mínima del 98% a 1 micrón. Estos filtros deben ser equipados con indicadores visuales, indicando el estado de la vida del elemento del filtro.

3.5.1.4.4 Reguladores.

Los reguladores finales de línea, deben ser multiplexados con válvulas de aislamiento para permitir el servicio. Cada regulador debe ser dimensionado para el 100 % de la demanda calculada pico del sistema.

Los secadores, filtros y reguladores deben ser previstos con válvulas de aislamiento aguas arriba y aguas abajo para permitir el servicio, tal como se muestra en las Figuras 3.8 a y b respectivamente.



a)

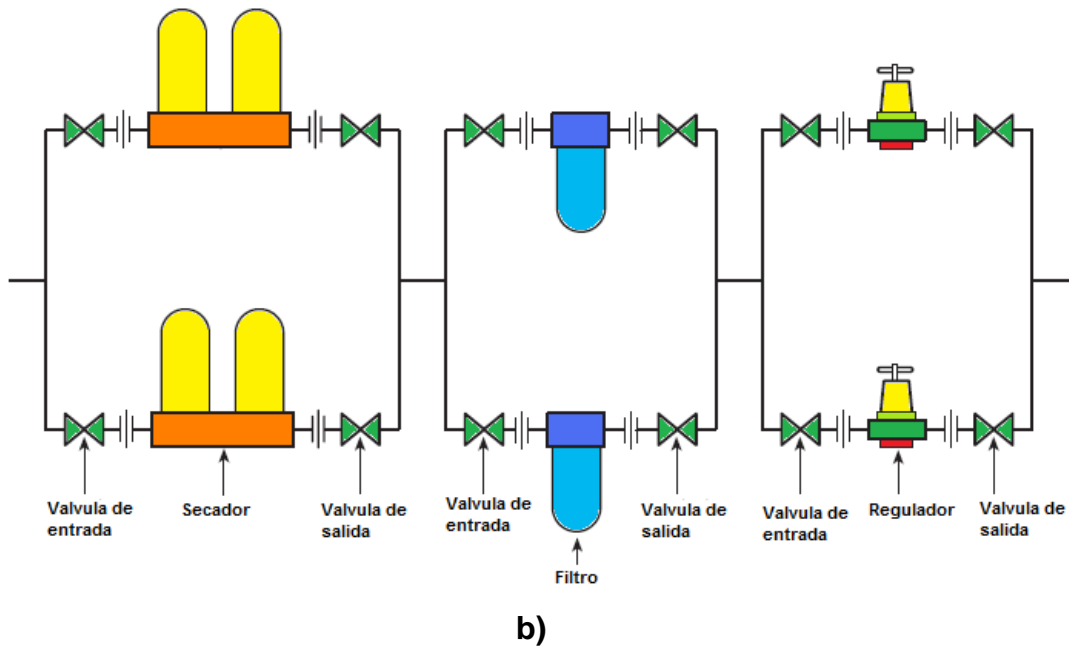


Figura 3.8 a) Configuración 1 del posicionamiento de las válvulas secadores filtros y reguladores b) Configuración 2 del posicionamiento de las válvulas secadores filtros y reguladores

3.5.1.5 Calidad del aire.

- El monitoreo de la calidad de aire debe de estar ubicado aguas abajo de los reguladores y aguas arriba del sistema de tuberías, además como la respuesta del sistema de monitoreo, deberá de hacerse para cada compresor instalado.
- En los compresores que eliminan aceite en cualquier parte en el compresor como los compresores de anillo líquido y de baleros, la vigilancia incluirá, sin limitarse a, punto de rocío y el monóxido de carbono. Estos parámetros serán controlados de forma continua.
- Para compresores que tiene la sección de aceite separada de la zona de compresión, por un área abierta a la atmosfera, lo que permite la inspección visual del eje de interconexión, como los compresores de cabeza alargada, con una ventilación atmosférica entre la cámara de compresión y el cráter, la vigilancia estará compuesta por, pero no se limitan a, punto de rocío, el monóxido de carbono, hidrocarburos gaseosos, e hidrocarburos líquidos. El punto de rocío, monóxido de carbono e hidrocarburos líquidos se controlará de forma continua, y los hidrocarburos gaseosos se efectuará sobre una base trimestral.

- d. Los Hidrocarburos líquidos deben ser monitoreados por indicadores de pigmentos u otro tipo de instrumento permanentemente instalados aguas abajo de cada compresor y debe ser inspeccionado y documentado diariamente.
- e. Para todos los compresores debe haber una alarma de punto de rocío y de monóxido de carbono en la sala de máquinas.
- f. Una válvula de 1/4 NPT para muestreo debe ser conectada aguas abajo de los reguladores finales de línea y aguas arriba de la válvula de corte del suministro, para que permita la toma de muestras de aire médico.
- g. Debe de instalarse un panel local de alarmas en la sala de máquinas donde está el responsable de mantenimiento. Este panel debe de tener como mínimo las siguientes funciones:
 - Operación del compresor de respaldo.
 - Alto nivel de agua en el chimbo.
 - Alto nivel de agua en el separador.
 - Alta temperatura del aire de descarga.
 - Alto nivel de monóxido de carbono.
- h. Donde se necesiten sistemas de aire comprimido a diferentes presiones de operación, las tuberías debería de ser separadas después de los filtros, pero deben ser suministradas con reguladores de línea separados, monitores de punto de rocío, válvulas liberadoras (de seguridad) y válvulas de corte del suministro.

3.5.1.6 Punto de Rocío

En un sistema de aire comprimido, la temperatura a la cual el vapor de agua comienza a condensarse en líquido es llamado punto de rocío. En instalaciones de salud, los secadores son utilizados para remover la humedad del caudal de aire. Aunque hay diferentes tipos de secadores, todos son diseñados para remover el agua el agua en el caudal del aire médico debajo de una temperatura de punto de rocío de 4°C(+30°F) presión de punto de rocío (PDP), el cual es denominado punto de alarma.

3.5.2 Distribución.

Para el diseño del sistema de distribución del aire comprimido, además de lo establecido en la sección 3.2.2 se debe de considerar lo siguiente:

- a. **Nivel de sonido.** 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)
- b. **Compatibilidad con Oxígeno.** Los componentes en los sistemas de gases médicos no inflamables deben ser de materiales que se puedan utilizar con oxígeno. Las tuberías, válvulas, nipples y otros componentes de las tuberías en las instalaciones de gases médicos deben haber sido completamente limpiados en su interior, para remover el aceite, grasa y otros materiales oxidantes, como si se fueran a utilizar con oxígeno.
- c. **Limpieza.** Los materiales que han sido limpiados para uso en sistemas de gases médicos deben ser protegidos de los extremos, con sellos o accesorios similares, que no permitan su contaminación. Esta protección se debe de mantener hasta que ellos serán instalado. Cada longitud del tubo debe estar etiquetada y esta debe ser protegida de sus extremos por medio de camisas ciegas. nipples, válvulas y otros dispositivos, los cuales deben ser sellados y marcados.
- d. **Limpieza en sitio:** La limpieza en sitio de las superficies interiores de los tubos, válvulas, acoples y otros componentes se limitará a la limpieza de superficies en la vecindad inmediata de las uniones que han sido contaminadas antes de la soldadura, estas superficies deben ser limpiadas con una sustancia alcalina disuelta en agua caliente, tales como carbonato de sodio o fosfato trisodico (1 lb para 3 galones de agua potable). Las superficies interiores deben limpiarse completamente, restregándose y enjuagándose con agua limpia, caliente y potable.

3.5.3 UTILIZACION.

Según lo establecido por la NFPA99 y el IMSS la distribución de los tomas de aire comprimido en las diferentes áreas, es la siguiente:

- i. La distribución y el numero de tomas de aire comprimido según la NFPA se muestran en la Tabla 3.7

Localización	Numero de tomas
Cuarto de pacientes	-
Exámenes y tratamiento (medicina cirugía y cuidados después del parto)	-
Aislamiento Medicina y cirugía	-
Cuidados intensivos general	1
Aislamiento critico	1
Cuidados críticos coronarios	1
Cuidados críticos pediátricos	1
Cuidados intensivos neonatales	1
Nurseries	3
Pediatría	1
Cuartos de operaciones generales	1
Cardio-orto y neurología	-
Cirugía ortopédica	-
Cistoscopia y endoscopia	-
Unidad de cuidados pos-anestésicos	-
Cuartos de anestesia	1 por estación de trabajo
Recuperación	-
Cuarto post-parto	-
Salas de parto	-
Emergencia	-
Cuarto para cardiaco	1
Laboratorio de cateterización cardiaca.	-

Tabla 3.7 Localización y numero de tomas de aire comprimido según los criterios de la NFPA99.

- ii. La distribución y el numero de tomas de aire comprimido según el IMSS se muestran en la Tabla 3.8

Localización	Numero de tomas
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

Tabla 3.8 Localización y numero todas de aire comprimido según los criterios del IMSS.

3.5.3.1 Válvulas de corte.

Las válvulas de corten, deben de ser accesibles, solamente para el personal autorizado e instaladas en paneles para válvulas, con ventanas franqueables o removibles, para permitir el acceso y la operación manual de las válvulas.

- a. **Válvula de la fuente.** Deben ser colocadas en la salida inmediata de la fuente de suministro para permitir que la fuente de suministro, incluyendo los accesorios (tales como secadores de aire, reguladores finales de línea) sean aislados del sistemas de tuberías. La válvula de la fuente debe estar localizada aguas arriba de la válvula de corte de la línea principal y debe estar localizada en la vecindad del equipo de suministro y debe ser etiquetada "válvula de la fuente".
- b. **Válvula Principal.** La línea principal de suministro debe estar provista con una válvula de corte. Esta será 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, recinto o donde la línea principal entre primero al edificio. Cuando la válvula de corte de la fuente es accesible desde dentro del edificio, no es necesario una válvula de línea principal.
- c. **Válvula del elevador o derivador.** Cada elevación que sale de la línea principal debe estar previsto con una válvula de corte adyacente a la conexión de la elevación. Estas deberán de permanecer accesibles y no deben ser obstruidas.

- d. **Válvulas de zona.** Las salidas no deben ser alimentadas directamente desde una elevación a menos que una válvula de corte de control este instalado entre el elevador y la salida con una pared interviniendo entre la válvula y la salida. Cada rama lateral que sirve cuartos de pacientes debe estar provisto con válvulas de corte que controle el flujo de gas hacia el cuarto. Además, esta válvula no debe afectar al suministro a otros cuartos. Un medidor de presión debe ser instalado aguas abajo de cada válvula de zona
- e. **Válvulas de servicio.** Estas deben de ser colocadas donde las ramas laterales salgan del elevador antes de cualquier ensamble de caja de válvulas de zona en esa rama. Solamente una válvula debe ser requerida para cada rama saliendo de un elevador sin importar de cuantas cajas de válvulas de zona son instalados en ese lateral. Estas válvulas serán instaladas para permitir hacer cambios en tuberías y áreas individuales sin desconectar un elevador completo o un servicio.
- f. **Válvulas in line.** Se puede permitir válvulas de corte, tipo "in line" para efectos de mantenimiento, modificación o ampliación
- g. **Válvulas nuevas** o de reemplazo deben ser de 1/4 de giro con manubrio indicador, de construcción metálica.

3.6 SISTEMA DE VACIO MEDICO.

3.6.1 FUENTE.

- a. **Bombas múltiples.** La fuente de vacío central debe consistir de 2 o más bombas que funcionen alternadamente o simultáneamente en función de la demanda. En el caso que una bomba de vacío falle, la otra bomba debe ser dimensionada para mantener el vacío requerido al 100% de la demanda local. Cada bomba debe tener una válvula de corte para aislarla del sistema de tuberías y de otras bombas por mantenimiento. Dependiendo de la demanda calculada y anticipada, se pueden considerar dos o más sistema de vacío. Estos sistemas deben ser un proceso de alternación de bombas para usarlas ya sea en forma automática o manual, también se debe prever un mecanismo

de respaldo por demanda. También se debe proveer una alarma audible y visual, para indicar cuando está funcionando el sistema de reserva.

- b. **El motor** de la bomba debe tener un circuito de desconexión separada, de arranque y de protección por sobre carga.
- c. **Receptores (Chimbos)** Estos deben ser instalados siempre sin importar la dimensión del vacío, ya que sin ellos se causaría excesivo ciclado de la bomba. Deben ser diseñados para resistir 29.92 pulgadas de mercurio. Se debe suministrar un método para drenar el receptor de sustancias que podrían acumularse. El método debe ser tal que se pueda drenar y dar servicio al receptor sin interrumpir el sistema de vacío. El receptor debe de ser metálico.
- d. **Tuberías.** Las tuberías entre las bombas de vacío, descarga, receptor y la válvula de la línea principal de vacío, pueden ser también de acero negro o galvanizado.
- e. **Ruido y vibración.** Se deben de tomar las medidas necesarias para minimizar la transmisión de ruido y vibración. Se debe montar en aisladores de vibración y se debe utilizar acoples flexibles entre la tubería y el equipo.
- f. **Escapes.** El escape de la bomba de vacío, debe ser descargado al exterior en una manera 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. Este escape debe ser protegido de la entrada de insectos, cucarachas, ratas, escombros y precipitaciones. Los diámetros deben ser dimensionados de tal manera para minimizar las contra presiones. Las tuberías de descarga deben estar libres de curvaturas, que podrían atrapar condensado o aceite. Las descargas de bombas utilizando una tubería común de escape deben ser conectadas con una válvula cheque, una válvula manual o un arreglo que permita protegerla de la tubería activa cuando se remueva o se le de servicio a la bomba. En la Figura 3.9 se puede observar un esquema de una fuente de vacío típica.

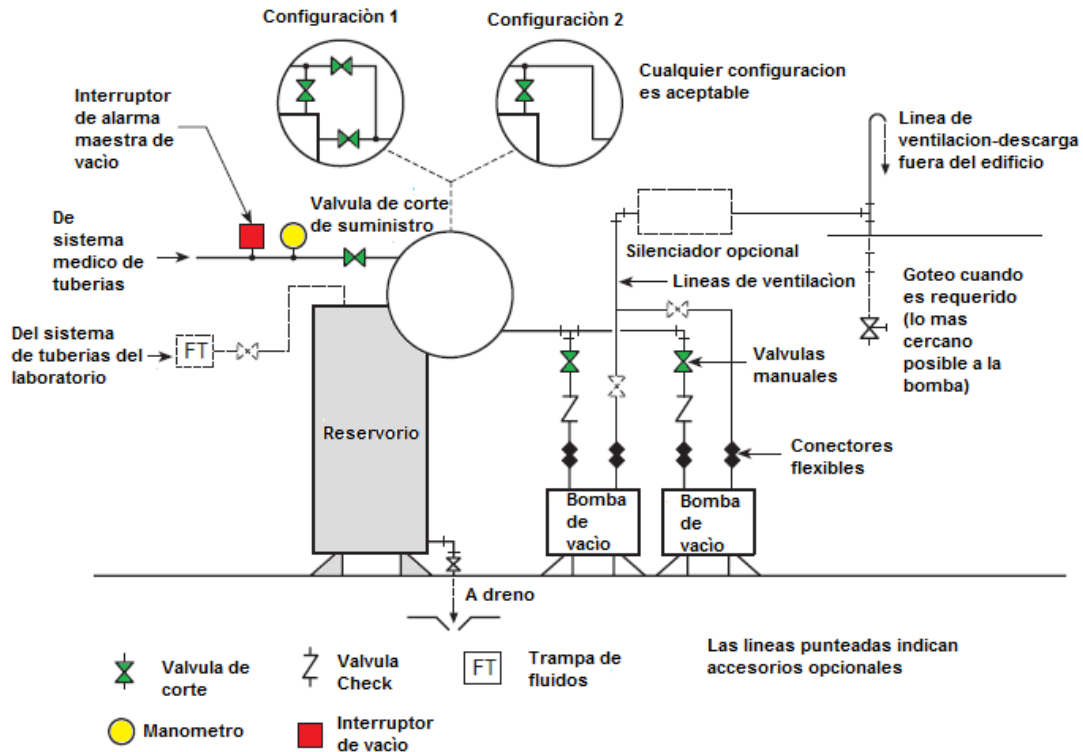


Figura 3.9 Fuente de vacío típica según lo establecido en la NFPA99.

3.6.2 Distribución.

- a. Todas las tuberías deben de ser construidas de material resistente a la corrosión tales como:
 - Tubo de cobre para agua tipo K, L, M, (ASTM B88).
 - Tubo de cobre ACR (ASTM B280) ,
 - Tubo de cobre para gas médico (ASTM B819)
 - Tubo de acero inoxidable.
 - Tubería de acero galvanizada (tamaño mínimo de 1 ½") (ASTM 53) (roscada o con flange)
 - Se puede usar tubería roscada pero debe cumplir con las normas ANSI B1.20.1
- b. En las líneas principales o ramales, la dimensión mínima no debe ser menor a 7/8" OD⁷ (¾" diámetro nominal), las conexiones a entradas individuales de vacío no debe ser menor a 5/ 8" OD (1/2" diámetro nominal) a excepción del

⁷ OD: Diámetro externo del ingles Outer Diameter

tubo unido inmediatamente al cuerpo de la entrada de la estación, la cual puede ser de 1/2 " de diámetro externo (3/8" diámetro nominal) siempre que no se extienda más de 8". Las conexiones a los manómetros, Interruptores de alarma.

- c. La tubería debe ser sujeta a la estructura del edificio y nunca debe ser sujeta por otras tuberías o ducterías. Los sujetadores para tubos de cobre deben de tener un acabado de cobre. En localizaciones potencialmente húmedas, los sujetadores o soportes de tubo de cobre deben ser cubiertos de plástico (con cubierta de plástico). El máximo espaciado de soportes debe ser como se indica en la Tabla 3.9

Medida(Nominal)	Medida
1/ 4 " (0.635 cm)	5 pies(1.52 m)
3/8"(0.953 cm)	6 pies(1.83 m)
1/ 2"(1.27 cm)	6 pies(1.83 m)
3/4"(1.91 cm)	7 pies (2.13 m)
1"(2.54 cm)	8 pies(2.44 m)
1¼" (horizontal) (3.175 cm)	9 pies (2.74 m)
1½ y mayor (3.81 cm) y de mayor diámetro	10 pies(3.05 m)
Elevaciones verticales	Cada piso, pero no excede de 15 pies(4.57 m)

Tabla 3.9 Distancia máxima entre separadores para tuberías de distribución de vacío medico.

- d. Todos los acoples o nipples usados para conectar tubos de cobre deben ser de cobre, bronce o latón, y diseñado especialmente para uniones soldadas, ya sea con estaño o electrodos.

- e. Si se usan acoples del tipo no permanentes como uniones, conexiones tipo valona (flare), deben ser instalados de tal forma que sean accesible para inspecciones de calidad y de mantenimiento.
- f. Las válvulas de corte deben ser metálicas o de un tipo que no cree una restricción del flujo mucho mayor que la que produce la tubería.
- g. La tubería enterrada debe ser protegida contra la corrosión y daño físico. Las tuberías enterradas en el exterior del edificio deben ser instaladas bajo el nivel de protección por tránsito pesado. La profundidad de la capa de relleno debe ser de 36 pulgadas (91.4 cm) o como mínimo 18 pulgadas (45.7 cm), si se considera que el daño a la tubería enterrada es improbable que ocurra. Tuberías bajo vías de acceso, áreas de parqueo deben ser instaladas bajo camisas o tuberías de protección. La tubería en pisos de concreto o paredes deben ser instaladas en conductos continuos.
- h. Cuando una tubería penetre elementos a prueba de incendios de una construcción tales como paredes, divisiones, encielados etc., las aberturas hechas deben ser tapadas con material a prueba de incendios.
- i. Los paneles de válvulas de sistemas de vacío, deben de ser permanentemente etiquetados de la siguiente forma **“PRECAUCION: VÁLVULA DE VACIO MEDICO QUIRÚRGICO, NO CIERRE EXCEPTO EN EMERGENCIA, ESTA VÁLVULA CONTROLA EL VACIO A...”**
- a. Las válvulas del sistema de vacío que se encuentran en paneles Tales como en la línea principal, elevadores, o suspendidas en el cielo falso, deben ser identificadas por medio de etiquetas durables, placas etc. Se debe indicar como: **PRECAUCION: VÁLVULA DE VACIO MEDICO QUIRÚRGICO, NO CIERRE EXCEPTO EN EMERGENCIA, ESTA VÁLVULA CONTROLA EL VACIO A...”**

3.6.3 Utilización.

- a. Cada toma de entrada para el sistema de vacío debe ser equipado con un mecanismo de válvula del tipo no intercambiable con otros sistemas (Ej. Oxígeno, aire comprimido), ya sea una conexión roscada o de acople rápido.

- b. Las Válvulas con conexiones roscadas deben ser tipo DISS
- c. Los tomas de entrada no deben de incorporar una válvula cheque secundaria.

Según a los criterios establecidos en la NFPA99 la distribución de las entradas de vacío medico, es la que se muestra en la Tabla 3.10

Localización	Entradas de vacío
Cuarto de pacientes	1 por cama
Exámenes y tratamiento (medicina cirugía y cuidados después del parto)	1
Aislamiento	1
Cuidados intensivos general	1
Aislamiento critico	3
Cuidados críticos coronarios	2
Cuidados críticos pediátricos	3
Cuidados intensivos neonatales	1
Nurseries	1
Pediatría	1
Cuartos de operaciones generales	3
Cardio-orto y neurología	3
Cirugía ortopédica	3
Cirugía de Cistoscopia y endoscopia	3
Unidad de cuidados pos-anestésicos	3
Cuartos de anestesia	-
Recuperación	3
Cuarto post-parto	1
Salas de parto	3
Emergencia	1
Cuarto para cardiaco	3
Cateterizacion cardiaca	2
Cuartos de autopsia	1 por estación de trabajo
Cuartos para ortopedia	1

Tabla 3.10 Distribución de las entradas de vacío medico según lo establecido por la NFPA99

Homólogamente la IMSS presenta su propia distribución de entradas de vacío medico las cuales las podemos observar y comparar respecto a los propuestos por la NFPA 99 en la Tabla 3.11

Localización	Salidas de vacío
Sala de operaciones	3/cuarto
Cistoscopia	3/cuarto
Sala de partos	3/cuarto
Procedimientos especiales	3/cuarto
Otras localizaciones anestésicas	3/cuarto
Recuperación	3/cama
UCI (excepto cardiacos)	3/cama
Cuartos de emergencia	1/cama
Cuartos de emergencia-trauma mayor	3/cama
UCI cardiacos	2/cama
Laboratorios de cateterizacion	2/cama
Cuarto de excisión quirúrgica	1/cuarto
Unidad de diálisis	½ por cama
Cuartos de recién nacidos	2 por cuarto

Tabla 3.11 Distribución de entradas de vacío según el IMSS

3.6.4 Sistemas de alarma para Oxígeno, Aire Comprimido y Oxido Nitroso.

- a. Todos los paneles de alarmas, local, de área y maestra para sistema de gases médicos (exceptuando al vacío médico) deben de suministrar lo siguiente:
 - i. Indicadores visuales separados para condicion monitoreada.
 - ii. Indicación audible cancelable de una condicion de alarma. El indicador audible debe producir un mínimo de 80 db medidos desde una distancia de 1 metro. Una segunda condicion indicada ocurriendo mientras la alarma es silenciada, reiniciará la señal audible.
 - iii. Un medio para indicar visualmente una falla de los indicadores visuales.
- b. Las alarmas de área, locales y maestras se accionarán visual o audiblemente si:
 - i. Ocorre la condicion monitoreada.
 - ii. Si el alambrado al sensor o al interruptor es desconectado.
- c. Cada alarma de área, local o maestra debe ser etiquetada para su área de vigilancia (O₂, vacío, aire médico etc) y cuarto servido. Cada indicador debe ser separadamente etiquetado indicando la condición monitoreada.
- d. Ninguna computadora centralizada debe sustituir el sistema de alarmas indicado, pero se permite que se use como complemento.

3.6.5 Alarma Maestra.

- a. Un sistema de alarmas maestra, será suministrada para monitorear la operación y condición de la fuente de suministro, la reserva (si hubiera) y la presión de las líneas principales de todos los sistemas de gases médicos. Se asume que esta alarma es instalada en el departamento de ingeniería.
- b. El sistema de la rama maestra consistirá de 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 panel será localizado para asegurar la vigilancia continua durante las horas de trabajo de la instalación de salud (Telefonía, vigilancia).
- c. Cada panel de alarma maestra incluirá indicadores visuales para cada una de las siguientes condiciones:
 - i. Un indicador separado será suministrado para todos los sistemas suministrados por un manifold o un sistema tipo bulk tipo alternante que tiene como parte de su operación normal un cambiador de una porción del suministro de operación a otra porción. Indicará cuando o justo antes de que este cambio ocurra.
 - ii. Donde un manifold o suministro bulk consiste de una o más unidades que continuamente suministran al sistema de tuberías, mientras otra unidad permanece como el suministro de reserva y opera solamente en caso de emergencia, el debe indicar separadamente por cada sistema cuando o justamente antes de que este cambio ocurra.
 - iii. Donde las válvulas check no son suministradas para cada tubería de conexión de los cilindros del suministro de reserva para un manifold o un sistema bulk, ello será indicado separadamente para cada sistema cuando el suministro de reserva es reducido al suministro promedio de un día. Si las válvulas check son suministradas en cada tubería de conexión de los cilindros, esta señal no es requerida. Esta señal estará presente solamente si el sistema de suministro de reserva consiste de cilindros de alta presión

que no tienen válvula check en las tuberías de conexión o es suministrada por una segunda unidad de almacenaje líquido tipo bulk

- iv. Cuando una unidad de almacenaje de líquido criogénico es usada como reserva para un sistema de suministro tipo bulk, será indicado separadamente para cada sistema cuando el contenido de la reserva es reducido al suministro promedio de un día y cuando la presión del gas disponible en la unidad de reserva es reducida debajo de la presión requerida para el adecuado funcionamiento.
- v. Será indicado separadamente para cada sistema de tuberías de gas médico, cuando la presión en la línea principal aumenta o disminuye el 20% de la presión normal de operación. El interruptor actuante para estas señales será instalado en la línea principal inmediatamente aguas abajo (en el lado de las tuberías de distribución) de la válvula de corte de la línea principal o la válvula de la fuente si la válvula de corte de la línea principal no es requerida.
- vi. Se debe suministrar un indicador separado de punto de rocío.

3.6.6 Alarmas de área.

- a. 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.
- b. Los paneles de alarmas de área serán localizados en las estaciones de enfermería u otra ubicación que suministrará por vigilancia responsable. Un panel de alarma para sistema de tubería nivel 1 no es necesario en todas las estaciones de enfermería, solo en las áreas indicadas anteriormente.
- c. Las alarmas de área indicarán si la presión en la línea local aumenta o disminuye el 20% de la presión normal de línea.
- d. Interruptores actuantes o sensores para áreas de cuidados críticos serán colocados en la línea individual, que suministra a cada una de tales líneas específicas. Ninguna válvula, que no sean las localizadas en las áreas

accesibles solamente para personal autorizado, intervendrán entre el sensor o interruptores y las salidas dirigidas a ser monitoreadas por la alarma.

3.6.7 Alarmas Locales.

- a. Algunas veces son colocadas en las localizaciones anestésicas. El requisito es que se ubique en la estación existente dentro de quirófanos, pero no en el quirófano mismo. El panel de alarma funcionaría al menos para lo siguiente:
 - i. Retardo en la operación de compresores.
 - ii. Alto nivel de agua en el receptor.
 - iii. Alto nivel de agua en los separadores.
 - iv. Alta descarga de la temperatura del aire.
 - v. Altos niveles de monóxido de carbono.
 - vi. Retardo en la operación de la bomba de vacío.
- b. El punto de rocío debe ser monitoreado y se debe de colocar una alarma para indicar cuando el punto de rocío de la presión de línea es superior a 39°F(3.9°C)
- c. El monóxido de carbono para aire médico, debe ser monitoreado cuando excede de 10ppm

3.7 Sistemas de alarmas para vacío médico.

3.7.1 Alarmas Maestras.

- a. Con el fin de asegurar una observación responsable y continua, el panel de señales de la alarma maestra, debe estar ubicado en dos localizaciones separadas, alambradas en paralelo a un único sensor, para indicar cuando el vacío en la línea principal, tienen una pérdida abajo del nivel requerido. Señales audibles y no cancelables visuales deben ser instaladas en la oficina o sala principal de trabajo del responsable individual por el mantenimiento del sistema de vacío y para asegurar la vigilancia continua en el área del conmutador etc.
- b. El actuador (interruptor de vacío) para la alarma maestra debe de conectarse a la línea principal inmediatamente aguas arriba (en el terminal o lado de

entrada) de la válvula de la fuente (válvula de línea principal, si fuera equipada).

3.7.2 Sistemas de alarma de área de sistemas de vacío.

- a. Las alarmas de área deben ser suministradas para localizaciones anestésicas y de cuidados críticos.
- b. Los paneles de señales audibles y visuales deben de instalarse en las estaciones de enfermería.
- c. Los actuadores (interruptores de vacío) para señales de alarma de área debe ser ajustados para que se activen su respectiva señal de alarma (Visual y audible) a y abajo de 12 pulgadas de mercurios de vacío.

CAPITULO IV.
PROCEDIMIENTOS Y
METODOS DE DISEÑO.

CAPITULO IV. PROCEDIMIENTOS Y METODOS DE DISEÑO.

4.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describen los diferentes métodos que se aplicaran para diseñar una red de gases médicos, ya sea para O₂, N₂O, Aire comprimido y Vacío. Así mismo se mencionaran criterios que se aplicaran durante la elaboración del diseño, los cuales serán citados de la NFPA 99. Se describirán generalidades de los tres diferentes métodos para el dimensionamiento de una red de gases médicos que se aplicaran en este capítulo.

Una de las principales consideraciones a tomar durante el diseño, es que la presión de la red debe de tener un margen que permita la variación entre 50 a 55 psig en las redes de oxígeno, óxido nitroso y aire comprimido.

El primer método, con el cual se dimensionara una nueva alternativa en la distribución de los gases médicos del nosocomio, es el conocido como Método de Tablas, el cual como su nombre indica son una serie de tablas en las cuales se especifican las pérdidas de presión para un tramo de tubería con una longitud de 100 pies; para los diferentes diámetros de tubería tal y como se puede observar en el Anexo 1; este método se puede aplicar tanto para O₂, N₂O, Aire Comprimido y Vacío con la salvedad que para los dos primeros no difiere en ningún punto no así para el diseño de la red de Aire Comprimido y la red de Vacío que se tomaran otras consideraciones.

El segundo método, el cual se le conoce como Método CHEMETRON no difiere mucho del método anterior pero si posee una característica muy peculiar, ya que se utiliza una regla de cálculo para poder determinar las pérdidas de presión; este método se puede aplicar tanto para O₂, N₂O, Aire Comprimido, así como para Vacío.

Otra consideración en el diseño utilizando los métodos anteriores es agregar las pérdidas por fricción en los accesorios de la red tales como uniones, válvulas, codos, etc. Para esto es necesario agregar a la longitud total de cada tramo un 50% más de la longitud total del tramo; de esta manera ya se estará incluyendo todas las pérdidas de los accesorios.

El tercer método, es exclusivamente para una red de Vacío el cual es tomado de la NFPA 99, en dicho método, a diferencia de los anteriores se utilizan términos diferentes para referirse a áreas donde se distribuye el Vacío. Estos términos son:

- **Trayectoria Principal:** es aquella trayectoria de tubería que alimenta a más de un cuarto.
- **Cuarto:** un cuarto es equivalente a 6 cuartos que posean tomas tipo A, según la tabla siguiente.

Localización	Grupo de uso
Cuartos de Operaciones y localizaciones anestésicas.	A
Cistoscopia	A
Sala de Partos	A
Procedimientos Especiales	A
Sala de Recuperación	A
UCI	A
Cuartos de Emergencia	A
Laboratorio de Cateterización	B
Unidad de Diálisis	B
Nurseria	B
Cuartos de Pacientes	B
Cuartos de tratamientos y exámenes	B
Autopsia	B

Tabla 4.1 Tipo de tomas.

Para el dimensionamiento de la fuente de oxígeno se tomara en cuenta los criterios mencionados en el capítulo anterior con respecto a un sistema tipo BULK, ya sea para oxígeno, óxido nítrico. Para el dimensionamiento de la fuente de aire comprimido se basara en la demanda total de SCFM y así se tomara en cuenta una tecnología que supla la demanda del sistema según especificaciones técnicas de los fabricantes.

4.2 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA OXIGENO Y OXIDO NITROSO.

4.2.1 METODO DE TABLAS.

Primer Paso: *Adquisición de los planos arquitectónicos de la distribución del hospital.*

Teniendo a disposición el plano del hospital es posible identificar las diferentes áreas, además de los tramos de tubería de la red de gases médicos.

Segundo Paso: *Realizar la distribución mecánica sobre el plano arquitectónico.*

Esto se realiza con el fin de poder disponer de una manera más comprensible la ubicación de cada toma así como de cada línea ramal a la cual también se le asigna la longitud en pies, el diámetro y el caudal de cada tramo.

Tercer Paso: *Asignación de flujo en los diferentes ramales.*

Al conocer los flujos en los diferentes ramales, es posible obtener la pérdida equivalente de cada tramo de tubería tal como se muestra en el Anexo 2.1.

Cuarto Paso: *Tabulación de las pérdidas y cálculo de la pérdida total.*

Colocamos los valores de las pérdidas obtenidas en las tablas del Anexo 1.1 y a partir de estas, podemos obtener la pérdida total, la cual no debe de superar los 5PSIG de pérdida de presión.

De igual manera al proceso anterior se trabaja para calcular las pérdidas de presión en las redes de oxido nitroso con sus respectivas tablas de perdidas Anexo 1.2 para oxido nitroso.

4.2.2 MÉTODO CHEMETRON.

Primer Paso: *Adquisición de los planos arquitectónicos de la distribución del hospital.*

Teniendo a disposición el plano del hospital es posible identificar las diferentes áreas, además de los tramos de tubería de la red de gases médicos.

Segundo Paso: *Realizar la distribución mecánica sobre el plano arquitectónico.*

Esto se realiza con el fin de poder disponer de una manera más comprensible la ubicación de cada toma así como de cada línea ramal a la cual también se le asigna la longitud en pies, el diámetro y el caudal de cada tramo.

Tercer Paso: *Asignación de flujo en los diferentes ramales.*

Al conocer los flujos en los diferentes ramales, es posible obtener la perdida equivalente de cada tramo de tubería tal como se muestra en el Anexo 2.2

Cuarto Paso: *Tabulación de las perdidas y cálculo de la pérdida total.*

Colocamos los valores de las pérdidas obtenidas en las tablas y a partir de estas podemos obtener la pérdida total, la cual no debe de superar los 5PSIG de pérdida de presión.

De igual manera al proceso anterior se trabaja para calcular las pérdidas de presión en las redes de oxido nitroso y aire comprimido.

4.3 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA AIRE COMPRIMIDO.

4.3.1 MÉTODO DE TABLAS.

Primer Paso: *Adquisición de los planos arquitectónicos de la distribución del hospital.*

Teniendo a disposición el plano del hospital es posible identificar las diferentes áreas, además de los tramos de tubería de la red del aire medico.

Segundo Paso: *Realizar la distribución mecánica sobre el plano arquitectónico.*

Esto se realiza con el fin de poder disponer de una manera más comprensible la ubicación de cada toma así como de cada línea ramal a la cual también se le asigna la longitud en pies, el diámetro y el caudal de cada tramo.

Tercer Paso: *Asignación de flujo en los diferentes ramales.*

Al conocer los flujos en los diferentes ramales, es posible obtener la perdida equivalente de cada tramo de tubería tal como se muestra en el Anexo 2.3

Cuarto Paso: *Tabulación de las pérdidas y cálculo de la pérdida total.*

Colocamos los valores de las pérdidas obtenidas en las tablas del Anexo 1.3 y a partir de estas, podemos obtener la pérdida total, la cual no debe de superar los 5PSIG de pérdida de presión.

4.4 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA VACÍO.

4.4.1 MÉTODO CHEMETRON

Primer Paso: *Adquisición de los planos arquitectónicos de la distribución del hospital.*

Teniendo a disposición el plano del hospital es posible identificar las diferentes áreas, además de los tramos de tubería de la red de gases médicos.

Segundo Paso: *Realizar la distribución mecánica sobre el plano arquitectónico.*

Esto se realiza con el fin de poder disponer de una manera más comprensible la ubicación de cada toma así como de cada línea ramal a la cual también se le asigna la longitud en pies, el diámetro y el caudal de cada tramo(SCFM).

Tercer Paso: *Utilizar la regla de cálculo de CHEMETRON para encontrar las pérdidas de fricción.*

Para esto se hará uso de la regla de cálculo de CHEMETRON con la cual se lograra encontrar las pérdidas de presión por fricción de cada tramo de tubería como se muestra en el anexo 2.4.

Cuarto Paso: *Tabulación de las perdidas y cálculo de la pérdida total.*

Colocamos los valores de las pérdidas obtenidas en las tablas y a partir de estas podemos obtener la pérdida total, la cual no debe de superar las 4”Hg de pérdida de presión, como también en una línea de suministro.

4.4.2 CALCULO DE PERDIDAS POR EL MÉTODO NFPA

Primer Paso: *Calculo de los caudales de las trayectorias principales.*

Para calcular los caudales de las trayectorias principales se utilizara la siguiente ecuación:

$$\text{Caudal (SCFM)} = (N_a) \cdot \left(\frac{1}{4}\right) \cdot (FU_a) \cdot (N_b) \cdot \left(\frac{1}{4}\right) \cdot (FU_b) + (N_{sop}) \cdot (15)$$

Donde:

Na: Cantidad de tomas existentes del tipo A que debe alimentar el tramo de tubería.

FUa: Factor de uso asignado de acuerdo al numero de tomas tipo A existentes (Ver Figura 4.1).

Nb: Cantidad de tomas existentes del tipo B que debe alimentar el tramo de tubería.

FUb: Factor de uso asignado de acuerdo al numero de tomas tipo B existentes (Ver Figura 4.1).

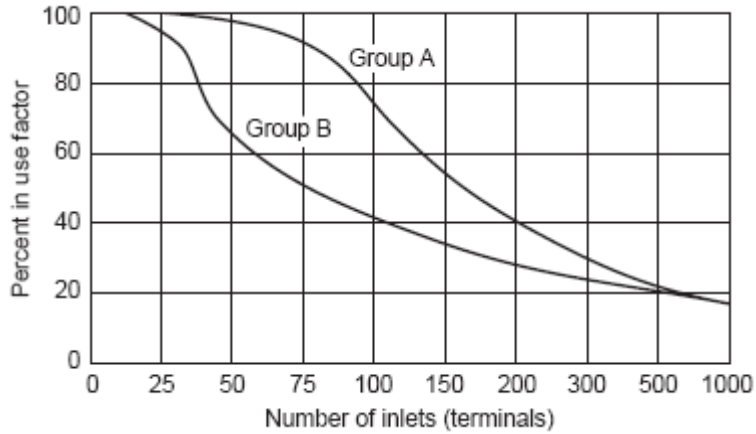


Figura 4.1 Relación del número de tomas y el factor de uso.

Segundo Paso: *Calcular el caudal en las trayectorias ramales.*

Para el cálculo de los caudales en las trayectorias ramales se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Caudal en trayectoria ramal (SCFM)} = (N) \cdot (1.5) \cdot (FU)$$

Donde:

N: Numero de salidas (tipo A o B)

FU: Facto de uso (ver figura 4.1).

Tercer Paso: *Calcular las pérdidas de presión.*

Con el caudal obtenido anteriormente y el diámetro de la tubería se procede a determinar la pérdida de presión en pulgadas de mercurio para longitudes de 100 pies de tubería y 15 pulgadas de mercurio de presión de trabajo (vacío) esta información se obtiene de la Figura 4.2.

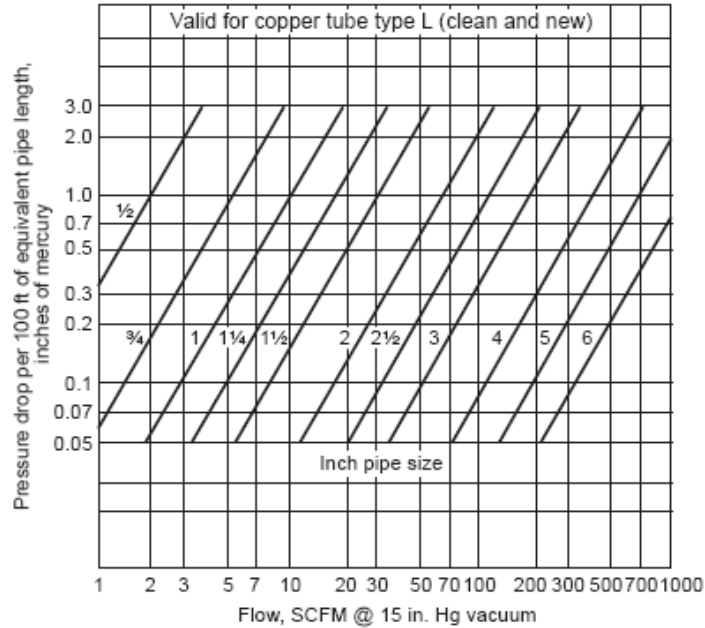


Figura 4.2. Pérdidas de presión en relación a la longitud de tubería y la presión de vacío.

Para determinar las pérdidas de presión para otros niveles de presión de vacío diferentes a 15" Hg. Se debe dividir la pérdida de presión encontrada por la siguiente relación:

$$\frac{30 - \text{Nuevo Nivel de Vacío}}{15}$$

4.5 Dimensionamiento de las fuentes de Oxígeno.

Para el dimensionamiento de la fuente de oxígeno se pueden tomar en cuenta las siguientes consideraciones en función del máximo caudal de suministro:

- Si el número de camas supera las 100 unidades se recomienda utilizar Oxígeno líquido, siempre y cuando el consumo de oxígeno sea superior al brindado por un sistema tipo bulk con cilindros tipo G o H.
- Se puede considerar en un momento que no se utilice oxígeno líquido, que 1 cilindro de 220 pies cúbicos (tipo G o H) por cada 10 camas, con la

condición que el sistema posea un respaldo de cilindros como mínimo de un día de la demanda de la institución.

- c. Se recomienda utilizar el diseño de suministro con banco primario y secundario y sistema de emergencia; tomando en cuenta el aumento con respecto al tiempo de la población atendida del hospital.

4.6 Dimensionamiento de la central de óxido nitroso.

Se puede considerar el dimensionamiento 1 cilindro de 6 metros cúbicos por cada dos salas de operaciones y de expulsión o ambas. Se recomienda utilizar el diseño de suministro con banco primario y secundario y sistema de emergencia.

En lo que se refiere a características de elementos de la fuente se pueden considerar los mismos utilizados en el sistema de oxígeno que son muy similares.

4.7 Dimensionamiento de la central de Aire Comprimido.

Para el dimensionamiento de la fuente de suministro de aire comprimido se debe considerar de acuerdo al método de dimensionamiento que haya utilizado la sumatoria de todos los caudales asignados (SCFM ó LPM) de cada estación de salida con sus respectivos factores de uso.

La elección potencia y caudal de suministro del compresor es de acuerdo a la demanda total del sistema, tomando en cuenta la máxima presión que se le debe brindar al sistema; se debe elegir el compresor que brinde la máxima presión. Con la presión de trabajo y el flujo máximo del sistema definido, recopilar información de los fabricantes y seleccionar la potencia del compresor que sea capaz de suministrar la demanda total; tomando en cuenta las compensaciones debido a las pérdidas de presión por altura sobre el nivel del mar.

El sistema a instalarse debe de ser de tipo duplex de compresores de aire, donde cada uno de ellos debe ser capaz de suministrar la demanda total del sistema.

Se debe dimensionar los diámetros de entrada de aire comprimido hacia los compresores y tomar en cuenta la ubicación del mismo referente a las distancias mínimas que debe existir entre ventanas, puertas y sobre el nivel del suelo.

4.8 Dimensionamiento de la central de vacío

Para el dimensionamiento de la central de vacío se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Determinar la demanda total del sistema a través de la información dada por instituciones dedicadas al diseño de sistemas de vacío, aplicando los respectivos caudales y factores de uso. Se recomienda el método de la NFPA, ya que establece un procedimiento muy preciso para determinar el caudal total del sistema de vacío en SCFM.
- b. Agregar las pérdidas de presión por altura.
- c. Con la demanda calculada, elegir a través de los manuales de fabricantes la potencia del compresor necesaria para que pueda suplir la demanda pico calculada del sistema de vacío.
- d. Al igual que la central de aire comprimido este debe de ser un sistema de tipo duplex de compresores, donde cada uno de ellos debe ser capaz de suministrar la demanda total del sistema.
- e. Para sistemas de vacío se recomienda que el nivel de vacío sea de 15 pulgadas de mercurio en la salida más lejana. En función de la potencia del compresor seleccionado, utilizar la información que da el fabricante para determinar el diámetro de la tubería de descarga.

CAPITULO V.
ANALISIS DEL SISTEMA DE
GASES MEDICOS DEL
HOSPITAL NACIONAL “JUAN
JOSE FERNANDEZ” ZACAMIL.

CAPITULO V. ANALISIS DEL SISTEMA DE GASES MEDICOS DEL HOSPITAL NACIONAL “JUAN JOSE FERNANDEZ” ZACAMIL.

5.1 INTRODUCCION.

En el Capitulo “Análisis del Sistema de Gases Médicos del Hospital Nacional Zacamil”, se realizara un estudio del consumo del sistema de gases médicos el cual nos brindara una idea de la realidad actual del sistema, esto nos permitirá saber cuáles son las áreas que tienen mayor demanda dentro del Hospital y determinar las diferente necesidades y aplicaciones clínicas de los cuatro Sistemas de Gases Médicos.

Dentro de este capítulo también se realizara un análisis de las tecnologías que se tienen en la actualidad el cual estará desglosado en tres partes principales las cuales son la fuente, distribución y utilización, este análisis nos permitirá saber si con las tecnologías que se cuenta actualmente pueden hacerle frente a la demanda de Gases Médicos dentro del Hospital.

Para el análisis de las tecnologías actuales se realizara un método llamado de pesos, este método nos permitirá evaluar las características de cada sistema de gases en sus tres principales partes fuente, distribución y utilización.

5.2. Consumo de Gases Médicos del Hospital “Juan José Fernández” Zacamil.

El análisis del consumo de gases médicos se realiza con el objetivo de poder brindar alternativas de solución, en el cual se incluyen tanto cilindros que se consumen dentro de la red de gases como los que se transportan internamente a través del personal. En la tabla 5.1 se observan la demanda en cilindros de oxígeno, que se presentaron en el Hospital durante los dos semestres del año 2009.

DEMANDA DE CILINDROS DE OXIGENO DURANTE EL 2009		
MES	NUMERO DE CILINDROS DE OXIGENO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.	
	TIPO E (23PC)	TIPO H (220PC)
Enero	21	877
Febrero	16	805
Marzo	21	722
Abril	36	771
Mayo	29	807
Junio	25	776
Julio	32	803
Agosto	32	812
Septiembre	23	935
Octubre	33	969
Noviembre	11	856
Diciembre	8	609
CONSUMO ANUAL	287	9742
CONSUMO APROXIMADO MENSUAL	24	812

Tabla 5.1. Demanda de cilindros de oxigeno durante el 2009.

Ahora que se conoce el consumo mensual y/o anual (para el caso del año 2009) se deben de obtener su equivalente en litros por minutos (LPM) los cuales son aplicados en la etapa de dimensionamiento y diseño de la propuesta de renovación.

Para realizar la conversión se siguen dos pasos los cuales aplicaremos para los datos del consumo del año 2009 para ejemplificar el proceso esto se muestra a continuación:

⇒ Primera convertir la cantidad de cilindros en pies³ multiplicando el valor en pies³ del cilindro por el número de cilindros consumidos

→ Para el consumo anual de cilindros de oxígeno de 23 pc se tiene:

$$287 * 23 = 6601 \text{ pc}$$

→ Para el consumo mensual de cilindros de oxígeno de 23 pc se tiene:

$$24 * 23 = 552 \text{ pc}$$

→ Para el consumo anual de cilindros de oxígeno de 220 pc se tiene:

$$9742 * 220 = 2,143,240 \text{ pc}$$

→ Para el consumo mensual de cilindros de oxígeno de 220 pc se tiene:

$$812 * 220 = 178,240 \text{ pc}$$

⇒ Segundo: convertir los pies³ en LPM multiplicándolos por 28.3168

→ Para el consumo anual de cilindros de oxígeno de 23 pc se tiene:

$$6601 * 28.3168 = 186,919.1968 \text{ LPM}$$

→ Para el consumo mensual de cilindros de oxígeno de 23 pc se tiene:

$$552 * 28.3168 = 15,630.8736 \text{ LPM}$$

→ Para el consumo semestral de cilindros de oxígeno de 220 pc se tiene:

$$2,143,240 * 28.3168 = 60,689,698.432 \text{ LPM}$$

→ Para el consumo mensual de cilindros de oxígeno de 220 pc se tiene:

$$178,240 * 28.3168 = 5,047,186.432 \text{ LPM}$$

Los resultados de los procedimientos anteriores, son presentados en la tabla 5.2 para su mayor comprensión y análisis.

DEMANDA DE OXIGENO EN PIES CUBICOS Y LPM PARA EL 2009				
FRECUENCIA DE CONSUMO	TOTAL EN PC		TOTAL EN LPM	
	CILINDROS DE 23 PC	CILINDROS DE 220 PC	CILINDROS DE 23 PC	CILINDROS DE 220 PC
MENSUAL	552	178,240	15,630.8736	5,047,186.432
ANUAL	6,601	2,143,240	186,919.1968	60,689,698.432

Tabla 5.2 Demanda de oxígeno en PC y LPM durante el 2009.

5.3. Demanda de Oxígeno Nitroso.

En las tablas 5.3 se observan las demandas en cilindros de óxido nítrico, que se presentaron en el Hospital durante el año 2009.

DEMANDA DE CILINDROS DE ÓXIDO NÍTRICO DURANTE EL 2009		
MES	NUMERO DE CILINDROS DE ÓXIDO NÍTRICO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.	
	6.5 LIBRAS	TIPO G (56 LIBRAS)
Enero	3	7
Febrero	3	8
Marzo	3	3
Abril	2	2
Mayo	4	3
Junio	2	0
Julio	3	0
Agosto	0	1
Septiembre	4	0
Octubre	1	0
Noviembre	3	0
Diciembre	1	2
CONSUMO ANUAL	29	26
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL	3	3

Tabla 5.3 Demanda de cilindros de óxido nítrico durante el 2009.

Sabiendo que para el cilindro tipo G se tienen 487pc y para el cilindro de 6.5 libras se tienen 57pc se pueden utilizar los mismos pasos para encontrar los LPM que se emplearon en la demanda de oxígeno, lo cual genera la tabla 7 y tabla 8 correspondientes al año 2009.

DEMANDA DE OXIDO NITROSO EN PIES CUBICOS Y LPM PARA EL 2009				
FRECUENCIA DE CONSUMO	TOTAL EN PC		TOTAL EN LPM	
	CILINDROS DE 6.5 lbs	CILINDROS DE 56 lbs	CILINDROS DE 6.5 lbs	CILINDROS DE 56 lbs
MENSUAL	171	1,461	4,842.1728	41,370.8448
ANUAL	1,653	12,662	46,807.6704	358547.322

Tabla 5.4 Demanda de oxido nitroso en PC y LPM durante el 2009.

5.4. Demanda de Aire Comprimido.

En la tabla 5.5 se observa la demanda de aire comprimido, que se presentaron en el Hospital durante el año 2007 y durante el primer semestre del año 2008 respectivamente.

DEMANDA DE CILINDROS DE AIRE COMPRIMIDO DURANTE EL 2009	
MES	NUMERO DE CILINDROS DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.
	TIPO K (210 PC)
Enero	38
Febrero	106
Marzo	41
Abril	43
Mayo	40
Junio	97
Julio	58
Agosto	47
Septiembre	110
Octubre	201
Noviembre	115
Diciembre	110
CONSUMO ANUAL	1006

CONSUMO MENSUAL APROXIMADO	84
---------------------------------------	-----------

Tabla 5.5 Demanda de cilindros de aire comprimido durante el 2009.

De la misma manera en como se han trabajado los demás gases se realiza el mismo procedimiento para realizar la conversión de la demanda en cilindros a LPM. Estos procedimientos se resumen en la Tabla 5.6 para el año 2009.

DEMANDA DE AIRE COMPRIMIDO EN PIES CUBICOS Y LPM PARA EL AÑO 2009		
FRECUENCIA DE CONSUMO	TOTAL EN PC	TOTAL EN LPM
MENSUAL	17,640	504,747.432
ANUAL	211,260	59,82,207.17

Tabla 5.6 Demanda de aire comprimido en PC y LPM durante el año 2009.

5.5. Demanda a Futuro.

Estimar la demanda a futuro es un factor muy importante a considerar ya que de esta manera se puede identificar si el diseño implementado es aun costo-efectivo para el hospital o si en dado caso se contara con una nueva propuesta de renovación, se analiza a partir de esta demanda estimada si se realizo un buen dimensionamiento del sistema.

Para la estimación de esta demanda se hace uso de las tablas de consumo de cilindros para cada uno de los tipos de gases (año 2009) con el fin de seguir las tendencias que presenten, y así poder encontrar una ecuación matemática, a través de una hoja de cálculo, por medio de la cual se puedan calcular estos consumos de los gases médicos en el tiempo.

5.5.1. Demanda a futuro para Oxígeno.

DEMANDA DE CILINDROS DE OXIGENO DURANTE EL 2009		
MES	NUMERO DE CILINDROS DE OXIGENO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.	
	TIPO E (23PC)	TIPO H (220PC)
Enero	27	1131
Febrero	22	755
Marzo	23	699
Abril	9	654
Mayo	16	783
Junio	10	697
Julio	17	794
Agosto	13	730
Septiembre	23	864
Octubre	23	863
Noviembre	16	849
Diciembre	21	1067
CONSUMO ANUAL	220	9886
CONSUMO APROXIMADO MENSUAL	19	824

Tabla 5.7 Demanda de cilindros de oxígeno durante el 2009

A partir de los datos de las tablas se genera la ecuación por medio de la cual se podrá determinar la demanda de oxígeno en el tiempo tanto para cilindros tipo E como tipo H el tiempo para el cual se calculara la demanda es de 15 años, todo esto se resume en las Tabla 5.8 y 5.9 respectivamente.

Años	Consumo de cilindros de oxígeno de 23pc	
0	2006	3163
1	2007	3829
2	2008	2362
3	2009	2498
4	2010	2498
5	2011	2566
6	2012	2634
7	2013	2702
8	2014	2770
9	2015	2838
10	2016	2906
11	2017	2974
12	2018	3042
13	2019	3110
14	2020	3178
15	2021	3246

Tabla 5.8 Consumo de cilindros de oxígeno de 23pc desde la fecha a 15 años en el futuro.

Años	Consumo de cilindros de oxígeno de 220pc	
0	2006	3163
1	2007	3829
2	2008	12002
3	2009	12112
4	2010	12112
5	2011	12167
6	2012	12222
7	2013	12277
8	2014	12332
9	2015	12387
10	2016	12442
11	2017	12497
12	2018	12552
13	2019	12607
14	2020	12662
15	2021	12717

Tabla 5.9 Consumo de cilindros de oxígeno de 220pc desde la fecha a 15 años en el futuro.

Al comparar los datos de demanda se puede observar que estos tienden a aumentar con el tiempo lo cual lleva a deducir que el diseño actual no será de mucha ayuda en algunos años por lo cual se debe pensar, en remodelar el servicio

5.6. Demanda a futuro para Oxido Nitroso.

DEMANDA DE CILINDROS DE OXIDO NITROSO DURANTE EL 2009		
MES	NUMERO DE CILINDROS DE OXIDO NITROSO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.	
	6.5 LIBRAS	TIPO G (56 LIBRAS)
Enero	1	3
Febrero	2	1
Marzo	3	2
Abril	2	2
Mayo	2	2
Junio	2	2
Julio	1	2
Agosto	1	1
Septiembre	2	2
Octubre	5	2
Noviembre	3	2
Diciembre	2	2
CONSUMO ANUAL	26	23
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL	3	2

Tabla 5.10 Demanda de cilindros de oxido nitroso durante el 2009.

Años	Consumo de cilindros de oxido nitroso de 6.5 lbs	
0	2006	24
1	2007	25
2	2008	25
3	2009	26
4	2010	29
5	2011	57
6	2012	86
7	2013	115
8	2014	143
9	2015	172
10	2016	200
11	2017	229
12	2018	257
13	2019	286
14	2020	315
15	2021	343

Tabla 5.11 Demanda de cilindros de oxido nitroso de 6.5 lbs desde la fecha a 15 años en el futuro.

Años	Consumo de cilindros de oxido nitroso de 56 lbs	
0	2006	21
1	2007	22
2	2008	22
3	2009	23
4	2010	25
5	2011	51
6	2012	76
7	2013	101
8	2014	127
9	2015	152
10	2016	177
11	2017	202
12	2018	228
13	2019	253
14	2020	278
15	2021	304

Tabla 5.11 Demanda de cilindros de oxido nitroso de 56 lbs desde la fecha a 15 años en el futuro.

5.7. Demanda a futuro para Aire Comprimido.

DEMANDA DE CILINDROS DE AIRE COMPRIMIDO DURANTE EL 2009	
MES	NUMERO DE CILINDROS DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADOS DURANTE EL AÑO 2009.
	(210 PC)
Enero	124
Febrero	89
Marzo	110
Abril	86
Mayo	58
Junio	50
Julio	85
Agosto	117
Septiembre	82
Octubre	87
Noviembre	34
Diciembre	53
CONSUMO ANUAL	975
CONSUMO MENSUAL APROXIMADO	82

Tabla 5.13 Demanda de cilindros de aire comprimido de 210 pc durante el 2009.

Años	Consumo de cilindros aire comprimido de 210 pc	
0	2006	3163
1	2007	3829
2	2008	3025
3	2009	3069
4	2010	3069
5	2011	3091
6	2012	3113
7	2013	3135
8	2014	3157
9	2015	3179
10	2016	33201
11	2017	3223
12	2018	3245
13	2019	3267
14	2020	3289
15	2021	3311

Tabla 5.13 Demanda de cilindros de aire comprimido desde la fecha a 15 años en el futuro.

Al comparar los datos obtenidos se puede observar que existe una tendencia al aumento de la demanda del servicio, para lo cual el sistema actual no se encuentra dimensionado por lo tanto, es necesario, la remodelación del sistema actual, para lograr un dimensionamiento adecuado de los servicios en función de estas demandas futuras.

5.8. Análisis de las tecnologías del Hospital Nacional “Juan José Fernández” Zacamil.

En el análisis de las tecnologías de la red de Gases Médicos se tomarán ciertos aspectos para que el sistema cumpla con las necesidades del hospital entre ellas tenemos la capacidad de satisfacer la demanda actual, así como también si el diseño actual cumple con las normas y estándares internacionales como la NFPA entre otros.

Es por ello que se realizara un análisis de las condiciones actuales de los cuatro sistemas.

5.8.1. Oxigeno.

En el análisis de tecnologías actuales para la red de Oxigeno se van a evaluar las tres partes principales con las que está compuesto el sistema de Oxigeno, dentro de estas evaluaciones se tomaron las características principales para el perfecto funcionamiento del mismo es por ello que las principales características son:

- a) La seguridad es uno de los aspectos más importantes dentro del sistema y los cilindros se encuentran expuestos a muchos factores tanto de movimientos como a la fugas de presión, dentro de los dispositivos de fugas se encuentran las válvula de cierre y las válvulas de corte
- b) El suministro continuo. El suministro dentro del sistema debe ser constante es por ello que en la evaluación se analiza los intercambiadores de banco así como las condiciones de la tuberías y el estado de los tomas.
- c) La calidad de la tecnología. Dentro de la calidad de la tecnología incluye en el análisis la fuente distribución y utilización ya que en estas tres partes principales se encuentra implícito la tecnología utilizada.

Características	Valoración	Peso del evaluador/Total del peso de lo evaluado		
		VCT	PET	TPC
Fuente				
Seguridad de los cilindros a movimientos	10	8	80	
Protección contra movimientos de alta presión (Cola de cochino)	20	10	200	
Válvula de cierre de paso	25	15	375	
Calidad del Header (Fuga, Oxidación, Obstrucción)	25	15	375	
Estado de los reguladores de fuente a línea. (Medición correcta, Sin fuga, oxidación)	30	15	450	
Intercambiador de Banco (Funcionamiento, Deterioro, Oxidación)	30	20	600	
Estado de los reguladores de línea a trabajo.(Medición correcta, sin fuga, oxidación)	30	15	450	
Válvula de corte.	20	15	300	
Distribución				
Condiciones de las tuberías (Diámetros, Oxidación, Fuga, Soportes, Tipo de tuberías, Acoples, Identificación)	25	15	375	
Utilización				
Estado de los tomas (Fuga, Tipo, Tomas fijos)	20	10	200	
TOTAL	245	138	3405	

Tabla 5.14. Análisis de tecnología actual del Hospital para el año 2009.

5.8.2. Oxido Nitroso.

El sistema de Oxido nitroso tiene una gran semejanza con la del Oxigeno es por lo tanto las características del análisis no varían, estas se pueden ver en la tabla 5.15.

Características	Valoración	Peso del evaluador/Total del peso de lo evaluado		
		VCT	PET	TPC
Fuente				
Seguridad de los cilindros a movimientos	10	6	60	
Protección contra movimientos de alta presión (Cola de cochino)	20	10	200	
Válvula de cierre de paso	25	18	450	
Calidad del Header (Fuga, Oxidación, Obstrucción)	25	15	375	
Estado de los reguladores de fuente a línea. (Medición correcta, Sin fuga, oxidación)	30	20	600	
Intercambiador de Banco (Funcionamiento, Deterioro, Oxidación)	30	20	600	
Estado de los reguladores de línea a trabajo. (Medición correcta, sin fuga, oxidación)	30	15	450	
Válvula de corte.	20	10	200	
Distribución				
Condiciones de las tuberías (Diámetros, Oxidación, Fuga, Soportes, Tipo de tuberías, Identificación)	25	12	300	
Utilización				
Estado de los tomas (Fuga, Tipo, Tomas fijos)	20	10	200	
TOTAL	245	136	3435	

Tabla 5.15. Análisis de Tecnología Actual para el sistema de Oxido Nitroso.

5.8.3. Aire Comprimido.

En el análisis de tecnologías actuales para la red de Aire Comprimido se van a evaluar las tres partes principales con las que está compuesto el sistema al igual que el sistema de Oxígeno, dentro de estas evaluaciones se tomaron las características principales para el perfecto funcionamiento del mismo es por ello que las principales características a analizar son:

- a) La seguridad con la que está compuesta el sistema como son el sistema de alarmas, válvulas de seguridad, medidores de presión, válvulas de aislamiento que son parte importante del sistema para que este funcione en los parámetros permitidos, además en cualquier caso de emergencia poder prevenir algún desastre cortando el suministro ó en caso de alguna fuga del mismo.

- b) El suministro continuo. El sistema debe de brindar aire comprimido continuamente a través de un sistema de compresor, sistema de secador, filtros de línea con lo cual se garantiza que el sistema no quedara fuera de uso y sin brindar el servicio a las diferentes áreas del hospital.

- c) La calidad de la tecnología. Dentro de la calidad de la tecnología se analizaran las condiciones en las que se encuentran los diferentes equipos (Compresores, alarmas, receptores, reguladores, filtros, tuberías, tomas) que son parte importante del perfecto funcionamiento del sistema.

Características	Valoración	Peso del evaluador/Total del peso de lo evaluado	
		VCT	PET
Compresor de aire (Entrada de aire, Abertura de inspección, sistema dúplex, tipo de compresor, filtros silenciadores)	30	10	300
Sistema de alarma(Compresor fuera de servicio, compresor de reserva esta utilizándose)	30	20	600
Receptor(Válvula de seguridad, drenaje automático, visor de vidrio, medidor de presión, resistente a la corrosión, sistema by pass)	25	15	375
El sistema secador (Sistema dúplex, válvula de aislamiento)	25	20	500
Reguladores (multiplexados con válvulas de aislamientos)	20	15	300
Filtros de línea(Dúplex, Indicadores visuales)	20	15	300
Distribución			
Condiciones de las tuberías (Diámetros, Oxidación, Fuga, Soportes, Tipo de tuberías, Identificación)	30	20	600
Utilización			
Estado de los tomas (Fuga, Tipo, Tomas fijos)	20	10	200
TOTAL	200	125	2175

Tabla 5.16. Análisis de Tecnología Actual para el Sistema de Aire Comprimido.

5.8.4. Vacío.

En el análisis de tecnologías actuales para la red de vacío se van a evaluar las tres partes principales al igual que los sistemas analizados con anterioridad, es por ello que las principales características son:

- a) La seguridad que se analizara en el sistema de vacío se encuentran la alarma, válvula de corte, circuito de sobreprotección de carga, circuito de arranque, drenaje de los receptores que son parte importante de la seguridad ya que brindan protección de los rangos de las presiones que se deben manejar dentro del sistema, además en cualquier emergencia se puede cortar el suministro.

- b) El suministro continuo. El sistema debe poseer un sistema continuo a través de sistema dúplex de la bomba, receptor, motor la cual debe proporcionar que el sistema de vacío siempre se encuentre proporcionando el gas a la demanda que se necesite.

- c) La calidad de la tecnología. La tecnología que se debe utilizar debe ser acorde a la demanda que el hospital requiera para su funcionamiento óptimo es por ello que se analizara la tecnología con la que dispone el hospital.

Características	Valoración	Peso del evaluador/Total del peso de lo evaluado	
		VCT	PET
Condición de la bomba (Válvula de corte, Alternación)	25	15	375
Estado del motor (Circuito de desconexión, Circuito de Arranque, Protección de sobrecarga)	30	10	300
Receptores (Resistente, Dreno)	25	15	375
Escape (Ubicación, Protección, Dimensiones, Válvula)	20	10	200
Alarma (Interruptor de vacío, Rangos de presiones)	20	15	500
Sistema dúplex	30	10	300
Distribución			
Condiciones de las tuberías (Diámetros, Oxidación, Fuga, Soportes, Tipo de tuberías, Acoples, Identificación)	30	15	450
Utilización			
Estado de los tomas (Fuga, Tipo, Tomas fijos)	20	10	200
TOTAL	200	100	2700

Tabla 5.17. Análisis de Tecnología Actual del Sistema de Vacío.

CAPITULO VI.
PROPUESTA DE DISEÑO
DEL SISTEMA DE GASES
MEDICOS.

CAPITULO VI. PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE GASES MEDICOS.

6.1INTRODUCCION.

En los capítulos realizados con anterioridad se han formado las bases teóricas para tener un amplio conocimiento para brindar una solución a la problemática de demanda que sufre el Hospital, es por ello que en el siguiente capítulo que lleva por nombre “Propuesta de diseño del Sistema de Gases Médicos”, el cual incluye el análisis para los cuatro sistemas de gases médicos, utilizando métodos de diseños estudiados en el capítulo cuatro de esta tesis (Método de MEDAES, NFPA, CHEMETRON).

En este capítulo se realizaran análisis de pérdidas de la red actual el cual tiene como objetivo saber el estado de la red actual, así como también un análisis de las tecnologías con las que dispone actualmente los cuatro sistemas de gases médicos para poder realizar la propuesta tanto tecnológica la cual abarca tecnologías nuevas en el mercado tanto internacional como salvadoreño que puedan ser rentables a la realidad del Hospital Zacamil. Para el análisis tecnológico se realizara para dos tipos de marcas y se evaluaran por medio del método de pesos el cual se utilizo en el capítulo “Análisis del Sistema de Gases Médicos del Hospital Nacional”.

También se presentara un análisis de costos el cual va orientado al ahorro de los mismos al cual la institución se ve en la necesidad de incurrir.

6.2. Métodos de Diseño de la red de Oxígeno. Cálculo de pérdidas de presión.

Para realizar el diseño de la red de Oxígeno se debe hacer un análisis de la red actual, la cual consiste en el cálculo de las pérdidas de presión aplicando dos métodos los cuales son el método de tablas (MEDAES) y el método de CHEMETRON.

6.3. Primer Método. Cálculo de pérdidas de presión para la red de Oxígeno de la red actual por medio del método de CHEMETRON.

En el Capítulo IV “Procedimiento y Métodos de Diseño”, en el cual se detallan los pasos de cómo calcular por medio del Método de CHEMETRON las pérdidas de presión de la red de oxígeno, siguiendo esos pasos se han calculado en la tabla 6.1 las pérdidas para el suministro de Oxígeno por medio de CHEMETRON.

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	D	E	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	4.20	13.78	17.22	18	360	180	½	0.030	0.005167
2-3	7.30	23.95	29.94	8	160	80	½	0.030	0.008981
3-4	3.90	12.80	15.99	6	120	60	½	0.000	0
4-5	8.60	28.22	35.27	1	20	10	½	0.000	0
4-6	5.80	19.03	23.79	1	20	10	½	0.000	0
4-7	17.90	58.73	73.41	4	80	40	½	0.000	0
7-8	1.00	3.28	4.10	2	40	20	½	0.000	0
8-9	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
8-10	4.00	13.12	16.40	1	20	10	½	0.000	0
7-11	1.00	3.28	4.10	2	40	20	½	0.000	0
11-12	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
11-13	4.00	13.12	16.40	1	20	10	½	0.000	0
3-14	18.70	61.35	76.69	2	40	20	½	0.000	0
14-15	5.80	19.03	23.79	1	20	10	½	0.000	0
14-16	8.60	28.22	35.27	1	20	10	½	0.000	0

2-17	25.40	83.33	104.17	10	200	100	½	0.000	0
17-18	12.40	40.68	50.85	6	120	60	½	0.000	0
18-19	1.00	3.28	4.10	3	60	30	½	0.000	0
19-20	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
19-21	2.50	8.20	10.25	2	40	20	½	0.000	0
21-22	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
21-23	4.70	15.42	19.27	1	20	10	½	0.000	0
18-24	1.50	4.92	6.15	3	60	30	½	0.000	0
24-25	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
24-26	2.50	8.20	10.25	2	40	20	½	0.000	0
26-27	2.20	7.22	9.02	1	20	10	½	0.000	0
26-28	4.70	15.42	19.27	1	20	10	½	0.000	0
17-29	22.80	74.80	93.50	4	80	40	½	0.000	0
29-30	4.15	13.62	17.02	1	20	10	½	0.000	0
29-31	26.70	87.60	109.50	3	60	30	½	0.000	0
31-32	7.10	23.29	29.12	1	20	10	½	0.000	0
31-33	1.70	5.58	6.97	2	40	20	½	0.000	0
33-34	1.20	3.94	4.92	1	20	10	½	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	20	10	½	0.000	0
Pérdida Total									0.014149

Tabla 6.1. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Oxígeno Actual. Método CHEMETRON.

La Tabla 6.1 muestra las pérdidas para el suministro de Oxígeno por el método de CHEMETRON, la cual dio un total de pérdidas de 0.014149 para un flujo de 360 LPM lo que nos indica que para este flujo el diseño que se encuentra actualmente cumple con condiciones requeridas.

Cabe mencionar que el flujo con el que cuenta la red actual solo brinda oxígeno a pocos departamentos dentro del hospital en los que se encuentran Sala de Operaciones, Sala de Recuperaciones, Unidad de Cuidados Intensivos, Sala de Partos.

6.4. Segundo Método. Calculo de pérdidas de presión para la red de Oxigeno de la red Actual por medio de método de MEDAES.

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	4.20	13.78	17.22	18	180	75	135	½	0.359	0.062
2-3	7.30	23.95	35.93	8	80	100	80	½	0.135	0.048
3-4	3.90	12.80	19.19	6	60	100	60	½	0.082	0.016
4-5	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	½	0.004	0.002
4-6	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	½	0.004	0.001
4-7	17.90	58.73	88.09	4	40	100	40	½	0.041	0.036
7-8	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.013	0.001
8-9	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
8-10	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	½	0.004	0.001
7-11	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.013	0.001
11-12	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
11-13	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	½	0.004	0.001
3-14	18.70	61.35	92.03	2	20	100	20	½	0.013	0.012
14-15	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	½	0.004	0.001
14-16	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	½	0.004	0.002
2-17	25.40	83.33	125.00	10	100	100	100	½	0.199	0.249
17-18	12.40	40.68	61.02	6	60	100	60	½	0.082	0.050
18-19	1.00	3.28	4.92	3	30	100	30	½	0.025	0.001
19-20	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
19-21	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.013	0.002
21-22	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
21-23	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	½	0.004	0.001
18-24	1.50	4.92	7.38	3	30	100	30	½	0.025	0.002
24-25	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
24-26	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.013	0.002
26-27	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	½	0.004	0.000
26-28	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	½	0.004	0.001
17-29	22.80	74.80	112.20	4	40	100	40	½	0.041	0.046
29-30	4.15	13.62	20.42	1	10	100	10	½	0.004	0.001
29-31	26.70	87.60	131.40	3	30	100	30	½	0.025	0.033
31-32	7.10	23.29	34.94	1	10	100	10	½	0.004	0.001
31.33	1.70	5.58	8.37	2	20	100	20	½	0.013	0.001

33-34	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	½	0.004	0.000
33-35	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	½	0.004	0.000
Pérdida Total										0.575

Tabla 6.2 Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Oxígeno Actual. Método MEDAES.

En la tabla 6.2 se muestra el cálculo de las pérdidas de presión para el sistema de Oxígeno por el método de tablas el cual dio un total de 0.575 lo que indica que para el flujo el diseño de tuberías se encuentra con las condiciones requeridas para ese tipo de demanda.

6.5. Primer Método. Diseño de la red de Oxígeno Nitroso para la red Actual aplicando el método de la regla de cálculo (CHEMETRON).

METODO CHEMETRON.										
A	B		C	D	D	E	G	H	I	
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente	
1-2	2.00	6.56	8.20	18	360	180	½	0.000	0	
2-3	9.40	30.84	38.55	8	160	80	½	0.038	0.014649	
3-4	3.90	12.80	15.99	6	120	60	½	0.000	0	
4-5	8.00	26.25	32.81	1	20	10	½	0.000	0	
4-6	6.40	21.00	26.25	1	20	10	½	0.000	0	
3-7	18.70	61.35	76.69	4	80	40	½	0.000	0	
7-8	6.40	21.00	26.25	2	40	20	½	0.000	0	
8-9	8.00	26.25	32.81	1	20	10	½	0.000	0	
2-10	71.60	234.91	293.64	1	20	10	½	0.000	0	
10-11	7.70	25.26	31.58	2	40	20	½	0.000	0	
10-12	1.10	3.61	4.51	1	20	10	½	0.000	0	
12-13	1.20	3.94	4.92	1	20	10	½	0.000	0	
12-14	1.40	4.59	5.74	2	40	20	½	0.000	0	
Pérdida Total										0.014649

Tabla 6.3. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Oxido Nitroso Actual. Método CHEMETRON.

En la tabla 6.3 se realizó el cálculo de pérdidas para el sistema de Oxido Nitroso por el método de CHEMETRON el cual nos dio un total 0.014649 lo que nos indica que el sistema de tuberías se encuentra en buenas condiciones para suplir la demanda requerida por las salas de operaciones.

6.6. Segundo Método. Diseño de la red de Oxigeno Nitroso para la red Actual aplicando el método de la regla de cálculo (MEDAES).

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	2.00	6.56	8.20	7	70	75	53	1/2	0.096	0.008
2-3	9.40	30.84	46.26	4	40	100	40	1/2	0.047	0.022
3-4	3.90	12.80	19.19	2	20	100	20	1/2	0.014	0.003
4-5	8.00	26.25	39.37	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
4-6	6.40	21.00	31.50	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
3-7	18.70	61.35	92.03	2	20	100	20	1/2	0.014	0.013
7-8	6.40	21.00	31.50	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
8-9	8.00	26.25	39.37	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
2-10	71.60	234.91	352.36	3	30	100	30	1/2	0.029	0.102
10-11	7.70	25.26	37.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
10-12	1.10	3.61	5.41	2	20	100	20	1/2	0.014	0.001
12-13	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-14	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
									Pérdida Total	0.156

Tabla 6.4. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Oxido Nitroso.

En la Tabla 6.4 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de Oxido Nitroso por el método de MEDAES el cual dio un total de 0.156 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto.

**6.7. Primer Método. Diseño de la red de Aire Comprimido para la red Actual
Aplicando el método de CHEMETRON.**

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	D	E	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	5.70	18.70	23.38	18	360	180	½	0.095	0.022207
2-3	7.00	22.97	28.71	8	160	80	½	0.000	0
3-4	3.90	12.80	15.99	6	120	60	½	0.000	0
4-5	8.40	27.56	34.45	1	20	10	½	0.000	0
4-6	6.00	19.69	24.61	1	20	10	½	0.000	0
4-7	17.90	58.73	73.41	4	80	40	½	0.000	0
7-8	1.00	3.28	4.10	2	40	20	½	0.000	0
8-9	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
8-10	3.80	12.47	15.58	1	20	10	½	0.000	0
7-11	1.00	3.28	4.10	2	40	20	½	0.000	0
11-12	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
11-13	3.80	12.47	15.58	1	20	10	½	0.000	0
3-14	18.70	61.35	76.69	2	40	20	½	0.000	0
14-15	6.00	19.69	24.61	1	20	10	½	0.000	0
14-16	8.40	27.56	34.45	1	20	10	½	0.000	0
2-17	25.70	84.32	105.40	10	200	100	½	0.160	0.168635
17-18	12.80	41.99	52.49	6	120	60	½	0.000	0
18-19	1.00	3.28	4.10	3	60	30	½	0.000	0
19-20	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
19-21	2.50	8.20	10.25	2	40	20	½	0.000	0
21-22	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
21-23	4.50	14.76	18.45	1	20	10	½	0.000	0
18-24	1.50	4.92	6.15	3	60	30	½	0.000	0
24-25	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
24-26	2.50	8.20	10.25	2	40	20	½	0.000	0
26-27	2.00	6.56	8.20	1	20	10	½	0.000	0
26-28	4.50	14.76	18.45	1	20	10	½	0.000	0
17-29	23.20	76.12	95.14	4	80	40	½	0.000	0
29-30	4.75	15.58	19.48	1	20	10	½	0.000	0
29-31	25.90	84.97	106.22	3	60	30	½	0.000	0
31-32	7.30	23.95	29.94	1	20	10	½	0.000	0

31-33	1.50	4.92	6.15	2	40	20	½	0.000	0
33-34	1.20	3.94	4.92	1	20	10	½	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	20	10	½	0.000	0
Pérdida Total									0.190842

TABLA 6.5. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro Aire Comprimido por el método de CHEMETRON.

En la Tabla 6.5 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de Aire Comprimido por el método de CHEMETRON el cual dio un total de 0.190842 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto.

6.8. Segundo Método. Diseño de la red Aire Comprimido para la red Actual aplicando el método de la regla de cálculo (MEDAES).

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	5.70	18.70	23.38	18	180	75	135	½	0.327	0.076
2-3	7.00	22.97	34.45	8	80	100	80	½	0.123	0.042
3-4	3.90	12.80	19.19	6	60	100	60	½	0.075	0.014
4-5	8.40	27.56	41.34	1	10	100	10	½	0.004	0.002
4-6	6.00	19.69	29.53	1	10	100	10	½	0.004	0.001
4-7	17.90	58.73	88.09	4	40	100	40	½	0.037	0.033
7-8	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.012	0.001
8-9	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
8-10	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	½	0.004	0.001
7-11	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.012	0.001
11-12	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
11-13	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	½	0.004	0.001
3-14	18.70	61.35	92.03	2	20	100	20	½	0.012	0.011
14-15	6.00	19.69	29.53	1	10	100	10	½	0.004	0.001
14-16	8.40	27.56	41.34	1	10	100	10	½	0.004	0.002
2-17	25.70	84.32	126.48	10	100	100	100	½	0.182	0.230
17-18	12.80	41.99	62.99	6	60	100	60	½	0.075	0.047

18-19	1.00	3.28	4.92	3	30	100	30	½	0.023	0.001
19-20	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
19-21	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.012	0.001
21-22	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
21-23	4.50	14.76	22.15	1	10	100	10	½	0.004	0.001
18-24	1.50	4.92	7.38	3	30	100	30	½	0.023	0.002
24-25	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
24-26	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.012	0.001
26-27	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	½	0.004	0.000
26-28	4.50	14.76	22.15	1	10	100	10	½	0.004	0.001
17-29	23.20	76.12	114.17	4	40	100	40	½	0.037	0.042
29-30	4.75	15.58	23.38	1	10	100	10	½	0.004	0.001
29-31	25.90	84.97	127.46	3	30	100	30	½	0.023	0.029
31-32	7.30	23.95	35.93	1	10	100	10	½	0.004	0.001
31.33	1.50	4.92	7.38	2	20	100	20	½	0.012	0.001
33-34	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	½	0.004	0.000
33-35	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	½	0.004	0.000
Pérdida Total									0.548	

TABLA 6.6. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro Aire Comprimido por el método de MEDAES.

En la Tabla 6.6 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de Aire Comprimido por el método de MEDAES el cual dio un total de 0.548 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto.

6.9. Primer Método. Diseño de la red Vacio para la red actual aplicando el método de CHEMETRON.

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	D	E	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	2.30	7.55	9.43	18	360	180	1/2	0.030	0.00282972
2-3	4.30	14.11	17.63	8	160	80	1/2	0.030	0.00529035
3-4	3.90	12.80	15.99	6	120	60	1/2	0.000	0
4-5	8.20	26.90	33.63	1	20	10	1/2	0.000	0

4-6	6.20	20.34	25.43	1	20	10	1/2	0.000	0
4-7	17.90	58.73	73.41	4	80	40	1/2	0.000	0
7-8	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
8-9	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
8-10	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
7-11	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
11-12	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
11-13	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
3-14	18.70	61.35	76.69	2	40	20	1/2	0.000	0
14-15	6.20	20.34	25.43	1	20	10	1/2	0.000	0
14-16	8.20	26.90	33.63	1	20	10	1/2	0.000	0
2-17	28.40	93.18	116.47	10	200	100	1/2	0.000	0
17-18	13.20	43.31	54.13	6	120	60	1/2	0.000	0
18-19	1.00	3.28	4.10	3	60	30	1/2	0.000	0
19-20	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
19-21	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
21-22	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
21-23	4.30	14.11	17.63	1	20	10	1/2	0.000	0
18-24	1.50	4.92	6.15	3	60	30	1/2	0.000	0
24-25	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
24-26	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
26-27	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0
26-28	4.30	14.11	17.63	1	20	10	1/2	0.000	0
17-29	23.60	77.43	96.78	4	80	40	1/2	0.000	0
29-30	5.35	17.55	21.94	1	20	10	1/2	0.000	0
29-31	25.10	82.35	102.94	3	60	30	1/2	0.000	0
31-32	7.50	24.61	30.76	1	20	10	1/2	0.000	0
31-33	1.30	4.27	5.33	2	40	20	1/2	0.000	0
33-34	1.20	3.94	4.92	1	20	10	1/2	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
								Pérdida Total	0.00812008

TABLA 6.7. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Vacío por el método de CHEMETRON.

En la Tabla 6.7 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de Vacío por el método de CHEMETRON el cual dio un total de 0.00812008 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto.

6.10. Segundo Método. Diseño para la red de Vacío Actual aplicando el método de la regla de cálculo (MEDAES).

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	2.30	7.55	9.43	18	180	75	135	½	0.359	0.034
2-3	4.30	14.11	21.16	8	80	100	80	½	0.135	0.029
3-4	3.90	12.80	19.19	6	60	100	60	½	0.082	0.016
4-5	8.20	26.90	40.35	1	10	100	10	½	0.004	0.002
4-6	6.20	20.34	30.51	1	10	100	10	½	0.004	0.001
4-7	17.90	58.73	88.09	4	40	100	40	½	0.041	0.036
7-8	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.013	0.001
8-9	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
8-10	3.60	11.81	17.72	1	10	100	10	½	0.004	0.001
7-11	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	½	0.013	0.001
11-12	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
11-13	3.60	11.81	17.72	1	10	100	10	½	0.004	0.001
3-14	18.70	61.35	92.03	2	20	100	20	½	0.013	0.012
14-15	6.20	20.34	30.51	1	10	100	10	½	0.004	0.001
14-16	8.20	26.90	40.35	1	10	100	10	½	0.004	0.002
2-17	28.40	93.18	139.76	10	100	100	100	½	0.199	0.278
17-18	13.20	43.31	64.96	6	60	100	60	½	0.082	0.053
18-19	1.00	3.28	4.92	3	30	100	30	½	0.025	0.001
19-20	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
19-21	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.013	0.002
21-22	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
21-23	4.30	14.11	21.16	1	10	100	10	½	0.004	0.001
18-24	1.50	4.92	7.38	3	30	100	30	½	0.025	0.002
24-25	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
24-26	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	½	0.013	0.002
26-27	1.80	5.91	8.86	1	10	100	10	½	0.004	0.000
26-28	4.30	14.11	21.16	1	10	100	10	½	0.004	0.001
17-29	23.60	77.43	116.14	4	40	100	40	½	0.041	0.048
29-30	5.35	17.55	26.33	1	10	100	10	½	0.004	0.001
29-31	25.10	82.35	123.52	3	30	100	30	½	0.025	0.031
31-32	7.50	24.61	36.91	1	10	100	10	½	0.004	0.001
31-33	1.30	4.27	6.40	2	20	100	20	½	0.013	0.001
33-34	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	½	0.004	0.000

33-35	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	½	0.004	0.000
Pérdida Total										0.558

TABLA 6.8. Matriz de cálculo de pérdidas para el suministro de Vacío por el método de MEDAES.

En la Tabla 6.8 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de Vacío por el método de MEDAES el cual dio un total de 0.558 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto.

6.11. Primer Método. Propuesta de Diseño para la red de Oxígeno aplicando el método de la regla de cálculo (CHEMETRON).

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	D	E	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	14.00	45.93	57.41	195	3900	1950	1 1/2	0.160	0.0919
2-3	3.90	12.80	15.99	2	40	20	1/2	0.000	0
3-4	5.80	19.03	23.79	1	20	10	1/2	0.000	0
3-5	8.60	28.22	35.27	1	20	10	1/2	0.000	0
2-6	14.80	48.56	60.70	193	3860	1930	1 1/2	0.130	0.0789
6-7	3.90	12.80	15.99	6	120	60	3/4	0.000	0
7-8	8.60	28.22	35.27	1	20	10	1/2	0.000	0
7-9	5.80	19.03	23.79	1	20	10	1/2	0.000	0
7-10	17.90	58.73	73.41	4	80	40	3/4	0.000	0
10-11	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
10-12	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
11-13	4.00	13.12	16.40	1	20	10	1/2	0.000	0
11-14	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
12-15	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
12-16	4.00	13.12	16.40	1	20	10	1/2	0.000	0
6-17	25.50	83.66	104.58	187	3740	1870	1 1/2	0.190	0.1987
17-18	7.40	24.28	30.35	10	200	100	3/4	0.000	0
18-19	12.40	40.68	50.85	6	120	60	1/2	0.000	0
19-20	1.00	3.28	4.10	3	60	30	1/2	0.000	0
19-22	1.50	4.92	6.15	3	60	30	1/2	0.000	0

20-21	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
20-26	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
21-24	4.70	15.42	19.27	1	20	10	1/2	0.000	0
21-25	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
22-23	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
22-27	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
23-29	4.70	15.42	19.27	1	20	10	1/2	0.000	0
23-28	2.20	7.22	9.02	1	20	10	1/2	0.000	0
18-30	22.80	74.80	93.50	4	80	40	1/2	0.000	0
30-31	4.15	13.62	17.02	1	20	10	1/2	0.000	0
30-32	26.70	87.60	109.50	3	60	30	1/2	0.000	0
32-36	7.10	23.29	29.12	1	20	10	1/2	0.000	0
32-33	1.70	5.58	6.97	2	40	20	1/2	0.000	0
33-34	1.20	3.94	4.92	1	20	10	1/2	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
17-37	80.00	262.47	328.08	177	3540	1770	1 1/2	0.520	1.706
37-38	5.90	19.36	24.20	20	400	200	1	0.000	0
38-39	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
39-40	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
40-41	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
40-42	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
39-43	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
43-44	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
43-45	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
38-46	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
46-47	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
47-48	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
48-49	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
48-50	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
47-51	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
51-52	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
51-53	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
46-54	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
54-55	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
55-56	4.00	13.12	16.40	1	20	10	1/2	0.000	0
55-57	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
57-58	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
57-59	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
57-60	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
54-61	6.10	20.01	25.02	8	160	80	3/4	0.000	0
61-62	6.35	20.83	26.04	4	80	40	1/2	0.000	0

62-63	4.40	14.44	18.04	1	20	10	1/2	0.000	0
62-64	4.35	14.27	17.84	3	60	30	1/2	0.000	0
64-65	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
64-66	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
64-67	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
61-68	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
68-69	5.50	18.04	22.56	2	40	20	1/2	0.000	0
69-70	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
69-71	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
68-72	4.55	14.93	18.66	2	40	20	1/2	0.000	0
72-73	9.00	29.53	36.91	1	20	10	1/2	0.000	0
72-74	11.75	38.55	48.19	1	20	10	1/2	0.000	0
37-75	4.80	15.75	19.69	24	480	240	1	0.000	0
75-76	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
76-77	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
77-78	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
77-79	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
76-80	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
80-81	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
80-82	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
75-83	6.10	20.01	25.02	20	400	200	1	0.000	0
83-84	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
84-85	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
85-86	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
85-87	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
84-88	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
88-89	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
88-90	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
83-91	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
91-92	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
92-93	4.00	13.12	16.40	1	20	10	1/2	0.000	0
92-94	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
94-95	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
94-96	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
94-97	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
91-98	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
98-99	6.35	20.83	26.04	4	80	40	1/2	0.000	0
99-100	4.40	14.44	18.04	1	20	10	1/2	0.000	0
99-101	4.35	14.27	17.84	3	60	30	1/2	0.000	0
101-102	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
101-103	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0

101-104	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
98-105	6.10	20.01	25.02	8	160	80	1/2	0.000	0
105-106	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
106-107	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
107-108	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
107-109	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
106-110	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
110-111	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
110-112	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
105-113	11.70	38.39	47.98	4	80	40	1/2	0.000	0
113-114	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
114-115	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
114-116	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
113-117	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
117-118	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
117-119	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
37-120	5.50	18.04	22.56	134	2680	1340	1 1/2	0.000	0
120-121	5.90	19.36	24.20	28	560	280	1	0.000	0
121-122	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
122-123	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
123-124	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
123-125	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
122-126	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
126-127	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
126-128	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
121-129	6.10	20.01	25.02	24	480	240	1	0.000	0
129-130	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
130-131	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
131-132	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
131-133	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
130-134	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
134-135	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
134-136	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
129-137	9.60	31.50	39.37	20	400	200	1	0.000	0
137-138	8.40	27.56	34.45	12	240	120	3/4	0.000	0
138-139	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
139-140	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
140-141	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
140-142	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
139-143	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
143-144	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0

143-145	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
138-146	2.20	7.22	9.02	4	80	40	1/2	0.000	0
146-147	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
147-148	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
147-149	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
146-150	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
150-151	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
150-152	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
138-153	8.70	28.54	35.68	4	80	40	1/2	0.000	0
153-154	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
154-155	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
154-156	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
153-157	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
157-158	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
157-159	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
137-160	8.70	28.54	35.68	8	160	80	1/2	0.000	0
160-161	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
161-162	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
162-163	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
162-164	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
161-165	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
165-166	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
165-167	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
160-168	10.80	35.43	44.29	4	80	40	1/2	0.000	0
168-169	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
169-170	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
169-171	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
168-172	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
172-173	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
172-174	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
120-175	4.85	15.91	19.89	32	640	320	1	0.000	0
175-176	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
176-177	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
177-178	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
177-179	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
176-180	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
180-181	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
180-182	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
175-183	6.10	20.01	25.02	28	560	280	1	0.000	0
183-184	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
184-185	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0

185-186	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
185-187	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
184-188	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
188-189	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
188-190	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
183-191	9.60	31.50	39.37	24	480	240	1	0.000	0
191-192	8.40	27.56	34.45	16	320	160	3/4	0.000	0
192-193	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
193-194	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
194-195	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
194-196	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
193-197	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
197-198	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
197-199	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
192-200	2.20	7.22	9.02	4	80	40	1/2	0.000	0
200-201	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
201-202	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
201-203	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
200-204	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
204-205	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
204-206	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
192-207	6.50	21.33	26.66	8	160	80	1/2	0.000	0
207-208	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
207-209	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
209-210	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
209-211	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
208-212	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
212-213	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
212-214	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
207-215	2.20	7.22	9.02	4	80	40	1/2	0.000	0
215-216	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
216-217	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
216-218	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
215-219	2.90	9.51	11.89	2	40	20	1/2	0.000	0
219-220	3.40	11.15	13.94	1	20	10	1/2	0.000	0
219-221	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
191-222	8.70	28.54	35.68	8	160	80	1/2	0.035	0.0125
222-223	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
223-224	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
224-225	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
224-226	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0

223-227	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
227-228	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
227-229	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
222-230	10.80	35.43	44.29	4	80	40	1/2	0.000	0
230-231	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
231-232	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
231-233	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
230-234	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
234-235	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
234-236	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
120-237	24.20	79.40	99.25	74	1480	740	1	0.230	0.2283
237-238	5.90	19.36	24.20	11	220	110	3/4	0.000	0
238-239	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
239-240	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
240-241	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
240-242	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
239-243	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
243-244	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
243-245	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
238-246	6.10	20.01	25.02	7	140	70	3/4	0.000	0
246-247	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
247-248	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
248-249	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
248-250	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
247-251	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
251-252	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
251-253	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
246-254	17.90	58.73	73.41	3	60	30	1/2	0.000	0
254-255	9.70	31.82	39.78	1	20	10	1/2	0.000	0
254-256	4.45	14.60	18.25	2	40	20	1/2	0.000	0
256-257	10.00	32.81	41.01	1	20	10	1/2	0.000	0
256-258	12.35	40.52	50.65	1	20	10	1/2	0.000	0
237-259	4.85	15.91	19.89	16	320	160	3/4	0.000	0
259-260	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
260-261	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
261-262	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
261-263	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
260-264	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
264-265	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
264-266	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
259-267	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0

267-268	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
268-269	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
269-270	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
269-271	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
268-272	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
272-273	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
272-274	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
267-275	18.30	60.04	75.05	8	160	80	1/2	0.072	0.054
275-276	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
276-277	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
277-278	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
277-279	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
276-280	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
280-281	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
280-282	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
275-283	11.70	38.39	47.98	4	80	40	1/2	0.000	0
283-284	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
284-285	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
284-286	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
283-287	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
287-288	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
287-289	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
237-290	5.50	18.04	22.56	47	940	470	1	0.000	0
290-291	5.90	19.36	24.20	23	460	230	3/4	0.000	0
291-292	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
292-293	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
293-294	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
293-295	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
292-296	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
296-297	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
296-298	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
291-299	6.10	20.01	25.02	19	380	190	3/4	0.000	0
299-300	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
300-301	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
301-302	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
301-303	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
300-304	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
304-305	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
304-306	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
299-307	12.60	41.34	51.67	15	300	150	3/4	0.000	0
307-308	5.00	16.40	20.51	7	140	70	1/2	0.000	0

308-309	2.70	8.86	11.07	1	20	10	1/2	0.000	0
308-310	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
308-311	1.40	4.59	5.74	5	100	50	1/2	0.000	0
311-312	2.70	8.86	11.07	1	20	10	1/2	0.000	0
311-313	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
311-314	1.40	4.59	5.74	3	60	30	1/2	0.000	0
314-315	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
314-316	1.55	5.09	6.36	2	40	20	1/2	0.000	0
316-317	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
316-318	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
307-319	5.60	18.37	22.97	8	160	80	1/2	0.000	0
319-320	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
320-321	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
321-322	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
321-323	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
320-324	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
324-325	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
324-326	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
319-327	10.80	35.43	44.29	4	80	40	1/2	0.000	0
327-328	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
328-329	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
328-330	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
327-331	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
331-332	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
331-333	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
290-334	4.85	15.91	19.89	24	480	240	3/4	0.000	0
334-335	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
335-336	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
336-337	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
336-338	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
335-339	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
339-340	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
339-341	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
334-342	9.10	29.86	37.32	20	400	200	3/4	0.000	0
342-343	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
343-344	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
344-345	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
344-346	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
343-447	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
347-348	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
347-349	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0

342-350	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
350-351	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
351-352	4.00	13.12	16.40	1	20	10	1/2	0.000	0
351-353	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
353-354	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
353-355	1.90	6.23	7.79	1	20	10	1/2	0.000	0
353-356	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
350-357	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
357-358	6.35	20.83	26.04	4	80	40	1/2	0.000	0
358-359	4.40	14.44	18.04	1	20	10	1/2	0.000	0
358-360	4.35	14.27	17.84	3	60	30	1/2	0.000	0
360-361	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
360-362	1.90	6.23	7.79	1	20	10	1/2	0.000	0
360-363	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
357-364	6.10	20.01	25.02	8	160	80	1/2	0.000	0
364-365	4.70	15.42	19.27	4	80	40	1/2	0.000	0
365-366	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
366-367	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
366-368	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
365-369	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
369-370	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
369-371	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
364-372	10.80	35.43	44.29	4	80	40	1/2	0.000	0
372-373	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
373-374	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
373-375	2.80	9.19	11.48	1	20	10	1/2	0.000	0
372-376	2.80	9.19	11.48	2	40	20	1/2	0.000	0
376-377	3.30	10.83	13.53	1	20	10	1/2	0.000	0
376-378	2.40	7.87	9.84	1	20	10	1/2	0.000	0
Pérdida Total									2.3703

Tabla 6.9. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método CHEMETRON para Oxígeno.

En la Tabla 6.9 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Oxígeno por el método de CHEMETRON el cual dio un total de 2.3703 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en una expansión a diferentes aéreas del hospital con un numero de 195 tomas de oxígeno.

6.12 Segundo Método. Propuesta de Diseño para la red de Oxígeno aplicando el método de Tablas (MEDAES).

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	14.00	45.93	57.41	195	1950	50	975	1 1/2	0.083	0.048
2-3	3.90	12.80	19.19	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
3-4	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
3-5	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
2-6	14.80	48.56	72.83	193	1930	25	483	1 1/2	0.000	0.000
6-7	3.90	12.80	19.19	6	60	100	60	3/4	0.016	0.003
7-8	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
7-9	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
7-10	17.90	58.73	88.09	4	40	100	40	3/4	0.008	0.007
10-11	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
10-12	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
11-13	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
11-14	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-15	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-16	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
6-17	25.50	83.66	125.49	187	1870	25	468	1 1/2	0.000	0.000
17-18	7.40	24.28	36.42	10	100	100	100	3/4	0.039	0.014
18-19	12.40	40.68	61.02	6	60	100	60	1/2	0.082	0.050
19-20	1.00	3.28	4.92	3	30	100	30	1/2	0.025	0.001
19-22	1.50	4.92	7.38	3	30	100	30	1/2	0.025	0.002
20-21	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
20-26	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
21-24	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
21-25	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
22-23	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
22-27	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
23-29	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
23-28	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
18-30	22.80	74.80	112.20	4	40	100	40	1/2	0.041	0.046
30-31	4.15	13.62	20.42	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
30-32	26.70	87.60	131.40	3	30	100	30	1/2	0.025	0.033

32-36	7.10	23.29	34.94	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
32-33	1.70	5.58	8.37	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
33-34	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
33-35	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
17-37	76.75	251.80	377.71	177	1770	25	443	1 1/2	0.000	0.000
37-38	5.90	19.36	29.04	20	200	75	150	1	0.000	0.000
38-39	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
39-40	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
40-41	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
40-42	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
39-43	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
43-44	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
43-45	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
38-46	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.053	0.016
46-47	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
47-48	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
48-49	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
48-50	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
47-51	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
51-52	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
51-53	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
46-54	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.032	0.010
54-55	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.041	0.012
55-56	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
55-57	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.025	0.006
57-58	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
57-59	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
57-60	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
54-61	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	3/4	0.026	0.008
61-62	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.041	0.013
62-63	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
62-64	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.025	0.005
64-65	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
64-66	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
64-67	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
61-68	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
68-69	5.50	18.04	27.07	2	20	100	20	1/2	0.013	0.004
69-70	3.60	11.81	17.72	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
69-71	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
68-72	4.55	14.93	22.39	2	20	100	20	1/2	0.013	0.003
72-73	9.00	29.53	44.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002

72-74	11.75	38.55	57.82	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
37-75	4.80	15.75	23.62	24	240	75	180	1	0.000	0.000
75-76	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
76-77	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
77-78	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
77-79	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
76-80	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
80-81	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
80-82	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
75-83	6.10	20.01	30.02	20	200	75	150	1	0.000	0.000
83-84	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
84-85	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
85-86	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
85-87	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
84-88	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
88-89	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
88-90	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
83-91	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.053	0.016
91-92	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.041	0.012
92-93	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
92-94	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.025	0.006
94-95	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
94-96	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
94-97	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
91-98	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.032	0.010
98-99	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.041	0.013
99-100	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
99-101	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.025	0.005
101-102	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
101-103	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
101-104	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
98-105	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	1/2	0.135	0.041
105-106	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
106-107	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
107-108	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
107-109	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
106-110	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.130	0.018
110-111	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
110-112	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
105-113	11.70	38.39	57.58	4	40	100	40	1/2	0.041	0.024
113-114	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002

114-115	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
114-116	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
113-117	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
117-118	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
117-119	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
37-120	5.50	18.04	27.07	134	1340	25	335	1 1/2	0.000	0.000
120-121	5.90	19.36	29.04	28	280	50	140	1	0.000	0.000
121-122	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
122-123	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
123-124	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
123-125	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
122-126	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
126-127	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
126-128	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
121-129	6.10	20.01	30.02	24	240	75	180	1	0.000	0.000
129-130	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
130-131	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
131-132	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
131-133	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
130-134	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
134-135	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
134-136	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
129-137	9.60	31.50	47.24	20	200	75	150	1	0.000	0.000
137-138	8.40	27.56	41.34	12	120	75	90	3/4	0.032	0.013
138-139	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.041	0.007
139-140	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
140-141	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
140-142	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
139-143	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
143-144	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
143-145	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
138-146	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.041	0.004
146-147	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
147-148	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
147-149	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
146-150	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
150-151	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
150-152	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
138-153	8.70	28.54	42.81	4	40	100	40	1/2	0.041	0.018
153-154	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
154-155	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001

154-156	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
153-157	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
157-158	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
157-159	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
137-160	8.70	28.54	42.81	8	80	100	80	1/2	0.135	0.058
160-161	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
161-162	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
162-163	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
162-164	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
161-165	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
165-166	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
165-167	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
160-168	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.041	0.022
168-169	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
169-170	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
169-171	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
168-172	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
172-173	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
172-174	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
120-175	4.85	15.91	23.87	32	320	50	160	1	0.000	0.000
175-176	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
176-177	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
177-178	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
177-179	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
176-180	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
180-181	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
180-182	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
175-183	6.10	20.01	30.02	28	280	50	140	1	0.000	0.000
183-184	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
184-185	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
185-186	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
185-187	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
184-188	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
188-189	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
188-190	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
183-191	9.60	31.50	47.24	24	240	75	180	1	0.000	0.000
191-192	8.40	27.56	41.34	16	160	75	120	3/4	0.053	0.022
192-193	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.041	0.007
193-194	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
194-195	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
194-196	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001

193-197	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
197-198	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
197-199	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
192-200	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.041	0.004
200-201	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
201-202	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
201-203	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
200-204	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
204-205	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
204-206	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
192-207	6.50	21.33	31.99	8	80	100	80	1/2	0.135	0.043
207-208	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.039	0.007
207-209	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
209-210	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
209-211	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
208-212	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
212-213	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
212-214	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
207-215	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.041	0.004
215-216	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
216-217	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
216-218	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
215-219	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
219-220	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
219-221	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
191-222	8.70	28.54	42.81	8	80	100	80	1/2	0.135	0.058
222-223	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
223-224	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
224-225	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
224-226	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
223-227	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
227-228	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
227-229	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
222-230	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.041	0.022
230-231	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
231-232	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
231-233	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
230-234	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
234-235	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
234-236	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
120-237	24.20	79.40	119.09	74	740	50	370	1	0.110	0.131

237-238	5.90	19.36	29.04	11	110	75	83	3/4	0.032	0.009
238-239	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
239-240	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
240-241	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
240-242	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
239-243	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
243-244	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
243-245	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
238-246	6.10	20.01	30.02	7	70	100	70	3/4	0.021	0.006
246-247	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
247-248	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
248-249	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
248-250	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
247-251	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
251-252	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
251-253	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
246-254	17.90	58.73	88.09	3	30	100	30	1/2	0.025	0.022
254-255	9.70	31.82	47.74	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
254-256	4.45	14.60	21.90	2	20	100	20	1/2	0.013	0.003
256-257	10.00	32.81	49.21	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
256-258	12.35	40.52	60.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
237-259	4.85	15.91	23.87	16	160	75	120	3/4	0.053	0.013
259-260	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
260-261	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
261-262	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
261-263	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
260-264	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
264-265	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
264-266	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
259-267	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.032	0.010
267-268	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
268-269	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
269-270	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
269-271	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
268-272	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
272-273	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
272-274	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
267-275	18.30	60.04	90.06	8	80	100	80	1/2	0.135	0.122
275-276	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.041	0.011
276-277	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
277-278	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000

277-279	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
276-280	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
280-281	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
280-282	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
275-283	11.70	38.39	57.58	4	40	100	40	1/2	0.041	0.024
283-284	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
284-285	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
284-286	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
283-287	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
287-288	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
287-289	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
237-290	5.50	18.04	27.07	47	470	50	235	1	0.045	0.012
290-291	5.90	19.36	29.04	23	230	75	173	3/4	0.107	0.031
291-292	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
292-293	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
293-294	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
293-295	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
292-296	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
296-297	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
296-298	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
291-299	6.10	20.01	30.02	19	190	75	143	3/4	0.087	0.026
299-300	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
300-301	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
301-302	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
301-303	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
300-304	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
304-305	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
304-306	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
299-307	12.60	41.34	62.01	15	150	75	113	3/4	0.053	0.033
307-308	5.00	16.40	24.61	7	70	100	70	1/2	0.107	0.026
308-309	2.70	8.86	13.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
308-310	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
308-311	1.40	4.59	6.89	5	50	100	50	1/2	0.060	0.004
311-312	2.70	8.86	13.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
311-313	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
311-314	1.40	4.59	6.89	3	30	100	30	1/2	0.025	0.002
314-315	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
314-316	1.55	5.09	7.63	2	20	100	20	1/2	0.013	0.001
316-317	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
316-318	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
307-319	5.60	18.37	27.56	8	80	100	80	1/2	0.135	0.037

319-320	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
320-321	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
321-322	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
321-323	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
320-324	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
324-325	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
324-326	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
319-327	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.041	0.022
327-328	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
328-329	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
328-330	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
327-331	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
331-332	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
331-333	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
290-334	4.85	15.91	23.87	24	240	75	180	3/4	0.107	0.026
334-335	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
335-336	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
336-337	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
336-338	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
335-339	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
339-340	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
339-341	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
334-342	9.10	29.86	44.78	20	200	75	150	3/4	0.087	0.039
342-343	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
343-344	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
344-345	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
344-346	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
343-447	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
347-348	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
347-349	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
342-350	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.053	0.016
350-351	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.041	0.012
351-352	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
351-353	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.025	0.006
353-354	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
353-355	1.90	6.23	9.35	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
353-356	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
350-357	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.032	0.010
357-358	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.041	0.013
358-359	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
358-360	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.025	0.005

360-361	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
360-362	1.90	6.23	9.35	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
360-363	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
357-364	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	1/2	0.135	0.041
364-365	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.041	0.009
365-366	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
366-367	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
366-368	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
365-369	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
369-370	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
369-371	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
364-372	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.041	0.022
372-373	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
373-374	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
373-375	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
372-376	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.013	0.002
376-377	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
376-378	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
Pérdida Total									1.919	

Tabla 6.10. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método MEDAES para Oxígeno.

En la Tabla 6.10 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Oxígeno por el método de MEDAES el cual dio un total de 1.919 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en una expansión a diferentes aéreas del hospital con un numero de 195 tomas de oxígeno.

6.13 Primer Método. Propuesta de Diseño para la red de Oxido Nitroso aplicando el método de la Regla de Cálculo. (CHEMETRON).

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	D	E	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	18.00	59.06	73.82	7	140	70	1/2	0.000	0.052
2-3	3.90	12.80	15.99	2	40	20	1/2	0.000	0
3-4	6.40	21.00	26.25	1	20	10	1/2	0.000	0
3-5	8.00	26.25	32.81	1	20	10	1/2	0.000	0
2-6	14.80	48.56	60.70	5	100	50	1/2	0.000	0
6-7	3.90	12.80	15.99	2	40	20	1/2	0.000	0
7-8	8.00	26.25	32.81	1	20	10	1/2	0.000	0
7-9	6.40	21.00	26.25	1	20	10	1/2	0.000	0
6-10	81.00	265.75	332.19	3	60	30	1/2	0.000	0
10-11	7.70	25.26	31.58	1	20	10	1/2	0.000	0
10-12	1.10	3.61	4.51	2	40	20	1/2	0.000	0
12-13	1.20	3.94	4.92	1	20	10	1/2	0.000	0
12-14	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
Pérdida Total									0.052

Tabla 6.11. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método CHEMETRON para Oxido Nitroso.

En la Tabla 6.11 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Oxido Nitroso por el método de CHEMETRON el cual dio un total de 0.052 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en brindarle servicio básicamente a sala de operaciones.

6.14 Primer Método. Propuesta de Diseño para la red de Oxido Nitroso aplicando el método de Tablas (MEDAES).

METODO DE TABLAS.										
A	B		C	D	E	F	G	G	K	L
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	18.00	59.06	73.82	7	70	75	53	½	0.096	0.071
2-3	3.90	12.80	19.19	4	40	100	40	1/2	0.047	0.009
3-4	6.40	21.00	31.50	2	20	100	20	1/2	0.014	0.004
3-5	8.00	26.25	39.37	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
2-6	14.80	48.56	72.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.003
6-7	3.90	12.80	19.19	2	20	100	20	1/2	0.014	0.003
7-8	8.00	26.25	39.37	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
7-9	6.40	21.00	31.50	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
6-10	81.00	265.75	398.62	3	30	100	30	1/2	0.029	0.116
10-11	7.70	25.26	37.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
10-12	1.10	3.61	5.41	2	20	100	20	1/2	0.014	0.001
12-13	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-14	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
Pérdida Total										0.213

Tabla 6.12. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método de MEDAES para Oxido Nitroso.

En la Tabla 6.12 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Oxido Nitroso por el método de MEDAES el cual dio un total de 0.213 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado un numero de 7 tomas de Oxido Nitroso.

6.15 Primer Método. Propuesta de Diseño para la red de Aire Comprimido aplicando el método de la Regla de Cálculo. (CHEMETRON).

METODO CHEMETRON.									
A	B		C	D	E	F	G	H	I
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (LPM).	Caudal (LPM), Factor de uso 50%	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (PSI)	Perdida equivalente
1-2	18.00	59.06	73.82	195	3900	1950	1 1/2	0.160	0.11811
2-3	3.90	12.80	15.99	2	40	20	1/2	0.000	0
3-4	5.60	18.37	22.97	1	20	10	1/2	0.000	0
3-5	8.80	28.87	36.09	1	20	10	1/2	0.000	0
2-6	14.80	48.56	60.70	193	3860	1930	1 1/2	0.130	0.078904
6-7	3.90	12.80	15.99	6	120	60	3/4	0.000	0
7-8	8.40	27.56	34.45	1	20	10	1/2	0.000	0
7-9	6.00	19.69	24.61	1	20	10	1/2	0.000	0
7-10	17.90	58.73	73.41	4	80	40	3/4	0.000	0
10-11	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
10-12	1.00	3.28	4.10	2	40	20	1/2	0.000	0
11-13	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
11-14	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
12-15	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
12-16	3.80	12.47	15.58	1	20	10	1/2	0.000	0
6-17	25.90	84.97	106.22	187	3740	1870	1 1/2	0.190	0.201813
17-18	7.40	24.28	30.35	10	200	100	3/4	0.000	0
18-19	12.80	41.99	52.49	6	120	60	1/2	0.000	0
19-20	1.00	3.28	4.10	3	60	30	1/2	0.000	0
19-22	1.50	4.92	6.15	3	60	30	1/2	0.000	0
20-21	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
20-26	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
21-24	4.50	14.76	18.45	1	20	10	1/2	0.000	0
21-25	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
22-23	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
22-27	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
23-29	4.50	14.76	18.45	1	20	10	1/2	0.000	0
23-28	2.00	6.56	8.20	1	20	10	1/2	0.000	0
18-30	23.20	76.12	95.14	4	80	40	1/2	0.000	0
30-31	4.75	15.58	19.48	1	20	10	1/2	0.000	0

30-32	25.90	84.97	106.22	3	60	30	1/2	0.000	0
32-36	6.10	20.01	25.02	1	20	10	1/2	0.000	0
32-33	1.50	4.92	6.15	2	40	20	1/2	0.000	0
33-34	1.20	3.94	4.92	1	20	10	1/2	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	20	10	1/2	0.000	0
17-37	79.90	262.14	327.67	177	3540	1770	1 1/2	0.520	1.703904
37-38	5.90	19.36	24.20	20	400	200	1	0.000	0
38-39	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
39-40	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
40-41	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
40-42	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
39-43	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
43-44	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
43-45	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
38-46	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
46-47	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
47-48	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
48-49	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
48-50	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
47-51	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
51-52	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
51-53	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
46-54	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
54-55	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
55-56	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0
55-57	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
57-58	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
57-59	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
57-60	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
54-61	6.10	20.01	25.02	8	160	80	3/4	0.000	0
61-62	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
62-63	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0
62-64	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
64-65	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
64-66	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
64-67	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
61-68	5.60	18.37	22.97	4	80	40	1/2	0.000	0
68-69	5.50	18.04	22.56	2	40	20	1/2	0.000	0
69-70	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
69-71	2.90	9.51	11.89	1	20	10	1/2	0.000	0
68-72	4.55	14.93	18.66	2	40	20	1/2	0.000	0

72-73	9.00	29.53	36.91	1	20	10	1/2	0.000	0
72-74	11.75	38.55	48.19	1	20	10	1/2	0.000	0
37-75	4.80	15.75	19.69	24	480	240	1	0.000	0
75-76	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
76-77	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
77-78	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
77-79	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
76-80	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
80-81	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
80-82	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
75-83	6.10	20.01	25.02	20	400	200	1	0.000	0
83-84	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
84-85	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
85-86	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
85-87	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
84-88	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
88-89	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
88-90	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
83-91	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
91-92	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
92-93	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0
92-94	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
94-95	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
94-96	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
94-97	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
91-98	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
98-99	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
99-100	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0
99-101	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
101-102	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
101-103	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
101-104	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
98-105	6.10	20.01	25.02	8	160	80	1/2	0.000	0
105-106	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
106-107	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
107-108	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
107-109	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
106-110	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
110-111	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
110-112	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
105-113	11.70	38.39	47.98	4	80	40	1/2	0.000	0

113-114	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
114-115	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
114-116	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
113-117	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
117-118	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
117-119	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
37-120	5.50	18.04	22.56	134	2680	1340	1 1/2	0.000	0
120-121	5.90	19.36	24.20	28	560	280	1	0.000	0
121-122	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
122-123	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
123-124	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
123-125	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
122-126	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
126-127	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
126-128	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
121-129	6.10	20.01	25.02	24	480	240	1	0.000	0
129-130	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
130-131	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
131-132	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
131-133	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
130-134	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
134-135	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
134-136	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
129-137	9.60	31.50	39.37	20	400	200	1	0.000	0
137-138	8.00	26.25	32.81	12	240	120	3/4	0.000	0
138-139	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
139-140	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
140-141	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
140-142	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
139-143	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
143-144	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
143-145	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
138-146	2.60	8.53	10.66	4	80	40	1/2	0.000	0
146-147	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
147-148	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
147-149	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
146-150	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
150-151	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
150-152	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
138-153	9.10	29.86	37.32	4	80	40	1/2	0.000	0
153-154	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0

154-155	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
154-156	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
153-157	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
157-158	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
157-159	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
137-160	8.70	28.54	35.68	8	160	80	1/2	0.000	0
160-161	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
161-162	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
162-163	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
162-164	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
161-165	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
165-166	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
165-167	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
160-168	10.40	34.12	42.65	4	80	40	1/2	0.000	0
168-169	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
169-170	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
169-171	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
168-172	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
172-173	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
172-174	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
120-175	4.85	15.91	19.89	32	640	320	1	0.000	0
175-176	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
176-177	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
177-178	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
177-179	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
176-180	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
180-181	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
180-182	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
175-183	6.10	20.01	25.02	28	560	280	1	0.000	0
183-184	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
184-185	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
185-186	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
185-187	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
184-188	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
188-189	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
188-190	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
183-191	9.60	31.50	39.37	24	480	240	1	0.000	0
191-192	8.00	26.25	32.81	16	320	160	3/4	0.000	0
192-193	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
193-194	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
194-195	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0

194-196	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
193-197	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
197-198	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
197-199	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
192-200	2.60	8.53	10.66	4	80	40	1/2	0.000	0
200-201	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
201-202	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
201-203	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
200-204	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
204-205	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
204-206	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
192-207	6.50	21.33	26.66	8	160	80	1/2	0.000	0
207-208	3.70	12.14	15.17	4	80	40	1/2	0.000	0
207-209	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
209-210	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
209-211	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
208-212	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
212-213	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
212-214	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
207-215	2.60	8.53	10.66	4	80	40	1/2	0.000	0
215-216	2.50	8.20	10.25	2	40	20	1/2	0.000	0
216-217	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
216-218	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
215-219	2.10	6.89	8.61	2	40	20	1/2	0.000	0
219-220	3.60	11.81	14.76	1	20	10	1/2	0.000	0
219-221	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
191-222	8.70	28.54	35.68	8	160	80	1/2	0.035	0.012488
222-223	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
223-224	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
224-225	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
224-226	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
223-227	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
227-228	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
227-229	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
222-230	10.40	34.12	42.65	4	80	40	1/2	0.000	0
230-231	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
231-232	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
231-233	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
230-234	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
234-235	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
234-236	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0

120-237	24.20	79.40	99.25	74	1480	740	1	0.230	0.228264
237-238	5.90	19.36	24.20	11	220	110	3/4	0.000	0
238-239	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
239-240	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
240-241	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
240-242	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
239-243	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
243-244	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
243-245	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
238-246	6.10	20.01	25.02	7	140	70	3/4	0.000	0
246-247	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
247-248	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
248-249	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
248-250	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
247-251	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
251-252	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
251-253	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
246-254	17.90	58.73	73.41	3	60	30	1/2	0.000	0
254-255	9.90	32.48	40.60	1	20	10	1/2	0.000	0
254-256	4.45	14.60	18.25	2	40	20	1/2	0.000	0
256-257	10.20	33.46	41.83	1	20	10	1/2	0.000	0
256-258	12.15	39.86	49.83	1	20	10	1/2	0.000	0
237-259	4.85	15.91	19.89	16	320	160	3/4	0.000	0
259-260	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
260-261	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
261-262	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
261-263	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
260-264	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
264-265	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
264-266	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
259-267	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
267-268	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
268-269	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
269-270	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
269-271	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
268-272	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
272-273	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
272-274	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
267-275	18.30	60.04	75.05	8	160	80	1/2	0.072	0.054035
275-276	5.20	17.06	21.33	4	80	40	1/2	0.000	0
276-277	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0

277-278	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
277-279	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
276-280	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
280-281	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
280-282	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
275-283	11.30	37.07	46.34	4	80	40	1/2	0.000	0
283-284	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
284-285	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
284-286	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
283-287	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
287-288	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
287-289	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
237-290	5.50	18.04	22.56	47	940	470	1	0.000	0
290-291	5.90	19.36	24.20	23	460	230	3/4	0.000	0
291-292	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
292-293	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
293-294	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
293-295	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
292-296	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
296-297	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
296-298	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
291-299	6.10	20.01	25.02	19	380	190	3/4	0.000	0
299-300	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
300-301	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
301-302	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
301-303	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
300-304	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
304-305	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
304-306	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
299-307	12.60	41.34	51.67	15	300	150	3/4	0.000	0
307-308	5.00	16.40	20.51	7	140	70	1/2	0.000	0
308-309	2.50	8.20	10.25	1	20	10	1/2	0.000	0
308-310	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
308-311	1.40	4.59	5.74	5	100	50	1/2	0.000	0
311-312	2.70	8.86	11.07	1	20	10	1/2	0.000	0
311-313	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
311-314	1.40	4.59	5.74	3	60	30	1/2	0.000	0
314-315	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
314-316	1.55	5.09	6.36	2	40	20	1/2	0.000	0
316-317	1.60	5.25	6.56	1	20	10	1/2	0.000	0
316-318	1.80	5.91	7.38	1	20	10	1/2	0.000	0

307-319	5.60	18.37	22.97	8	160	80	1/2	0.000	0
319-320	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
320-321	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
321-322	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
321-323	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
320-324	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
324-325	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
324-326	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
319-327	10.40	34.12	42.65	4	80	40	1/2	0.000	0
327-328	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
328-329	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
328-330	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
327-331	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
331-332	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
331-333	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
290-334	4.85	15.91	19.89	24	480	240	3/4	0.000	0
334-335	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
335-336	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
336-337	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
336-338	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
335-339	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
339-340	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
339-341	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
334-342	9.10	29.86	37.32	20	400	200	3/4	0.000	0
342-343	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
343-344	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
344-345	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
344-346	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
343-447	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
347-348	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
347-349	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
342-350	6.10	20.01	25.02	16	320	160	3/4	0.000	0
350-351	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
351-352	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0
351-353	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
353-354	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
353-355	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
353-356	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
350-357	6.10	20.01	25.02	12	240	120	3/4	0.000	0
357-358	5.95	19.52	24.40	4	80	40	1/2	0.000	0
358-359	3.00	9.84	12.30	1	20	10	1/2	0.000	0

358-360	4.75	15.58	19.48	3	60	30	1/2	0.000	0
360-361	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
360-362	1.70	5.58	6.97	1	20	10	1/2	0.000	0
360-363	3.70	12.14	15.17	1	20	10	1/2	0.000	0
357-364	6.10	20.01	25.02	8	160	80	1/2	0.000	0
364-365	4.30	14.11	17.63	4	80	40	1/2	0.000	0
365-366	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
366-367	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
366-368	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
365-369	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
369-370	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
369-371	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
364-372	10.40	34.12	42.65	4	80	40	1/2	0.000	0
372-373	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
373-374	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
373-375	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
372-376	2.40	7.87	9.84	2	40	20	1/2	0.000	0
376-377	3.50	11.48	14.35	1	20	10	1/2	0.000	0
376-378	2.60	8.53	10.66	1	20	10	1/2	0.000	0
Pérdida Total									2.397519

Tabla 6.14. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método CHEMETRON para Aire Comprimido.

En la Tabla 6.14 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Aire Comprimido por el método de CHEMETRON el cual dio un total de 2.397519 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en una expansión a diferentes aéreas del hospital con un numero de 195 tomas de Aire Comprimido.

6.16. Segundo Método. Propuesta de Diseño para la red de Aire Comprimido aplicando el método de Tablas. (MEDAES).

METODO DE TABLAS										
A	B		C	D	E	F	G	H	I	J
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 50% (Bx1.50)	Número de salidas por sección.	Caudal por sección (10 x D) (LPM).	Factor de uso.	Ajuste de flujo (F x G)/100	Diámetro	Pérdidas para 100 pies de tubería. (PSI)	Perdida de presión (PSI)
1-2	14.00	45.93	57.41	195	1950	50	975	1 1/2	0.076	0.044
2-3	3.90	12.80	19.19	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
3-4	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
3-5	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
2-6	14.80	48.56	72.83	193	1930	25	483	1 1/2	0.000	0.000
6-7	3.90	12.80	19.19	6	60	100	60	3/4	0.015	0.003
7-8	8.60	28.22	42.32	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
7-9	5.80	19.03	28.54	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
7-10	17.90	58.73	88.09	4	40	100	40	3/4	0.037	0.033
10-11	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
10-12	1.00	3.28	4.92	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
11-13	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
11-14	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-15	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
12-16	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
6-17	25.50	83.66	125.49	187	1870	25	468	1 1/2	0.000	0.000
17-18	7.40	24.28	36.42	10	100	100	100	3/4	0.035	0.013
18-19	12.40	40.68	61.02	6	60	100	60	1/2	0.075	0.046
19-20	1.00	3.28	4.92	3	30	100	30	1/2	0.023	0.001
19-22	1.50	4.92	7.38	3	30	100	30	1/2	0.023	0.002
20-21	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
20-26	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
21-24	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
21-25	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
22-23	2.50	8.20	12.30	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
22-27	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
23-29	4.70	15.42	23.13	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
23-28	2.20	7.22	10.83	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
18-30	22.80	74.80	112.20	4	40	100	40	1/2	0.037	0.042
30-31	4.15	13.62	20.42	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
30-32	26.70	87.60	131.40	3	30	100	30	1/2	0.023	0.030

32-36	7.10	23.29	34.94	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
32-33	1.70	5.58	8.37	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
33-34	1.20	3.94	5.91	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
33-35	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
17-37	76.75	251.80	377.71	177	1770	25	443	1 1/2	0.000	0.000
37-38	5.90	19.36	29.04	20	200	75	150	1	0.000	0.000
38-39	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
39-40	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
40-41	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
40-42	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
39-43	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
43-44	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
43-45	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
38-46	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.048	0.014
46-47	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
47-48	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
48-49	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
48-50	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
47-51	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
51-52	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
51-53	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
46-54	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.029	0.009
54-55	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.037	0.011
55-56	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
55-57	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005
57-58	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
57-59	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
57-60	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
54-61	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	3/4	0.024	0.007
61-62	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.037	0.012
62-63	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
62-64	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005
64-65	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
64-66	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
64-67	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
61-68	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
68-69	5.50	18.04	27.07	2	20	100	20	1/2	0.012	0.003
69-70	3.60	11.81	17.72	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
69-71	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
68-72	4.55	14.93	22.39	2	20	100	20	1/2	0.012	0.003
72-73	9.00	29.53	44.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002

72-74	11.75	38.55	57.82	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
37-75	4.80	15.75	23.62	24	240	75	180	1	0.000	0.000
75-76	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
76-77	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
77-78	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
77-79	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
76-80	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
80-81	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
80-82	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
75-83	6.10	20.01	30.02	20	200	75	150	1	0.000	0.000
83-84	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
84-85	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
85-86	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
85-87	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
84-88	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
88-89	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
88-90	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
83-91	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.048	0.014
91-92	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.037	0.011
92-93	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
92-94	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005
94-95	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
94-96	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
94-97	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
91-98	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.029	0.009
98-99	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.037	0.012
99-100	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
99-101	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005
101-102	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
101-103	1.60	5.25	7.87	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
101-104	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
98-105	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	1/2	0.123	0.037
105-106	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
106-107	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
107-108	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
107-109	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
106-110	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
110-111	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
110-112	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
105-113	11.70	38.39	57.58	4	40	100	40	1/2	0.037	0.021
113-114	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001

114-115	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
114-116	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
113-117	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
117-118	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
117-119	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
37-120	5.50	18.04	27.07	134	1340	25	335	1 1/2	0.000	0.000
120-121	5.90	19.36	29.04	28	280	50	140	1	0.000	0.000
121-122	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
122-123	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
123-124	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
123-125	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
122-126	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
126-127	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
126-128	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
121-129	6.10	20.01	30.02	24	240	75	180	1	0.000	0.000
129-130	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
130-131	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
131-132	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
131-133	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
130-134	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
134-135	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
134-136	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
129-137	9.60	31.50	47.24	20	200	75	150	1	0.000	0.000
137-138	8.40	27.56	41.34	12	120	75	90	3/4	0.029	0.012
138-139	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.037	0.007
139-140	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
140-141	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
140-142	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
139-143	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
143-144	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
143-145	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
138-146	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.037	0.004
146-147	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
147-148	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
147-149	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
146-150	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
150-151	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
150-152	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
138-153	8.70	28.54	42.81	4	40	100	40	1/2	0.037	0.016
153-154	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
154-155	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001

154-156	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
153-157	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
157-158	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
157-159	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
137-160	8.70	28.54	42.81	8	80	100	80	1/2	0.123	0.053
160-161	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
161-162	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
162-163	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
162-164	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
161-165	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
165-166	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
165-167	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
160-168	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.037	0.020
168-169	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
169-170	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
169-171	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
168-172	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
172-173	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
172-174	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
120-175	4.85	15.91	23.87	32	320	50	160	1	0.000	0.000
175-176	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
176-177	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
177-178	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
177-179	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
176-180	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
180-181	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
180-182	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
175-183	6.10	20.01	30.02	28	280	50	140	1	0.000	0.000
183-184	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
184-185	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
185-186	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
185-187	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
184-188	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
188-189	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
188-190	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
183-191	9.60	31.50	47.24	24	240	75	180	1	0.000	0.000
191-192	8.40	27.56	41.34	16	160	75	120	3/4	0.048	0.020
192-193	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.037	0.007
193-194	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
194-195	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
194-196	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001

193-197	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
197-198	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
197-199	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
192-200	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.037	0.004
200-201	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
201-202	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
201-203	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
200-204	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
204-205	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
204-206	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
192-207	6.50	21.33	31.99	8	80	100	80	1/2	0.123	0.039
207-208	3.70	12.14	18.21	4	40	100	40	1/2	0.037	0.007
207-209	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
209-210	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
209-211	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
208-212	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
212-213	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
212-214	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
207-215	2.20	7.22	10.83	4	40	100	40	1/2	0.037	0.004
215-216	2.10	6.89	10.33	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
216-217	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
216-218	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
215-219	2.90	9.51	14.27	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
219-220	3.40	11.15	16.73	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
219-221	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
191-222	8.70	28.54	42.81	8	80	100	80	1/2	0.123	0.053
222-223	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
223-224	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
224-225	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
224-226	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
223-227	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
227-228	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
227-229	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
222-230	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.037	0.020
230-231	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
231-232	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
231-233	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
230-234	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
234-235	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
234-236	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
120-237	24.20	79.40	119.09	74	740	50	370	1	0.100	0.119

237-238	5.90	19.36	29.04	11	110	75	83	3/4	0.029	0.008
238-239	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
239-240	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
240-241	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
240-242	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
239-243	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
243-244	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
243-245	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
238-246	6.10	20.01	30.02	7	70	100	70	3/4	0.019	0.006
246-247	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
247-248	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
248-249	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
248-250	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
247-251	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
251-252	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
251-253	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
246-254	17.90	58.73	88.09	3	30	100	30	1/2	0.023	0.020
254-255	9.70	31.82	47.74	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
254-256	4.45	14.60	21.90	2	20	100	20	1/2	0.012	0.003
256-257	10.00	32.81	49.21	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
256-258	12.35	40.52	60.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.002
237-259	4.85	15.91	23.87	16	160	75	120	3/4	0.048	0.011
259-260	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
260-261	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
261-262	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
261-263	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
260-264	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
264-265	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
264-266	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
259-267	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.029	0.009
267-268	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
268-269	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
269-270	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
269-271	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
268-272	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
272-273	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
272-274	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
267-275	18.30	60.04	90.06	8	80	100	80	1/2	0.123	0.111
275-276	5.60	18.37	27.56	4	40	100	40	1/2	0.037	0.010
276-277	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
277-278	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000

277-279	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
276-280	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
280-281	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
280-282	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
275-283	11.70	38.39	57.58	4	40	100	40	1/2	0.037	0.021
283-284	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
284-285	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
284-286	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
283-287	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
287-288	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
287-289	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
237-290	5.50	18.04	27.07	47	470	50	235	1	0.041	0.011
290-291	5.90	19.36	29.04	23	230	75	173	3/4	0.098	0.028
291-292	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
292-293	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
293-294	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
293-295	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
292-296	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
296-297	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
296-298	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
291-299	6.10	20.01	30.02	19	190	75	143	3/4	0.080	0.024
299-300	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
300-301	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
301-302	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
301-303	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
300-304	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
304-305	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
304-306	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
299-307	12.60	41.34	62.01	15	150	75	113	3/4	0.048	0.030
307-308	5.00	16.40	24.61	7	70	100	70	1/2	0.098	0.024
308-309	2.70	8.86	13.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
308-310	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
308-311	1.40	4.59	6.89	5	50	100	50	1/2	0.055	0.004
311-312	2.70	8.86	13.29	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
311-313	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
311-314	1.40	4.59	6.89	3	30	100	30	1/2	0.023	0.002
314-315	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
314-316	1.55	5.09	7.63	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
316-317	1.40	4.59	6.89	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
316-318	2.00	6.56	9.84	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
307-319	5.60	18.37	27.56	8	80	100	80	1/2	0.123	0.034

319-320	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
320-321	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
321-322	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
321-323	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
320-324	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
324-325	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
324-326	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
319-327	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.037	0.020
327-328	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
328-329	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
328-330	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
327-331	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
331-332	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
331-333	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
290-334	4.85	15.91	23.87	24	240	75	180	3/4	0.098	0.023
334-335	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
335-336	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
336-337	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
336-338	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
335-339	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
339-340	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
339-341	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
334-342	9.10	29.86	44.78	20	200	75	150	3/4	0.080	0.036
342-343	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
343-344	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
344-345	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
344-346	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
343-447	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
347-348	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
347-349	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
342-350	6.10	20.01	30.02	16	160	75	120	3/4	0.048	0.014
350-351	5.95	19.52	29.28	4	40	100	40	1/2	0.037	0.011
351-352	4.00	13.12	19.69	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
351-353	4.75	15.58	23.38	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005
353-354	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
353-355	1.90	6.23	9.35	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
353-356	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
350-357	6.10	20.01	30.02	12	120	75	90	3/4	0.029	0.009
357-358	6.35	20.83	31.25	4	40	100	40	1/2	0.037	0.012
358-359	4.40	14.44	21.65	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
358-360	4.35	14.27	21.41	3	30	100	30	1/2	0.023	0.005

360-361	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
360-362	1.90	6.23	9.35	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
360-363	3.80	12.47	18.70	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
357-364	6.10	20.01	30.02	8	80	100	80	1/2	0.123	0.037
364-365	4.70	15.42	23.13	4	40	100	40	1/2	0.037	0.009
365-366	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
366-367	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
366-368	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
365-369	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
369-370	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
369-371	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
364-372	10.80	35.43	53.15	4	40	100	40	1/2	0.037	0.020
372-373	2.40	7.87	11.81	2	20	100	20	1/2	0.012	0.001
373-374	2.90	9.51	14.27	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
373-375	2.80	9.19	13.78	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
372-376	2.80	9.19	13.78	2	20	100	20	1/2	0.012	0.002
376-377	3.30	10.83	16.24	1	10	100	10	1/2	0.004	0.001
376-378	2.40	7.87	11.81	1	10	100	10	1/2	0.004	0.000
Pérdida Total									1.769	

Tabla 6.12. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método MEDAES para aire comprimido.

En la Tabla 6.12 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Aire Comprimido por el método de MEDAES el cual dio un total de 1.769 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en una expansión a diferentes aéreas del hospital con un numero de 195 tomas de Aire Comprimido.

6.16 Primer Método. Propuesta de Diseño para la red de Vacío aplicando el método de CHEMETRON.

METODO CHEMETRON.								
A	B		C	D	E	F	G	H
Tramos	Longitud (mts)	Longitud (pies)	Longitud + 25% (Bx1.25)	Número de salidas por sección..	Caudal por sección (SCFM).	Diámetro	Pérdidas para 50% de factor de uso. (Pulg Hg)	Perdida equivalente
1-2	18.00	59.06	73.82	195	104.5	4	0.110	0.0812008
2-3	3.90	12.80	15.99	2	2.0	3/4	0.030	0.0047982
3-4	6.20	20.34	25.43	1	1.0	3/4	0.039	0.0099163
3-5	8.20	26.90	33.63	1	1.0	3/4	0.052	0.0174869
2-6	14.80	48.56	60.70	193	102.5	4	0.082	0.0497703
6-7	3.90	12.80	15.99	6	4.0	3/4	0.170	0.02719
7-8	8.20	26.90	33.63	1	1.0	3/4	0.052	0.0174869
7-9	6.20	20.34	25.43	1	1.0	3/4	0.034	0.008645
7-10	17.90	58.73	73.41	4	2.0	3/4	0.280	0.2055446
10-11	1.00	3.28	4.10	2	1.0	3/4	0.000	0
10-12	1.00	3.28	4.10	2	1.0	3/4	0.000	0
11-13	3.60	11.81	14.76	1	0.5	3/4	0.000	0
11-14	1.80	5.91	7.38	1	0.5	3/4	0.000	0
12-15	1.80	5.91	7.38	1	0.5	3/4	0.000	0
12-16	3.60	11.81	14.76	1	0.5	3/4	0.000	0
6-17	26.30	86.29	107.86	187	98.5	4	0.140	0.1510007
17-18	7.40	24.28	30.35	10	10.0	2 1/2	0.000	0
18-19	13.20	43.31	54.13	6	6.0	1	0.320	0.1732284
19-20	1.00	3.28	4.10	3	3.0	3/4	0.000	0
19-22	1.50	4.92	6.15	3	3.0	3/4	0.000	0
20-21	2.50	8.20	10.25	2	2.0	3/4	0.040	0.0041011
20-26	1.80	5.91	7.38	1	2.0	3/4	0.000	0
21-24	4.30	14.11	17.63	1	1.0	3/4	0.000	0
21-25	1.80	5.91	7.38	1	1.0	3/4	0.000	0
22-23	2.50	8.20	10.25	2	2.0	3/4	0.040	0.0041011
22-27	1.80	5.91	7.38	1	1.0	3/4	0.000	0
23-29	4.30	14.11	17.63	1	1.0	3/4	0.000	0
23-28	1.80	5.91	7.38	1	1.0	3/4	0.000	0
18-30	23.60	77.43	96.78	4	4.0	1 1/2	0.050	0.0483924
30-31	5.35	17.55	21.94	1	1.0	3/4	0.034	0.0074598
30-32	25.10	82.35	102.94	3	3.0	1 1/2	0.000	0
32-36	6.30	20.67	25.84	1	1.0	3/4	0.040	0.0103346
32-33	1.30	4.27	5.33	2	2.0	3/4	0.000	0

33-34	1.20	3.94	4.92	1	1.0	3/4	0.000	0
33-35	1.40	4.59	5.74	1	1.0	3/4	0.000	0
17-37	80.00	262.47	328.08	177	88.5	4	0.360	1.1811024
37-38	5.80	19.03	23.79	20	10.0	1 1/2	0.000	0
38-39	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.075	0.0147638
39-40	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
40-41	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
40-42	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
39-43	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
43-44	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
43-45	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
38-46	6.10	20.01	25.02	16	8.0	1 1/2	0.000	0
46-47	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.075	0.0147638
47-48	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
48-49	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
48-50	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
47-51	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
51-52	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
51-53	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
46-54	6.10	20.01	25.02	12	6.0	1 1/2	0.000	0
54-55	5.95	19.52	24.40	4	2.0	3/4	0.095	0.0231812
55-56	4.40	14.44	18.04	1	0.5	3/4	0.000	0
55-57	4.75	15.58	19.48	3	1.5	3/4	0.050	0.00974
57-58	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
57-59	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0
57-60	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
54-61	6.10	20.01	25.02	8	4.0	1 1/2	0.000	0
61-62	5.55	18.21	22.76	4	2.0	3/4	0.085	0.0193467
62-63	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
62-64	4.35	14.27	17.84	3	1.5	3/4	0.043	0.007671
64-65	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
64-66	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0
64-67	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
61-68	5.60	18.37	22.97	4	2.0	3/4	0.090	0.0206693
68-69	4.90	16.08	20.10	2	1.0	3/4	0.032	0.0064304
69-70	3.60	11.81	14.76	1	0.5	3/4	0.000	0
69-71	2.90	9.51	11.89	1	0.5	3/4	0.000	0
68-72	4.55	14.93	18.66	2	1.0	3/4	0.000	0
72-73	9.00	29.53	36.91	1	0.5	3/4	0.000	0
72-74	11.15	36.58	45.73	1	0.5	3/4	0.000	0
37-75	4.90	16.08	20.10	24	12.0	1 1/2	0.058	0.0116552

75-76	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.075	0.0147638
76-77	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
77-78	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
77-79	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
76-80	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
80-81	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
80-82	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
75-83	6.10	20.01	25.02	20	10.0	1 1/2	0.056	0.0140092
83-84	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.075	0.0147638
84-85	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
85-86	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
85-87	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
84-88	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
88-89	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
88-90	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
83-91	6.10	20.01	25.02	16	8.0	1 1/2	0.000	0
91-92	5.95	19.52	24.40	4	2.0	3/4	0.092	0.0224491
92-93	4.40	14.44	18.04	1	0.5	3/4	0.000	0
92-94	4.75	15.58	19.48	3	1.5	3/4	0.050	0.00974
94-95	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
94-96	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0
94-97	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
91-98	6.10	20.01	25.02	12	6.0	1 1/2	0.000	0
98-99	5.55	18.21	22.76	4	2.0	3/4	0.089	0.0202571
99-100	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.043	0.0070538
99-101	4.35	14.27	17.84	3	1.5	3/4	0.000	0
101-102	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
101-103	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0
101-104	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
98-105	6.10	20.01	25.02	8	4.0	3/4	0.029	0.0072548
105-106	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.075	0.0147638
106-107	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
107-108	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
107-109	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
106-110	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
110-111	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
110-112	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
105-113	11.70	38.39	47.98	4	2.0	3/4	0.180	0.0863681
113-114	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
114-115	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
114-116	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0

113-117	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
117-118	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
117-119	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
37-120	6.90	22.64	28.30	134	67.0	2 1/2	0.155	0.0438607
120-121	5.80	19.03	23.79	28	14.0	1 1/2	0.089	0.0211696
121-122	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.058	0.0092766
122-123	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
123-124	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
123-125	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
122-126	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
126-127	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
126-128	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
121-129	6.10	20.01	25.02	24	12.0	1 1/2	0.075	0.0187623
129-130	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
130-131	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
131-132	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
131-133	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
130-134	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
134-135	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
134-136	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
129-137	9.60	31.50	39.37	20	10.0	1 1/2	0.085	0.0334646
137-138	7.60	24.93	31.17	12	6.0	1	0.180	0.0561024
138-139	2.70	8.86	11.07	4	2.0	3/4	0.042	0.0046506
139-140	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
140-141	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
140-142	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
139-143	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
143-144	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
143-145	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
138-146	3.60	11.81	14.76	4	2.0	3/4	0.058	0.008563
146-147	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
147-148	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
147-149	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
146-150	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
150-151	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
150-152	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
138-153	10.10	33.14	41.42	4	2.0	1	0.042	0.0173967
153-154	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
154-155	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
154-156	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
153-157	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0

157-158	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
157-159	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
137-160	8.70	28.54	35.68	8	4.0	1 1/2	0.000	0
160-161	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.062	0.0099163
161-162	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
162-163	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
162-164	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
161-165	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
165-166	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
165-167	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
160-168	10.80	35.43	44.29	4	2.0	3/4	0.180	0.0797244
168-169	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
169-170	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
169-171	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
168-172	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
172-173	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
172-174	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
120-175	4.90	16.08	20.10	32	16.0	1 1/2	0.158	0.0317503
175-176	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
176-177	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
177-178	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
177-179	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
176-180	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
180-181	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
180-182	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
175-183	6.10	20.01	25.02	28	14.0	1 1/2	0.095	0.0237656
183-184	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
184-185	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
185-186	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
185-187	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
184-188	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
188-189	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
188-190	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
183-191	9.60	31.50	39.37	24	12.0	1 1/2	0.120	0.0472441
191-192	7.60	24.93	31.17	16	8.0	1	0.300	0.0935039
192-193	3.70	12.14	15.17	4	2.0	3/4	0.058	0.0088009
193-194	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
194-195	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
194-196	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
193-197	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
197-198	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0

197-199	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
192-200	3.00	9.84	12.30	4	2.0	3/4	0.048	0.0059055
200-201	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
201-202	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
201-203	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
200-204	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
204-205	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
204-206	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
192-207	6.50	21.33	26.66	8	4.0	1	0.080	0.0213255
207-208	3.70	12.14	15.17	4	2.0	3/4	0.058	0.0088009
207-209	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
209-210	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
209-211	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
208-212	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
212-213	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
212-214	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
207-215	3.00	9.84	12.30	4	2.0	3/4	0.048	0.0059055
215-216	2.50	8.20	10.25	2	1.0	3/4	0.000	0
216-217	3.40	11.15	13.94	1	0.5	3/4	0.000	0
216-218	3.20	10.50	13.12	1	0.5	3/4	0.000	0
215-219	1.70	5.58	6.97	2	1.0	3/4	0.000	0
219-220	3.80	12.47	15.58	1	0.5	3/4	0.000	0
219-221	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
191-222	8.70	28.54	35.68	8	4.0	1 1/2	0.000	0
222-223	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
223-224	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
224-225	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
224-226	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
223-227	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
227-228	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
227-229	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
222-230	10.80	35.43	44.29	4	2.0	3/4	0.170	0.0752953
230-231	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
231-232	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
231-233	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
230-234	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
234-235	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
234-236	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
120-237	24.20	79.40	99.25	74	37.0	2 1/2	0.190	0.1885663
237-238	5.80	19.03	23.79	11	5.5	1 1/2	0.000	0
238-239	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.078	0.0153543

239-240	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
240-241	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
240-242	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
239-243	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
243-244	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
243-245	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
238-246	6.10	20.01	25.02	7	3.5	1 1/2	0.000	0
246-247	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.078	0.0153543
247-248	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
248-249	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
248-250	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
247-251	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
251-252	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
251-253	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
246-254	17.90	58.73	73.41	3	1.5	1 1/2	0.000	0
254-255	10.10	33.14	41.42	1	0.5	3/4	0.000	0
254-256	4.45	14.60	18.25	2	1.0	3/4	0.030	0.0054749
256-257	9.20	30.18	37.73	1	0.5	3/4	0.000	0
256-258	11.95	39.21	49.01	1	0.5	3/4	0.000	0
237-259	4.90	16.08	20.10	16	8.0	1 1/2	0.000	0
259-260	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.078	0.0153543
260-261	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
261-262	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
261-263	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
260-264	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
264-265	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
264-266	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
259-267	6.10	20.01	25.02	12	6.0	1 1/2	0.000	0
267-268	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.078	0.0153543
268-269	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
269-270	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
269-271	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
268-272	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
272-273	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
272-274	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
267-275	18.30	60.04	75.05	8	4.0	1 1/2	0.000	0
275-276	4.80	15.75	19.69	4	2.0	3/4	0.078	0.0153543
276-277	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
277-278	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
277-279	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
276-280	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0

280-281	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
280-282	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
275-283	11.70	38.39	47.98	4	2.0	3/4	0.195	0.0935655
283-284	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
284-285	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
284-286	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
283-287	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
287-288	2.50	8.20	10.25	1	0.5	3/4	0.000	0
287-289	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
237-290	5.90	19.36	24.20	47	23.5	2 1/2	0.000	0
290-291	5.80	19.03	23.79	23	11.5	1 1/2	0.065	0.015461
291-292	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
292-293	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
293-294	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
293-295	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
292-296	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
296-297	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
296-298	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
291-299	6.10	20.01	25.02	19	9.5	1 1/2	0.050	0.0125082
299-300	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
300-301	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
301-302	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
301-303	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
300-304	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
304-305	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
304-306	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
299-307	12.60	41.34	51.67	15	7.5	1 1/2	0.070	0.0361713
307-308	5.00	16.40	20.51	7	3.5	3/4	0.200	0.0410105
308-309	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
308-310	3.00	9.84	12.30	1	0.5	3/4	0.000	0
308-311	1.40	4.59	5.74	5	2.5	3/4	0.000	0
311-312	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
311-313	3.00	9.84	12.30	1	0.5	3/4	0.000	0
311-314	1.40	4.59	5.74	3	1.5	3/4	0.000	0
314-315	3.00	9.84	12.30	1	0.5	3/4	0.000	0
314-316	1.55	5.09	6.36	2	1.0	3/4	0.000	0
316-317	3.00	9.84	12.30	1	0.5	3/4	0.000	0
316-318	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
307-319	5.60	18.37	22.97	8	4.0	1 1/2	0.000	0
319-320	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
320-321	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0

321-322	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
321-323	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
320-324	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
324-325	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
324-326	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
319-327	10.80	35.43	44.29	4	2.0	3/4	0.170	0.0752953
327-328	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
328-329	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
328-330	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
327-331	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
331-332	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
331-333	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
290-334	4.90	16.08	20.10	24	12.0	1 1/2	0.060	0.0120571
334-335	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
335-336	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
336-337	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
336-338	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
335-339	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
339-340	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
339-341	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
334-342	9.10	29.86	37.32	20	10.0	1 1/2	0.085	0.0317216
342-343	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
343-344	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
344-345	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
344-346	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
343-447	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
347-348	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
347-349	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
342-350	6.10	20.01	25.02	16	8.0	1 1/2	0.000	0
350-351	5.95	19.52	24.40	4	2.0	3/4	0.090	0.0219611
351-352	4.40	14.44	18.04	1	0.5	3/4	0.000	0
351-353	4.75	15.58	19.48	3	1.5	3/4	0.050	0.00974
353-354	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
353-355	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0
353-356	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
350-357	6.10	20.01	25.02	12	6.0	1 1/2	0.000	0
357-358	5.55	18.21	22.76	4	2.0	3/4	0.090	0.0204847
358-359	4.00	13.12	16.40	1	0.5	3/4	0.000	0
358-360	4.35	14.27	17.84	3	1.5	3/4	0.045	0.0080278
360-361	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
360-362	1.50	4.92	6.15	1	0.5	3/4	0.000	0

360-363	3.50	11.48	14.35	1	0.5	3/4	0.000	0
357-364	6.10	20.01	25.02	8	4.0	1 1/2	0.000	0
364-365	3.90	12.80	15.99	4	2.0	3/4	0.030	0.0047982
365-366	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
366-367	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
366-368	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
365-369	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
369-370	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
369-371	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
364-372	10.80	35.43	44.29	4	2.0	3/4	0.170	0.0752953
372-373	2.40	7.87	9.84	2	1.0	3/4	0.000	0
373-374	4.10	13.45	16.81	1	0.5	3/4	0.000	0
373-375	2.40	7.87	9.84	1	0.5	3/4	0.000	0
372-376	2.00	6.56	8.20	2	1.0	3/4	0.000	0
376-377	3.70	12.14	15.17	1	0.5	3/4	0.000	0
376-378	2.80	9.19	11.48	1	0.5	3/4	0.000	0
Pérdida Total								3.73868327

Tabla 6.13. Matriz de Cálculo de pérdidas de presión por método CHEMETRON para Vacío.

En la Tabla 6.13 se muestra el cálculo de las pérdidas para el sistema de propuesto de Oxígeno por el método de MEDAES el cual dio un total de 1.919 lo cual nos dice que el sistema de tuberías se encuentra en los rangos de pérdidas de presión para su funcionamiento correcto, este cálculo de perdidas está basado en una expansión a diferentes aéreas del hospital con un numero de 195 tomas de Vacío.

6.17. ANALISIS DE TECNOLOGIAS

6.17.1. Análisis de Tecnología de la red de Oxígeno.

Para el análisis de las tecnologías del sistema de suministro de oxígeno, se aplicara el mismo método utilizado en el Capítulo V para evaluar los sistemas actualmente instalados, en el cual colocamos en un lado de la tabla las características que necesitamos que como mínimo cumpla el sistema con su ponderación correspondiente, según la importancia de la característica y a un lado las dos alternativas de suministro, asignamos un porcentaje de la ponderación a cada alternativa, dependiendo de que tanto se asemeja a la característica que necesitamos en nuestro sistema y luego sumamos esas ponderaciones por cada alternativa y la de mayor ponderación será la alternativa seleccionada para el sistema.

Características Técnicas	Valoración	Peso del evaluador/ Total del Peso de lo evaluado			
		AMICO		MEDAES	
	VCT	PET	TPC	PET	TPC
Fuente					
Alimentación eléctrica del manifold (110-220Vac, 60Hz)	10	10	100	10	100
Forma de control del panel de control del manifold electrónica	15	15	225	15	225
Indicadores del panel de control (5 o más indicadores led)	10	10	100	8	80
Monitoreo de presión de línea	20	20	400	20	400
Medición continua de presión central	15	15	225	15	225
Tipos de unidades de medición.	5	5	25	5	25
Cola de cochino	5	5	25	5	25
Válvula check	5	5	25	5	25
Regulador Dual de línea	10	10	100	10	100
Tipo de conmutación de banco automática	15	15	225	15	225
Reguladores de línea duplex	15	15	225	15	225
Norma de fabricación NFPA	15	15	225	15	225
Válvula de alivio	20	20	400	20	400

Configuración de suministro (oxígeno líquido- oxígeno a alta presión)	20	0	0	20	400
Capacidad de flujo de Oxígeno	20	20	400	20	400
Distribución					
Tubería tipo K	15	15	225	15	225
Válvulas de corte	15	15	225	15	225
Alarmas de presión	20	20	400	20	400
Utilización					
Tomas tipo Ohmeda	10	10	100	10	100
TOTAL	260	240	3650	258	4030

Tabla 6.14. Análisis de las tecnologías para el sistema de suministro de oxígeno.

Al observar los resultados de la Tabla 6.14 se deja claro que el sistema propuesto por MEDAES es el más adecuado para nuestra situación, ya que como se ha planteado con anterioridad se desea introducir la tecnología de oxígeno líquido y a la vez poder utilizar los cilindros de oxígeno a alta presión como sistema de respaldo, lo cual se puede lograr utilizando el manifold presentado por MEDAES. Además, se desea aumentar la seguridad y eficiencia del sistema, con el fin de mejorar el servicio brindado al paciente. Las características técnicas más en detalle de estas dos alternativas pueden encontrarse en el anexo 3

6.17.2. Análisis de Tecnología de la red de Óxido Nitroso.

De igual manera, como se procedió a realizar el análisis de tecnologías para el sistema de suministro de oxígeno, se hará para el sistema de distribución de óxido nitroso, tal y como se muestra en la Tabla 6.15

Características Técnicas	Valoración	Peso del evaluador/ Total del Peso de lo evaluado			
		AMICO		MEDAES	
	VCT	PET	TPC	PET	TPC
Fuente					
Alimentación eléctrica del manifold (110-220Vac, 60Hz)	10	10	100	10	100
Forma de control del panel de control del manifold electrónica	15	15	225	15	225
Indicadores del panel de control (5 o más indicadores led)	10	10	100	10	100
Monitoreo de presión de cilindros	20	20	400	20	400
Medición continua de presión central	15	15	225	15	225
Tipos de unidades de medición.	5	5	25	5	25
Cola de cochino	5	5	25	5	25
Válvula check	5	5	25	5	25
Regulador Dual de línea	10	10	100	10	100
Tipo de conmutación de banco automática	15	15	225	15	225
Reguladores de línea dúplex	15	15	225	15	225
Norma de fabricación NFPA	15	15	225	15	225
Válvula de alivio	20	20	400	20	400
Capacidad de flujo de Oxido Nitroso	20	20	400	20	400
Distribución					
Tubería tipo K	15	15	225	15	225
Válvulas de corte	15	15	225	15	225
Alarmas de presión	20	20	400	20	400
Utilización					
Tomas tipo Ohmeda	10	10	100	10	100
TOTAL	240	240	3650	240	3650

Tabla 6.15 Análisis de las características para el sistema de oxido nitroso.

Según los resultados obtenidos del análisis, ambas alternativas de sistemas de suministro son aceptables para cumplir con nuestras necesidades, por lo tanto seleccionaremos la propuesta de MEDAES. Las características técnicas de estos sistemas pueden encontrarse en el anexo 3.

6.17.3. Análisis de Tecnología de la red de Aire Comprimido.

Para el análisis de tecnología del sistema de aire comprimido se tomarán en cuenta las características técnicas principales en las que está comprendido la fuente, distribución y utilización que debe de cumplir el sistema de aire comprimido así como también auxiliarnos de la matriz de pérdidas de presión ya que es necesario saber la demanda máxima a la cual debe trabajar el sistema propuesto para la red de aire comprimido. Cabe mencionar que este análisis de tecnologías se basa en la NFPA.

En la Tabla 6.16 se puede observar la matriz de características técnicas mínimas que debe de cumplir una red de aire comprimido.

Características Técnicas	Valoración	Peso del evaluador/ Total del Peso de lo evaluado			
		AMICO		MEDAES	
	VCT	PET	TPC	PET	TPC
Fuente					
Compresores Duplex libres de aceite de 10 HP cada uno.	20	20	400	20	400
El voltaje del compresor 208, 230.	10	10	100	10	100
Presión de Salida 50 Psi.	20	20	400	20	400
Que soporte una demanda de 1950 litros por minuto.	20	20	400	20	400
Sensor de CO	10	10	100	10	100
Temperatura de 1.6°C en el punto de rocío a 50 psi	15	5	75	5	75
El reservorio debe ser de 120 galones.	20	20	400	20	400
El filtro de entrada debe ser de 0.5 micrones.	15	5	75	15	225
La entrada de aire debe ser de diámetro de 2 pulgadas.	15	5	75	15	225
Distribución					
Paneles de control.	15	15	225	15	225
Válvulas de corte	15	15	225	15	225
La tubería debe ser tipo K de cobre	20	20	200	20	400
Utilización					

Tomas tipo Ohmeda	20	20	200	20	400
TOTAL	215	195	2800	205	3575

Tabla 6.16. Análisis de tecnologías para el sistema de Aire Comprimido.

Como se puede ver en la tabla 6.16 el análisis de las diferentes tecnologías con las que cuenta el sistema de aire comprimido, estas características técnicas se encuentran en los anexos, dando como resultado que las características de la marca de MEDAES son las que más se asemejan a las características que requiere el diseño propuesto para la red de gases médicos del hospital Zacamil.

6.17.4. Análisis de Tecnología de la red de Vacío.

Características Técnicas	Valoración	Peso del evaluador/ Total del Peso de lo evaluado			
		AMICO		MEDAES	
	VCT	PET	TPC	PET	TPC
Fuente					
Potencia en HP de 10hp por bomba.	15	15	225	15	225
Sistema Duplex.	15	15	225	15	225
Voltaje de las bombas de 208 o 230/460V a 60Hz.	10	10	100	10	100
Alarmas de audibles de reserva.	15	5	35	15	225
Panel de Control con medidores de presión, alarma de sobrepresiones.	20	15	300	15	300
Flujo de 45 a 55 SCFM	20	20	400	20	400
Tanque de 120 galones.	20	20	400	20	400
Conector de 2" de entrada.	10	10	100	10	100
Compresor montado en Estante.	10	10	100	10	100
Peso de 250 a 300kg	10	10	100	10	100
Distribución					
Alarmas de presión	10	10	100	10	100
Válvulas de corte	10	10	100	10	100
La tubería debe ser tipo K de cobre	15	15	225	15	225
Utilización					
Tomas tipo Ohmeda	15	15	225	15	225
TOTAL	195	180	2675	190	2825

Tabla 6.17. Análisis de tecnologías para el sistema de Vacío.

Como se puede ver en la tabla 6.17 el análisis de las características técnicas de dos diferentes tecnologías para el sistema propuesto de vacío que se encargara de suplir las necesidades de consumo requeridas en el Hospital Zacamil las cuales se detallan en los anexos sus características técnicas, dando como resultado que las características para la fuente que más se asemejan a las características que requiere el diseño propuesto para la red de gases médicos del Hospital Zacamil.

6.18 EVALUACION FINANCIERA.

La evaluación financiera se realizara desde el punto de vista de los costos que el hospital incurre actualmente los cuales justificaran la inversión de una nueva red de gases médicos, esta evaluación contempla los cuatro sistemas de gases médicos.

6.18.1 OXIGENO.

El oxigeno dentro del Hospital Zacamil es uno de los gases que más se consumen como se muestra en la tabla 5.1 la demanda de oxigeno anualmente representa para cilindros tipo E de 23PC un total de 287 cilindros y para cilindros tipo H 220PC un total de 9,742 como se muestra en la Tabla 6.18.1 el gasto anual en el que incurre el hospital solo en cilindros de oxigeno.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
Tipo E	287	\$6.87	\$1,971.69
Tipo H	9742	\$19.46	\$189,579.32
Total			\$191,551.01

Tabla 6.18.1. Gasto anual de cilindros de Oxigeno.

En la tabla 6.18.1 se observa que solo cilindros le representa en gastos un total de \$191,551.01 al hospital anualmente, no tomando en cuenta que en ciertas áreas no se brinda el oxigeno por medio de la red. En la tabla 5.8 y 5.9 se realizo un cálculo para saber la demanda a futuro lo que representa para cilindros de

oxígeno tipo E de 3,246 y para cilindros Tipo H 12,717 cilindros, en la Tabla 6.18.2 se puede observar los gastos en los que incurrirá la institución solo en cilindros en el 2021.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
Tipo E	3,246	\$6.87	\$22,300.02
Tipo H	12,717	\$19.46	\$247,472.82
Total			\$269,772.84

Tabla 6.18.2. Gasto anual de cilindros a futuro.

Dentro este análisis no se está contemplando el personal que debe de llevar los cilindros a dichas áreas lo que representa un costo extra hora hombre al igual el personal encargado de llevar los cilindros a recargar, el combustible que es necesario para transportar los cilindros y desde el punto de vista del servicio el mal servicio que se le brinda al paciente.

En la propuesta tecnológica en el capítulo V se propone el cambio del uso de oxígeno líquido el cual tiene un precio aproximado de alquiler de \$368.00 dólares mensuales el alquiler lo que anualmente el hospital incurrirá en un gasto de \$4,416.00 además que con este servicio el hospital no tendrá que pagar el transporte del para rellenar el container y con el nuevo diseño el personal no tendrá que llevar cilindros de oxígeno a ciertas áreas dentro del hospital por lo que se ahorra un total \$187,135.01 al año.

En la tabla 6.18.3 se muestra los gastos aproximados en que el hospital incurrirá en la ampliación de la red de oxígeno.

Descripción	Cantidad	Cantidad Sugerida	Precio Unitario	Total (dólares)
Equipos				
Alarmas locales	3	3	\$2,000.00	\$6,000.00
Manifold	1	1	\$50,000.00	\$50,000.00
Tuberías				
Tuberías tipo "L" de "1/2"	918	918	\$10.00	\$9,180.00
Accesorios				
Codos de cobre 90° "1/2"	132	150	\$2.00	\$300.00
Codos de cobre "T" de "1/2"	85	100	\$3.50	\$350.00
Tomas de Oxígeno Ohmeda	136	150	\$95.00	\$14,250.00
Válvulas de Corte "1/2" con un "1/4" de giro	25	35	\$125.00	\$4,375.00
Reductores de "1/2" a "3/8"	35	40	\$2.00	\$80.00
Reguladores @ 55 Psi	2	2	\$650.00	\$1,300.00
Sujetadores	225	230	\$4.00	\$920.00
Oxígeno Líquido				
Alquiler del tanque criogénico	1	1	\$3,936.00	\$3,936.00
Base de Concreto	1	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Total				\$95,691.00

Tabla 6.18.3. Gastos aproximados de la red de Oxígeno.

Como se analizó en la tabla 1 los gastos anuales solo en cilindros de oxígeno son aproximadamente de \$191,551.1 y los gastos aproximados en los incurrirán en la nueva red de oxígeno es de \$95,691 por lo que la inversión se justifica en gran medida ya que se recuperará en el primer año de colocada la nueva red de oxígeno.

6.18.2 OXIDO NITROSO.

En la tabla 5.3 se muestra la demanda de oxido nitroso que anualmente representa en cilindros de 6.5 libras un total de 29 cilindros y para cilindros tipo G un total de 26 como se muestra en la Tabla 6.18.4 el gasto anual en el que incurre el hospital solo en cilindros de oxido nitroso.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
6.5 libras	29	\$40.42	\$1,172.18
Tipo G	26	\$184.22	\$4,789.72
Total			\$5,961.90

Tabla 6.18.4. Gasto anual de cilindros de Oxido Nitroso.

En la tabla 6.18.4 se observa que solo cilindros le representa un total de \$5,961.90 al hospital anualmente aclarando que este servicio solo es brindado para las salas de operaciones. En la tabla 5.8 y 5.9 se realizo un cálculo para saber la demanda a futuro lo que representa para cilindros de oxido nitroso de 6.5 libras de 343 y para cilindros Tipo G 304 cilindros, en la Tabla 6.18.5 se puede observar los gastos en los que incurrirá la institución solo en cilindros en el 2021.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
6.5 libras	343	\$40.42	\$13,864.06
Tipo G	304	\$184.22	\$56,002.9
Total			\$69,866.9

Tabla 6.18.5. Gasto anual de cilindros a futuro.

En el capítulo V no se realiza propuesta de una nueva red de oxido nitroso ya que con la red que se cuentan actualmente solo brinda servicio a las diferentes salas

de operaciones y la demanda actual no es mucha por lo que el manifold solo posee dos cilindros por brazo el cual se puede aumentar a cuatro por brazo cuando la demanda sea mayor por lo que la cobertura está garantizada.

6.18.3 AIRE COMPRIMIDO.

La demanda de Aire Comprimido anualmente representa para cilindros de 210 PC un total de 975 cilindros como se muestra en la Tabla 6.18.6 el gasto anual en el que incurre el hospital solo en cilindros de aire comprimido.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
Tipo (210PC)	975	\$18.80	\$18,330
Total			\$18,330

Tabla 6.18.6. Gasto anual de cilindros de Aire Comprimido.

En la tabla 6.18.6 se observa que solo cilindros le representa en gastos aproximados un total de \$18,330 al hospital anualmente, no tomando en cuenta que en ciertas áreas no se brinda aire comprimido por medio de la red. En la tabla 5.13 se realizo un cálculo para saber la demanda a futuro lo que representa para cilindros de aire comprimido de 210PC de 3,311 cilindros, en la Tabla 6.18.7 se puede observar los gastos en los que incurrirá la institución solo en cilindros en el 2021.

Tipo de Cilindro	No de cilindros	Precio Unitario	Total
Tipo (210 PC)	3,311	\$18.80	\$62,246.80
Total			\$62,246.80

Tabla 6.18.7. Gasto anual de cilindros a futuro.

Dentro este análisis no se está contemplando el personal que debe de llevar los cilindros a dichas áreas lo que representa un costo extra en horas hombre, al igual el personal encargado de llevar los cilindros a recargar, el combustible que es necesario para transportar los cilindros y desde el punto de vista del servicio, el mal servicio que se le brinda al paciente.

En la propuesta tecnológica en el capítulo V se propone el cambio de la fuente de suministro de aire comprimido ya que con la nueva expansión no podrá suplir la demanda la antigua fuente de aire comprimido por lo que en la tabla 6.18.8 se muestra los gastos en que el hospital incurrirá en la ampliación de la red de aire comprimido.

Descripción	Cantidad	Cantidad Sugerida	Precio Unitario	Total (dolares)
Equipos				
Fuente de Aire comprimido	1	1	\$100,000.00	\$85,000.00
Tuberías				
Tuberias tipo "L" de "1/2"	918	918	\$10.00	\$9,180.00
Accesorios				
Codos de cobre 90° "1/2"	132	150	\$2.00	\$300.00
Codos de cobre "T" de "1/2"	85	100	\$3.50	\$350.00
Tomas de Oxigeno Ohmeda	136	150	\$95.00	\$14,250.00

Válvulas de Corte "1/2" con un "1/4" de giro	25	35	\$125.00	\$4,375.00
Reductores de "1/2" a "3/8"	35	40	\$2.00	\$80.00
Reguladores @ 55 Psi	2	2	\$650.00	\$1,300.00
Sujetadores	225	230	\$4.00	\$920.00
Aire Comprimido				
Instalación y diseño	1	1	\$30,000.00	\$30,000.00
Total				\$145,755.00

Tabla 6.18.8. Gastos aproximados para la red de Aire Comprimido.

6.18.4 VACIO.

La demanda de vacío no se supe a través de cilindros esta posee una fuente que no da abasto a la demanda ni cumple con las condiciones mínimas de la NFPA dentro del hospital es por ello que se realizó una propuesta en el capítulo V de un nuevo sistema de vacío el cual cubrirá la demanda necesaria además de brindar servicio a otros departamentos. En la tabla 6.18.9 se muestra los gastos en que el hospital incurrirá en la ampliación de la red de vacío.

Descripción	Cantidad	Cantidad Sugerida	Precio Unitario	Total (dolares)
Equipos				
Fuente de Aire comprimido	1	1	\$70,000.00	\$70,000.00
Tuberías				
Tuberías tipo "L" de "1/2"	918	918	\$10.00	\$9,180.00
Accesorios				
Codos de cobre 90° "1/2"	132	150	\$2.00	\$300.00
Codos de cobre "T" de "1/2"	85	100	\$3.50	\$350.00

Tomas de Oxígeno Ohmeda	136	150	\$95.00	\$14,250.00
Válvulas de Corte "1/2" con un "1/4" de giro	25	35	\$125.00	\$4,375.00
Reductores de "1/2" a "3/8"	35	40	\$2.00	\$80.00
Reguladores @ 55 Psi	2	2	\$650.00	\$1,300.00
Sujetadores	225	230	\$4.00	\$920.00
Vacio.				
Instalación y diseño	1	1	\$30,000.00	\$30,000.00
Total				\$130,755.00

Tabla 6.18.9. Gastos aproximados de la red de Vacío.

6.18.5 RETORNO DE INVERSIÓN.

El retorno de inversión es la cantidad de tiempo que el hospital estima recuperar la inversión que se ha realizado para la mejora de la red de gases médicos, en la tabla 6.18.10 se muestra un estimado del tiempo que el hospital recuperara la inversión realizada.

Año	0	1	2	3	4
Costo Inicial	\$353,871.00	\$258,010.90	\$162,150.80	\$66,290.70	\$0.00
RI		\$95,860.10	\$95,860.10	\$95,860.10	\$66,290.70

Tabla 6.18.10. Retorno de Inversión (RI)

En la tabla se muestra que en cuatro años se estará solventando las deudas adquiridas para el mejoramiento y puesta en funcionamiento de la nueva red de gases médicos por lo que se puede concluir que el proyecto es viable para su realización en cuanto a un análisis financiero.

CAPITULO VII.
SISTEMAS DE INSPECCION Y
MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA SISTEMAS DE GASES
MEDICOS.

CAPITULO VII. SISTEMAS DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DE GASES MEDICOS.

7.1 Introducción.

En el presente capítulo trata de la importancia de los mantenimientos preventivos que se deben de realizar a una red de gases médicos y cuáles son las principales partes que se debe de tomar en cuenta para realizar los mantenimientos. En este capítulo se toma como referencia lo realizado por la NFPA 99 y se expone como es responsabilidad de los hospitales el realizar los mantenimientos a los sistemas de gases médicos.

También se realiza una lista de las principales equipos que se debe de poseer para brindar un mantenimiento correcto y las precauciones que se deben de tener a la hora de realizar el mantenimiento a dichas redes.

7.2. Importancia de los programas de mantenimiento

Los sistemas de gas por tuberías, presentan ciertos riesgos característicos, usualmente relacionados a su construcción original, a alguna modificación o reparación. Sin embargo, ciertos problemas pueden ser descubiertos durante la vida útil de los sistemas, particularmente en los sistemas de aire comprimido medico y las entradas de vacío. Los peligros incluyen errores de conexión, uso y degradación de materiales incompatibles con los gases a ser acarreados, o por flujo obstruido debido a la migración de partículas acumuladas en las tuberías; contaminación del gas por desechos residuales o materia extraña acumulada⁸; contaminación de gas debida a iteraciones químicas, incluyendo fuego y explosiones, o entre gases y componentes de tubería o materiales extraños; y así como la contaminación del gas debido a una fuente contaminada⁹.

⁸ Incrustaciones, hidrocarburos, microorganismos, humedad o suciedad en las tuberías de aire comprimido medico.

⁹ Tomas de aire cercanos a tubos de escape provenientes de motores.

Los problemas relacionados al uso y mantenimiento del sistema durante su vida útil, incluyen revisión de fugas por daños en los sellos de las salidas, entradas de vacío y tuberías obstruidas o congestionadas (por polvo, fluidos corporales), inadecuada filtración de las partículas, corrosión de los drenajes de condensado automáticos, daños en los revestimientos o destrucción de los sellos al volverse quebradizos¹⁰, lo que puede derivarse en el surgimiento de fugas en las salidas o en los revestimientos del compresor, de los sellos de las bombas, cojinetes y del sensor de presión de deriva.

7.3. La NFPA99 y los programas de mantenimiento.

La NFPA99 establece en su capítulo 4, específicamente en la sección que hace referencia a los sistemas de gases médicos, que los sistemas de tuberías deben ser siempre puestos a prueba posterior a cualquier construcción, adición, renovación o reparación de los mismos. Declarando pruebas para válvulas de zona y del funcionamiento del sistema de alarma, fugas y conexiones cruzadas.

Se requiere para ello, del concurso de las instalaciones, a fin de ejecutar algunas pruebas en los sistemas, previo a su uso y contacto con los pacientes. La NFPA99 al mismo tiempo llama a los operadores de salud y encargados de los sistemas, a desarrollar e implementar procedimientos para la prueba de los sistemas de gas médico y vacío y de sus sistemas de alarma. Este procedimiento de inspección y mantenimiento debería satisfacer dicho requerimiento para la prueba del sistema de tuberías y de alarmas. El estándar al mismo tiempo requiere que la pureza y la concentración del gas médico sean verificadas y que el sistema de suministro sea puesto a prueba después de cualquier ramal que se añada o modifique al sistema.

¹⁰ En lenguaje técnico se usa la palabra en inglés embrittlement.

7.4. Responsabilidades de los hospitales en relación a los Programas de Mantenimiento Preventivo (PMP).

Los hospitales deberán insistir en las responsabilidades acerca del diseño del documento en el que se establezcan los métodos de prueba y los resultados, con el fin de lograr que dicho documento este en conformidad con lo requerido por la NFPA99. Los hospitales de igual forma deben también obtener documentación verificando la pureza de los gases médicos desde los suministros. En adición, el hospital debe realizar una inspección de aceptabilidad y prueba de los sistemas de gases médicos independientemente de las pruebas producidas por el instalador contratista. El área de mantenimiento o ingeniería clínica del hospital en conjunto con el departamento de terapia respiratoria debe realizar esta prueba. Si existen problemas debido a que no se cuenta con el personal adecuado, ya sea por inexperiencia o por que se carece de los equipos necesarios para su realización, puede emplearse una organización independiente que se especialice en este tipo de actividades.

En un hospital típico, los sistemas de gases médicos son frecuentemente reparados modificados y expandidos. Estas actividades deben incluir cambios de tomas de salidas o entradas defectuosas, válvulas o tuberías, cambio de localización de salidas y adición de tomas al sistema actual. Los platos de identificación u otros marcadores o etiquetados son removidos de manera frecuente durante esta actividad, incrementando la probabilidad de error.

Cabe recordar que los procedimientos trazados por la NFPA99 han sido creados para la realización de pruebas en sistemas recién construidos, y que no han sido aun puestos a un servicio. El procedimiento descrito por el estándar requiere pruebas en diferentes etapas de la instalación, antes de proceder con instalaciones adicionales. Por ejemplo, las pruebas de 150 psig de presión y de blow-down¹¹ deben ser realizadas antes que sean instalados ciertos componentes,

¹¹ O purga inicial.

como los interruptores de alarma actuantes, alarmas, manifolds, manómetros y válvulas de alivio.

7.5. Inconvenientes debidos a la aplicación de los PMP.

Hay que tomar en consideración que llevar a cabo ciertas porciones de las pruebas o procedimientos de la NFPA99 requieren del cierre completo del sistema. De tal manera, el hospital debe proveer un gran número de fuentes alternas de gases médicos (cilindros con reguladores, sistemas portátiles de succión) y deben por lo tanto minimizar el uso de las fuentes de gas y vacío (redistribuyendo las fechas de cirugías) a fin de realizar una prueba de las modificaciones al sistema de gas y vacío completa.

Debido a las dificultades, a los costos que trae consigo y el posible compromiso del cuidado del paciente, los hospitales son renuentes a pruebas completas de los sistemas cambiados, excepto después de modificaciones o ampliaciones. Desafortunadamente, fallas en las pruebas completas a los sistemas pueden permitir que serios problemas (conexiones cruzadas, que son usualmente asociadas únicamente con sistemas nuevos) no sean detectados.

7.6. Equipos y Suministros necesarios para la realización de los PMP.

Los sistemas de gases médicos contienen contaminantes que pueden afectar los instrumentos de prueba; por tanto, las limpiezas periódicas en adición a la calibración podrán ser necesitadas.

7.6.1. Analizadores de oxígeno.

Deben mantener precisión y exactitud y no ser dañados ante la presencia de óxido nítrico (analizadores usados con unidades de anestesia son los más adecuados).

7.6.2. Mecanismos de medición de vacío.

De 0 a 30 pulgadas de mercurio (0 a 760 mmHg) con 5% de exactitud.

7.6.3. Flujómetros.

De 0 a 250 L/min, con un 5% de exactitud (los fabricantes de flujómetros normalmente suministran curvas de calibración para un rango de gases comunes con cada instrumento); alternativamente, si un flujómetro calibrado para un gas a ser medido no está disponible, se puede usar la siguiente fórmula:

$$\text{Flujo corregido} = \text{flujo indicado} * \sqrt{\frac{\text{Densidad (gas)}}{\text{Densidad (gas de prueba)}}}$$

7.6.4. Manómetros.

Mecanismos de medición de la presión de 0 a 100 Psig y 0 a 400 Psig con un 5% de exactitud.

7.6.5. Válvulas de control de flujo.

Cabe destacar que otros mecanismos disponibles pueden ser usados en lugar de los listados anteriormente; por ejemplo, algunos instrumentos especializados incorporan mecanismos para la medición de la presión, vacío, flujo y la concentración de oxígeno todo dentro de un instrumento compacto. También, algunos modelos de calibradores portátiles de tipo neumático o calibradores/analizadores de máquinas de anestesia pueden ser una alternativa muy útil.

7.6.6. Otros.

Una fuente de nitrógeno seco libre de aceite con regulador de presión para suministrar el gas de prueba.

Mangueras y adaptadores para conectar el equipo para la medición del vacío y de la presión y el cilindro del gas de prueba a cada salida de gas.

Herramientas de mano, como desatornilladores, llaves mecánicas, llaves tipo Allen, alicates y tenazas.

Etiquetas y marcadores, como “No Tocar”, “No Usar” y “Sistema bajo Prueba”.

Botes para muestreo y filtros para recolección de muestras para análisis; típicamente, estos son obtenidos de un laboratorio que no conduce el análisis.

7.6.7. Herramientas Mecánicas y Partes.

Parte del juego de herramientas mecánicas que pueden ser base útil para la realización de un programa de mantenimiento preventivo puede resumirse a partir de los siguientes:

- a. Juego completo de destornilladores que incluya tanto del tipo Philips como plano.
- b. Un juego pequeño y un juego mediano de tenazas con punta plana.
- c. Tenazas de juntura deslizable tipo perica.
- d. Juego de llaves.
- e. Espejo dental.
- f. Escariador.
- g. Lámpara tipo lápiz.
- h. Cepillo de alambre.
- i. Juego completo de anillos tipo “O” de goma de neopreno (“O” ring)
- j. Juego misceláneo de resortes.
- k. Adaptadores de pared para salidas de oxígeno, óxido nitroso, aire medico y vacío.
- l. Caja para cargar herramientas.

7.6.8. Equipos de prueba.

Dentro de los elementos necesarios para la realización de un programa de mantenimiento preventivo y de pruebas, se sugieren los siguientes:

- a. Analizador de oxigeno portátil.
- b. Medidor de presión de vacío (de 0 a 30 pulgadas de mercurio).

- c. Flujómetros (0 a 10L/min y 0 a 100 L/min).
- d. Manómetro de presión (0 a 100 Psig y 0 a 500 Psig).
- e. Válvula de control de flujo ajustable (0 a 10 L/min).
- f. Velocímetros de aire electrónicos (0 a 100 Pie/min).
- g. Indicador electrónico de humedad.
- h. Bomba con bolsa para muestreo*
- i. Espectrofotómetro infrarrojo*

* Accesorios opcionales para prueba de contaminación de gases.

7.7. Precauciones especiales con los PMP de los sistemas de gases médicos.

- a. Antes de realizar las pruebas, se debe alertar al personal clínico y asegurar que exista un adecuado suministro de los cilindros de gas apropiados y/o fuentes de vacío, a fin de que estén disponibles en el área inmediata como soporte para gases suministrados por tubería. Previendo un amplio tiempo de preparación, especialmente si un sistema o zona debe ser cerrada para la prueba.
- b. Nunca debe desconectarse o probarse alguna salida de gas médico, entrada de vacío, o sistema de servicio a paciente en áreas de cuidados para pacientes sin la aprobación del personal clínico.
- c. De igual manera, no debe desarrollarse ninguna prueba que pueda interferir el suministro de gas a pacientes (cerrar válvulas de zona, presurizar con otro gas o alterar alguna presión con otra diferente a la presión usual de suministro) cuando tal sección del sistema, este en uso por pacientes.
- d. Nunca debe usarse oxígeno como gas de prueba (prueba de presión). Para ello debe usarse nitrógeno seco libre de aceite. No debe permitirse fumar u otras fuentes abiertas de ignición en el área inmediata al área de prueba, especialmente en la presencia de oxido nitroso u oxígeno.

- e. Debido a la alta presión, debe tomarse un especial cuidado cuando son insertados y desconectados los adaptadores de las salidas puestas a prueba. También antes de la prueba, habrá que cerciorarse que el adaptador esta seguramente conectado en el toma de salida.
- f. Nunca deberá aplicarse una prueba de presión al sistema de vacío con manómetros en la sección del sistema a ser presurizada; esto puede dañar los medidores de presión de vacío.
- g. Si son sobrepresurizadas las líneas de gas comprimido, como es requerido para ciertos sensores (sistemas nuevos instalados o modificados), pueden ser dañados ciertos medidores, interruptores de alarma y salidas en estos sistemas. Ciertas pruebas de presión deben ser llevadas a cabo antes de que estos componentes sean instalados por este sistema, según lo dictado por la NFPA99 en la sección 4-5.1.2.1

7.8. Precauciones la purgar.

Cuando se hace uso del gas de prueba (nitroso seco libre de aceite) para inspeccionar un panel de alarma o para presurizar un sistema de tuberías, este debe ser removido del sistema antes de usarlo y que entre en contacto con pacientes. Con la válvula de zona apropiada cerrada, se abre una salida para así despresurizar el sistema. Después de esto, debe ser cerrada la salida; para luego abrir la válvula de zona y cada salida en la zona en orden, comenzando por la salida más cercana a la válvula de zona. Puede ser cerrada cada salida antes de abrir la siguiente en la línea. Cuando sea apropiado (con tuberías de aire comprimido y oxígeno), puede usarse un analizador de oxígeno a fin de verificar el contenido de oxígeno en cada salida o puede ser enjuagada cada salida con el gas etiquetado para ella por aproximadamente 1 minuto (excepto óxido nitroso). Al mismo tiempo debe notarse que un analizador de oxígeno, por definición, no detectara nitrógeno u óxido nitroso.

7.9. Precauciones con el óxido nitroso.

Debe tomarse una precaución especial cuando se realizan pruebas o se remueve óxido nitroso de los sistemas o bien de minimizar el nivel de exposición al gas expelido. Aunque una exposición aguada ocasional a óxido nitroso, no ha dado muestras de ser peligrosa, se recomienda que sean tomadas precauciones a fin de minimizar el nivel de exposición. Por ejemplo:

- a. Mujeres en estado de embarazo no deberán realizar y/o estar presentes de manera rutinaria, o aún, estar cerca del área durante el desarrollo de este tipo de procedimientos.

- b. Debe usarse una sección o pedazo de tubo corrugado (de una pulgada de diámetro) para direccionar el gas expelido del sistema lejos del personal y cuando sea posible, dentro de un ducto de retorno de la ventilación o hacia fuera por una ventana.

- c. Limitar el tiempo de purgado y de medición del flujo de cada salida a 10 segundos (cerca de 200 Pie de tubería puede ser purgados durante tal tiempo; correspondientemente sistemas de tuberías de menor longitud pueden ser purgados en menor tiempo a ese).

- d. Purgar el sistema de óxido nitroso por ultimo y desalojar el cuarto después de apagar o cerrar todas las salidas, restringiendo al personal la entrada al cuarto, a fin de permitir que el gas expulsado se disipe. En el caso de las salas de operaciones. 15 minutos podrían ser adecuados, aunque eso dependerá de la razón de cambio establecido del sistema de aire acondicionado. En cuartos más pequeños con un rango de cambio del volumen de aire de la habitación menor, la disipación puede requerir de 1 hora. Aunque, es lógico restringir la entrada innecesaria de pacientes a la habitación durante este tiempo, este puede ser usado si es esencial para cuidado de pacientes.

7.10. Programa de Mantenimiento Preventivo.

Algo fundamental para los sistemas de gases médicos, es verificar y certificar el funcionamiento del sistema tanto inmediatamente después de ser instalado y posterior a haber sufrido alguna modificación como también es esencial asegurar que el sistema continúa funcionando tal como fue diseñado al comienzo. Los costos totales de operación pueden ser reducidos con un efectivo programa de mantenimiento preventivo¹².

Este programa requiere que los componentes de los sistemas de gases médicos sean puestos a prueba sobre una base regular, permitiendo que los resultados de dichas pruebas sean documentados, que el personal sea entrenado y que las políticas y procedimientos sean desarrollados e implementados adecuadamente.

A fin de diseñar un efectivo programa de administración del mantenimiento para sistemas de gases médicos, los siguientes puntos pueden ser ejecutados:

- a. *Desarrollar un inventario técnico del equipo existente.*** Determinar que equipos deben ser parte del programa de mantenimiento. Para sistemas de gases médicos, esto incluye el almacenamiento de cilindros, manifolds, válvulas de corte, sistemas de alarmas, conectores, bombas, entradas, salidas y otros dispositivos misceláneos¹³ que pueden tener un impacto en el cuidado del paciente o que puedan requerir mantenimiento sobre una base, a fin de lograr su funcionamiento continuo.

- b. *Crear un plan sistemático.*** Obtener o crear el plano actual del sistema de gases médicos o alguno que al menos se aproxime. Estos dibujos deben identificar claramente donde están ubicados cada uno de los elementos, como por ejemplo, válvulas de corte y paneles de alarma.

¹² Esto es posible debido a las reducciones en fallas tempranas o inesperadas de los componentes del sistema.

¹³ Como interruptores de presión y mangueras flexibles.

c. *Evaluar el equipo.* Después de que cada componente del sistema haya sido ubicado, identificado e inventariado, debe completarse el proceso mediante una evaluación del estado del equipo. La condición de los elementos del sistema variará y el equipo que necesite reparación inmediata será detectado. La condición de cada pieza en un equipo con fallas y el historial de reparación serán importantes para determinar los intervalos apropiados para el mantenimiento preventivo. Los componentes que son sujetos a uso frecuente y a condiciones ásperas o rigurosas requerirán una atención mas frecuente, frente a aquellos que raramente son usados o que tienen un historial libre de problemas. La evaluación del equipo debe al mismo tiempo incluir un estimado de la vida útil, con el objetivo de establecer planes en relación al reemplazo del equipo.

d. *Creación de políticas y procedimientos.* Después de que el inventario técnico ha sido completado y los componentes del sistema han sido evaluados, deben ser desarrolladas y escritas las políticas y procedimientos para el mantenimiento del sistema de gases médicos de hospital. Deben ser incluidas las consideraciones de la relación costo-beneficio¹⁴. Muchas instituciones tienden a alcanzar los estándares mínimos, aunque esto al final no representa la solución a largo plazo, aun desde la perspectiva financiera. Adicionalmente, las políticas tienen que tomar en consideración la seguridad tanto del paciente como del personal y de los riesgos potenciales derivados del uso y mantenimiento de los sistemas de gases médicos.

e. *Ejecutar el proceso.* Cada uno de los encargados del mantenimiento deben comprender la naturaleza crítica de ejecutar el mantenimiento preventivo o reparar un sistema de gases médicos. Si el sistema debe ser desconectado en determinadas zonas o completamente, deben tomarse las respectivas medidas de minimización del impacto que esto implica, permitiendo a los departamentos o unidades afectadas tener suficiente tiempo para prepararse al inicio de la ejecución del proyecto. Suministros de respaldo o emergencia ya sea oxígeno,

¹⁴ Por ejemplo, cuanto deberá gastarse para extender la vida del sistema 20 años más.

óxido nitroso y tanques o cilindros de aire comprimido deben ser colocados en sitios estratégicos para su uso, así como bombas extras de vacío en caso de que sean requeridas. Si es necesario, personal auxiliar deberá ser solicitado.

f. Documentación de los resultados. No es suficiente, sin embargo, tener simplemente un inventario técnico actualizado y los procedimientos para la realización de las pruebas y de mantenimiento de cada uno de los componentes de los sistemas de gases médicos, sino también es necesario documentar los registros de cuando los sistemas han sido puestos a prueba, del mantenimiento preventivo que ha sido ejecutado y de las reparaciones que han sido completadas. Ya sea que esos registros sean mantenidos en archivos en papel o en formato digital, estos deben estar a la mano para propósitos de revisión.

g. Evaluación de los resultados. Un programa que administre de manera efectiva el mantenimiento de los sistemas de gases médicos requiere de una revisión y evaluación periódica, es decir, de un análisis programado del trabajo que ha sido llevado a cabo. Las siguientes preguntas deben ser completadas a fin de evaluar el tipo de programa de mantenimiento preventivo que ha sido ejecutado:

- i. ¿El trabajo planificado ha sido completado?
- ii. ¿Es la calidad del trabajo la adecuada?
- iii. ¿Ha sido el trabajo completado en el tiempo adecuado y de la manera más eficiente?
- iv. ¿Los resultados de las pruebas o los errores cometidos indican que cambios se necesitan hacer en las políticas, procedimientos o en la frecuencia de las mismas?
- v. ¿La razón de fallos de los componentes sugieren que es tiempo de reemplazar algunos de ellos o rediseñar parte del sistema?

Para responder estas interrogantes, algunos indicadores cuantitativos pueden ser seleccionados a fin de medir la ejecución del programa. En la tabla 7.1 pueden ser observados algunos de ellos.

INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PROGRAMA DE PMP PARA SISTEMAS DE GASES MEDICOS.		
FUNCION	INDICADOR Y TIPO	MEDICION
Cumplimiento de las tareas.	Pruebas de mantenimiento preventivo completadas (Regulatorio).	Nº tareas completadas/Total de tareas programadas.
Calidad del trabajo	Rellamadas para reparación (Crítico).	Nº de rellamadas/Total Reparaciones.
Tiempo de ejecución	Tiempo promedio de retardo.	Tiempo promedio para iniciar la orden de trabajo.
Eficiencia	Tiempo para completar el trabajo (Crítico).	Tiempo promedio por orden de trabajo.
Capacitación del recurso humano	Entrenamiento completado.	Porcentaje del RRHH completando entrenamiento.
Capacitación del recurso humano	Conocimiento del RRHH (Crítico).	Porcentaje del personal que conoce los procedimientos de emergencia

Tabla 7.1 Indicadores de desempeño del programa de mantenimiento preventivo.

Los indicadores **críticos** miden el nivel de desempeño, como podría ser el porcentaje de enfermeras que pueden explicar donde están ubicadas las válvulas de zona y como ellas pueden cerrarlas durante una emergencia. Ambos tipos de indicadores son comúnmente usados y son beneficiosos para monitorear el grado de conocimiento del personal del hospital.

Los indicadores **regulatorios** miden el acatamiento de los requisitos de tipo regulatorios, como el número de los paneles de alarmas probados. En la tabla 7.2 se muestran el tipo de pruebas y las frecuencias de realización de las mismas recomendadas por la NFPA99. Es obvio que para cada caso a aplicar dependerá de las condiciones actuales, así como del uso que se le da a cada elemento del sistema de gases médicos.

RECOMENDACIONES DE LA NFPA99 ACERCA DE LA FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS.

SISTEMA BULK.			
Descripción de componentes.	de	Tarea de mantenimiento preventivo.	Frecuencia de prueba.
Sistema de oxígeno BULK.		Inspección y mantenimiento por personal cualificado.	Anualmente.
Sistemas de cilindros BULK o de reserva.		Chequear visualmente el sistema de presión y el estatus del interruptor actuante.	Diariamente.
Contenido de la fuente de reserva BULK.		Chequear la correcta activación.	Anualmente.
Sistema de suministro.		Revisar los contenidos de los tanques.	Diariamente.
Panel de alarmas maestras del sistema.		Revisar la operación de la señal del panel del sistema.	Periódica
Medidas de la presión de la línea principal		Presiones entre límites aceptables	Diariamente.
COMPONENTES DEL COMPRESOR DE AIRE COMPRIMIDO.			
Descripción de componentes.	de	Tarea de mantenimiento preventivo.	Frecuencia de prueba.
Compresor de aire médico.		Revisar localización para ver una colocación satisfactoria.	Trimestralmente.
Medidores de presión.		Verificar límites aceptables de presión.	Anualmente.
Sensor de nivel de agua.		Operación del sensor.	Anualmente.
Receptor de drenaje		Acumulación de agua.	Diariamente.
Compresor de aire.		Pruebas mecánicas.	Especificaciones del fabricante.
Capa absorbedora.		Revisar la saturación de agua.	Especificaciones del fabricante.
Sensor de punto de rocío.		Revisar operación correcta.	Anualmente.
Sistema de instrumentación.		Calibración y correcta operación	Rutinariamente.
Sistema de alarmas de aire.		Pruebas funcionales.	Anualmente.
COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ALARMAS.			
Descripción de componentes.	de	Tarea de mantenimiento preventivo.	Frecuencia de prueba.
Panel de señal de alarma.		Prueba de presiones de alarmas audibles y visuales.	Mensualmente.
Componentes de sistemas de advertencias.		Pruebas funcionales.	Anualmente.

Indicadores de presión en alarmas y alarmas maestras	Presión correcta del sistema	Diariamente.
MANIFOLD.		
Descripción de componentes.	Tarea de mantenimiento preventivo.	Frecuencia de prueba.
Reserva en uso y sistema de advertencia de suministro bajo.	1. Prueba de presión correcta. 2. Pruebas de señales audibles y visuales.	Anualmente.
ACCESORIOS DEL SISTEMA.		
Descripción de componentes.	Tarea de mantenimiento preventivo.	Frecuencia de prueba.
Válvulas de corte.	Prueba de fugas.	Anualmente.
Estación de salidas.	Flujo correcto y fugas.	Anualmente.

Tabla 7.2 Pruebas y frecuencias de mantenimiento recomendadas por la NFPA99.

Como se pudo observar en los apartados anteriores, la información brindada por la NFPA 99, nos orienta como proceder al momento de realizar la instalación de una nueva red de gases, pero no como hacerlo con un sistema ya existente, por lo tanto, se deben de crear las hojas de evaluación que serán utilizadas como herramienta al momento de realizar el mantenimiento preventivo (Ver Anexo IV) en el sistema de gases médicos y vacío. Lo cual nos permitirá recopilar información y la creación de una bitácora de las novedades presentadas en el sistema de gases y vacío, con el fin de predecir posibles cambios (repuestos, accesorios) y de esta manera poder programarlos en la planificación anual, además, de poder generar un estimado de gastos a realizar durante el año para poder ser añadidos al presupuesto del departamento de mantenimiento. Es necesario recalcar que entre las lista de evaluación no se incluyen el mantenimiento del contenedor de oxígeno líquido, ya que la empresa encargada de la distribución de este gas, es la encargada del mantenimiento de las partes incluidas en todo el proceso desde almacenaje, hasta entrega del gas en uno de los bancos del sistema BULK.

CAPITULO VIII.
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES.

- Los gases principales dentro de un ambiente hospitalario son el Oxígeno, Oxido Nitroso, Aire Comprimido y Vacío los cuales son sistemas de gases médicos que deben de poseer ciertas características técnicas de sus componentes mínimos para su funcionamiento idóneo dentro de un hospital, estos componentes se describieron desde tres partes principales como son la fuente, distribución y la utilización tomando como referencia la norma NFPA.
- Se describieron los procedimientos de los principales métodos de diseño como son el Método por Tablas, Chemetron y el Método de la NFPA además de la aplicación de criterios de diseño para el dimensionamiento de la red.
- En el análisis de sistema de gases médicos se determinó el consumo anual y mensual de los cuatro gases médicos determinando que la red de gases médicos no supe la demanda actual que el hospital necesita, además no cumplir las necesidades de suministro a las diferentes áreas dentro del hospital. Dentro del análisis se evaluó las características de cada sistema de gases médicos de las diferentes tecnologías actuales las cuales no cumplen con las establecidas por la norma NFPA.
- Con los métodos de CHEMETRON, MEDAES, NFPA se presentó una propuesta de diseño de la nueva red de gases médicos la cual supe las necesidades de demanda, además de suministrar los cuatro tipos de gases médicos a las áreas donde el servicio no se brindaba. También se propone un cambio de las tecnologías el cual baja los costos por medio de cilindros de oxígeno, aire comprimido.
- Los mantenimientos en una red de gases médicos deben de ser programados ya que son de mucha importancia para prolongar la vida del sistema, además

de asegurar la eficiencia del mismo, los programas de mantenimiento son responsabilidad del hospital por lo cual el hospital debe equiparse con equipos de prueba.

8.2 Recomendaciones.

- Se recomienda la creación de un sistema computarizado, por medio del cual se logre tener un control más exacto del consumo actual de gases médicos y vacío, con el fin de obtener información confiable al momento de iniciar una ampliación o un nuevo diseño de la red de gases médicos y vacío.
- Es necesario, implementar nuevas medidas de seguridad tanto en la manipulación de cilindros, como de las áreas en las cuales se encuentran situadas las fuentes de los gases.
- Se recomienda la creación de un plan de contingencia para poder suplir la demanda de gases médicos y vacío, en caso de catástrofes y fenómenos naturales.
- Se recomienda la creación y utilización de rutinas de mantenimiento para el sistema de gases, las cuales deben de cumplir como mínimo con lo indicado en la NFPA99.
- Se deben de desarrollar nuevos planos arquitectónicos, en los cuales se pueda entender con mayor facilidad la distribución de las tuberías, cajas de válvulas etc. Con el fin de tener una mayor perspectiva para encontrar mejores alternativas y así poder solucionar problemáticas futuras tanto para el mantenimiento preventivo, como para el correctivo.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE CONSULTA.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE CONSULTA.

1. Gestión de la tecnología en los sistemas sanitarios de El Salvador.
Tesis 610.28 N972 2000
2. Thomas Gradner, "Health Care Facilities Handbook" 1a. ed. 1999.
Massachussetts, Estados Unidos: NFPA 1999.
3. Manual de seguridad hospitalaria. CD 610.28 S583 2003
4. Normativas para el diseño de aéreas críticas Hospitalarias.
Tesis 610.28 Q5 2000
5. Seguridad eléctrica y gases medicinales en áreas críticas hospitalarias.
Diseño e implementación de un analizador de seguridad eléctrica.
Tesis 621.381 S718 1991
6. Manual de ingeniería para el diseño de instalaciones y servicios en
establecimientos de salud.
Tesis 610.28 C352 2007
7. Amico Corporation.
Disponible en:
<http://www.amico.com/source.htm>.
8. Beacon Medaes
Disponible en:
<http://www.medaes.co.uk/>

ANEXOS.

ANEXO 1

Anexo 1.1 TABLA DE PERDIDAS DE PRESION PARA 100 PIE DE TUBERIA PARA OXIGENO.

LPM	SCFM	1/2"	3/4"			
10	0.35	0.004	0			
20	0.71	0.013	0.003			
30	1.06	0.025	0.005			
40	1.41	0.041	0.008			
50	1.77	0.060	0.012			
60	2.12	0.082	0.016			
70	2.47	0.107	0.021			
80	2.82	0.135	0.026			
90	3.18	0.166	0.032			
100	3.53	0.199	0.039			
120	2.24	0.274	0.053			
140	4.94	0.359	0.069			
160	5.65	0.454	0.087			
180	6.36	0.558	0.107	1"		
200	7.06	0.672	0.129	0.033		
220	7.77	0.795	0.153	0.039		
240	8.47	0.927	0.178	0.045		
260	9.18	1.068	0.205	0.052		
280	9.89	1.218	0.233	0.059		
300	10.59	1.377	0.263	0.066		
350	12.36	1.811	0.346	0.087		
400	14.12	2.298	0.438	0.110		
450	15.89	2.837	0.539	0.135		
500	17.66	3.426	0.650	0.163	1 1/4"	
550	19.42		0.771	0.193	0.066	
600	21.19		0.900	0.225	0.077	
650	22.95		1.038	0.260	0.089	
700	24.72		1.185	0.296	0.101	
800	28.25		1.505	0.375	0.128	
900	31.78		1.859	0.463	0.156	1 1/2"
1000	35.31		2.247	0.559	0.191	0.083
1100	38.84		2.667	0.663	0.226	0.099
1200	42.37		3.121	0.775	0.264	0.115
1300	45.90		3.607	0.895	0.305	0.133
1400	49.44	2"	4.125	1.022	0.348	0.151
1500	52.97	0.045		1.157	0.394	0.171
1600	56.50	0.050		1.299	0.442	0.192
1700	60.03	0.056		1.449	0.493	0.214
1800	63.56	0.062		1.507	0.546	0.237
1900	67.09	0.068	2 1/2"	1.772	0.602	0.261

2000	70.62	0.075	0.026	1.944	0.660	0.287
2300	81.21	0.096	0.034	2.503	0.849	0.368
2600	91.81	0.120	0.042	3.127	1.059	0.459
2900	102.40	0.146	0.051	3.813	1.290	0.559
3200	112.99	0.174	0.061	3"	1.542	0.667
3500	123.59	0.204	0.072	0.031	1.814	0.785
3800	134.18	0.237	0.083	0.036	2.107	0.911
4100	144.77	0.271	0.095	0.041	2.419	1.045
4400	155.37	0.308	0.108	0.046	2.751	1.188
4700	165.96	0.347	0.122	0.052	3.102	1.339
5000	176.55	0.388	0.136	0.058		1.498
5300	187.15	0.431	0.151	0.065		1.665
5600	197.74	0.477	0.167	0.071		1.841

**ANEXO 1.2 TABLA DE PERDIDAS DE PRESION PARA 100 PIE DE TUBERIA
PARA OXIDO NITROSO.**

LPM	SCFM	1/2"				
10	0.35	0.004				
20	0.71	0.014				
30	1.06	0.029				
40	1.41	0.047				
50	1.77	0.070				
60	2.12	0.096				
70	2.47	0.125				
80	2.82	0.159				
90	3.18	0.195	3/4"			
100	3.53	0.235	0.045			
120	4.24	0.324	0.062			
140	4.94	0.425	0.081			
160	5.65	0.539	0.103			
180	6.36	0.664	0.127	1"		
200	7.06	0.802	0.153	0.038		
220	7.77	0.950	0.181	0.045		
240	8.47	1.110	0.211	0.053		
260	9.18	1.281	0.243	0.061		
280	9.89	1.463	0.278	0.070		
300	10.59	1.656	0.314	0.079		
350	12.36	2.186	0.413	0.103		
400	14.12	2.781	0.525	0.131		
450	15.89	3.442	0.648	0.162		
500	17.66	4.166	0.783	0.195	1 1/4"	1 1/2"
550	19.42		0.929	0.231	0.079	0.034
600	21.19		1.087	0.270	0.092	0.040
650	22.95		1.256	0.312	0.106	0.046
700	24.72		1.436	0.356	0.121	0.053

800	28.25		1.829	0.453	0.154	0.067
900	31.78		2.264	0.560	0.190	0.083
1000	35.31		2.742	0.677	0.223	0.100
1100	38.84		3.262	0.804	0.273	0.118
1200	42.37		3.824	0.941	0.319	0.139
1300	45.90			1.088	0.369	0.160
1400	49.44			1.245	0.422	0.183
1500	52.97			1.411	0.478	0.207
1600	56.50			1.587	0.537	0.232
1700	60.03			1.772	0.599	0.259
1800	63.56			1.967	0.665	0.288
1900	67.09	2"	2 1/2"	2.171	0.733	0.317
2000	70.62	0.09	0.032	2.385	0.805	0.348
2250	79.45	0.112	0.039	2.959	0.997	0.431
2500	88.28	0.135	0.047	3.589	1.208	0.521
2750	97.10	0.161	0.056		1.437	0.620
3000	105.93	0.188	0.066		1.685	0.726
3250	114.76	0.217	0.076		1.951	0.840
3500	123.59	0.249	0.087		2.235	0.962
3750	132.42	0.282	0.099		2.537	1.091
4000	141.24	0.317	0.111		2.857	1.228
4250	150.07	0.354	0.124		3.194	1.372
4500	158.90	0.392	0.137			1.524
4750	167.73	0.433	0.151			

**Anexo 1.3 TABLA DE PERDIDAS DE PRESION PARA 100 PIE DE TUBERIA
PARA AIRE COMPRIMIDO.**

LPM	SCFM	1/2"	3/4"			
10	0.35	0.004	0.001			
20	0.71	0.012	0.002			
30	1.06	0.023	0.005			
40	1.41	0.037	0.007			
50	1.77	0.055	0.011			
60	2.12	0.075	0.015			
70	2.47	0.098	0.019			
80	2.82	0.123	0.024			
90	3.18	0.151	0.029			
100	3.53	0.182	0.035			
120	4.24	0.250	0.048			
140	4.94	0.327	0.063			
160	5.65	0.413	0.080			
180	6.36	0.508	0.098	1"		
200	7.06	0.611	0.118	0.030		
220	7.77	0.723	0.139	0.035		
240	8.47	0.843	0.162	0.041		
260	9.18	0.972	0.186	0.047		

280	9.89	1.108	0.212	0.054	1 1/4"	
300	10.59	1.253	0.240	0.060	0.021	
350	12.36	1.648	0.314	0.079	0.027	
400	14.12	2.090	0.398	0.100	0.034	
450	15.89	2.580	0.491	0.123	0.042	
500	17.66	4.116	0.592	0.148	0.051	1 1/2"
550	19.42		0.701	0.176	0.060	0.026
600	21.19		0.819	0.205	0.070	0.031
650	22.95		0.944	0.236	0.081	0.035
700	24.72		1.078	0.269	0.092	0.040
800	28.25		1.369	0.342	0.117	0.051
900	31.78		1.691	0.421	0.144	0.063
1000	35.31		2.044	0.509	0.174	0.076
1100	38.84		2.426	0.603	0.206	0.090
1200	42.37		2.838	0.705	0.227	0.105
1300	45.90		3.279	0.814	0.240	0.121
1400	49.44	2"	3.750	0.929	0.317	0.138
1500	52.97	0.041	4.249	1.052	0.358	0.156
1600	56.50	0.046		1.182	0.402	0.175
1700	60.03	0.051		1.318	0.448	0.195
1800	63.56	0.056		1.461	0.497	0.216
1900	67.09	0.062	2 1/2"	1.611	0.547	0.238
2000	70.62	0.068	0.024	1.767	0.600	0.261
2300	81.21	0.087	0.031	2.276	0.772	0.335
2500	88.28	0.102	0.036	2.647	0.897	0.389
2700	95.34	0.117	0.041	3.044	1.031	0.447
2900	102.40	0.132	0.047	3"	1.173	0.508
3100	109.46	0.149	0.053	0.023	1.324	0.573
3300	116.53	0.167	0.059	0.025	1.483	0.642
3500	123.59	0.186	0.065	0.028	1.649	0.714
3700	130.65	0.205	0.072	0.031	1.824	0.789
3900	137.71	0.225	0.079	0.034	2.008	0.868
4100	144.77	0.247	0.087	0.037	2.199	0.950
4300	151.84	0.269	0.095	0.040	2.398	1.036
4500	158.90	0.292	0.103	0.044	2.605	1.125

LPM	SCFM	2"				
3100	109.46	0.149				
3300	116.53	0.157				
3500	123.59	0.166				
3700	130.65	0.205	2 1/2"			
3900	137.71	0.225	0.079			
4100	144.77	0.247	0.087			
4300	151.84	0.269	0.095			
4500	158.90	0.292	0.103			
4700	165.96	0.316	0.111			

4900	173.02	0.340	0.119			
5100	180.08	0.366	0.128			
5300	187.15	0.392	0.138			
5500	194.21	0.419	0.147			
5700	201.27	0.447	0.157	3"		
5900	208.33	0.476	0.167	0.071		
6000	211.86	0.491	0.172	0.073		
6250	220.69	0.529	0.185	0.079		
6500	229.52	0.567	0.199	0.085		
6750	238.35	0.608	0.213	0.091		
7000	247.18	0.649	0.227	0.097		
7250	256.00	0.392	0.242	0.103		
7500	264.83	0.736	0.258	0.110		
7750	273.66	0.781	0.273	0.116		
8000	282.49	0.790	0.290	0.123		
8250	291.31	0.875	0.306	0.130		
8500	300.14	0.924	0.232	0.138		
8750	308.97	0.974	0.341	0.145		
9000	317.80	1.025	0.358	0.153		
9250	326.62	1.078	0.377	0.160		
9500	335.45	1.132	0.395	0.168		
9750	344.28	1.187	0.415	0.176		
10000	353.11	1.243	0.434	0.185		
10250	361.94	1.300	0.454	0.193		
10500	370.76	1.358	0.474	0.202		
10750	379.59	1.418	0.495	0.210	4"	
11000	388.42	1.479	0.516	0.219	0.056	
11500	406.07	1.604	0.560	0.238	0.061	
12000	423.73	1.734	0.605	0.257	0.066	
12500	441.38	1.869	0.651	0.277	0.071	
13000	459.04	2.080	0.700	0.297	0.076	
13500	476.69	2.152	0.749	0.318	0.081	
14000	494.35	2.300	0.801	0.340	0.087	
14500	215.01	2.453	0.854	0.362	0.093	
15000	529.66	2.611	0.908	0.385	0.098	
15500	547.32	2.773	0.964	0.409	0.104	
16000	564.97	2.940	1.022	0.433	0.111	
16500	582.63		1.081	0.458	0.117	
17000	600.28		1.142	0.484	0.124	
17500	617.94		1.204	0.510	0.130	
18000	635.59		1.268	0.537	0.137	
18500	653.25		1.333	0.565	0.144	
19000	670.90		1.400	0.593	0.151	
19500	688.56		1.468	0.622	0.158	

**Anexo 1.4 TABLA DE PERDIDAS DE PRESION PARA 100 PIE DE TUBERIA
PARA VACIO.**

LPM	SCFM		3/4"			
10	0.35		0.019			
20	0.71		0.061			
30	1.06		0.120			
40	1.41		0.194			
50	1.77		0.284			
60	2.12		0.387			
70	2.47		0.504			
80	2.82		0.634			
90	3.18		0.777	1"		
100	3.53		0.932	0.238		
120	4.24		1.277	0.325		
140	4.94		1.669	0.424		
160	5.65		2.106	0.534		
180	6.36		2.586	0.655	1 1/4"	
200	7.06		3.110	0.787	0.272	
220	7.77		3.674	0.929	0.321	
240	8.47		4.280	1.081	0.373	
260	9.18		4.927	1.243	0.429	
280	9.89		5.613	1.416	0.488	1 1/2"
300	10.59		6.338	1.597	0.551	0.242
320	11.3			1.780	0.616	0.270
340	12.01			1.990	0.685	0.300
360	12.71			2.200	0.757	0.332
380	13.42			2.419	0.832	0.365
400	14.12			2.480	0.911	0.399
420	14.83			2.886	0.992	0.435
440	15.54			3.132	1.077	0.471
460	16.24			3.388	1.164	0.510
480	16.95			3.652	1.254	0.549
500	17.66	2"		3.925	1.348	0.590
520	18.36	0.167		4.207	1.444	0.632
540	19.07	0.179		4.498	1.543	0.675
560	19.77	0.190		4.797	1.646	0.720
580	20.48	0.202		5.104	1.751	0.766
600	21.19	0.215	2 1/2"	5.420	1.859	0.813
700	24.72	0.281	0.100		2.441	1.066
800	28.25	0.356	0.126		3.092	1.350
900	31.78	0.438	0.155		3.811	1.662
1000	35.31	0.527	0.187		4.596	2.004
1100	38.84	0.624	0.221	3"	5.446	2.373
1200	42.37	0.728	0.258	0.111	6.360	2.770
1300	45.9	0.838	0.970	0.128		3.194

1400	49.44	0.956	0.338	0.145		3.645
1500	52.97	1.081	0.382	0.164		4.122
1600	56.5	1.212	0.429	0.184		4.626
1800	63.56	1.495	0.528	0.227		
2000	70.62	1.803	0.637	0.273		
2200	77.68	2.138	0.755	0.323		
2400	84.75	2.497	0.881	0.378		
2600	91.81	2.882	1.016	0.435		
2800	98.87	3.291	1.160	0.497		
3000	105.93	3.724	1.312	0.562		
3200	112.99	4.181	1.472	0.630		

LPM	SCFM	2 1/2"	3"			
1800	63.56	0.528	0.227			
2000	70.62	0.637	0.273			
2200	77.58	0.755	0.323			
2400	84.75	0.881	0.278			
2600	91.81	1.016	0.435			
2800	98.87	1.160	0.497			
3000	105.93	1.312	0.562			
3200	112.99	1.472	0.630			
3400	120.06	1.641	0.702	4"		
3600	127.12	1.818	0.777	0.201		
3800	134.18	2.003	0.856	0.221		
4000	141.24	2.196	0.939	0.242		
4200	148.31	2.397	1.024	0.264		
4400	155.37	2.606	1.113	0.287		
4600	162.43	2.822	1.205	0.311		
4800	169.49	3.047	1.301	0.335		
5000	176.55	3.279	1.400	0.361		
5200	183.62	3.519	1.502	0.387		
5400	190.68	3.766	1.607	0.414	6"	
5600	197.74	4.031	1.716	0.442	0.066	
5800	204.8		1.828	0.470	0.070	
6000	211.86		1.942	0.500	0.074	
6200	218.93		2.061	0.530	0.079	
6400	225.99		2.182	0.561	0.083	
6600	233.05		2.306	0.593	0.088	
6800	240.11		2.433	0.626	0.093	
7000	247.18		2.564	0.659	0.098	
7200	254.24		2.697	0.693	0.103	
7400	261.3		2.834	0.728	0.108	
7600	268.36		2.973	0.764	0.113	
7800	275.42		3.116	0.800	0.119	
8000	282.49		3.262	0.838	0.124	
8200	289.55		3.411	0.876	0.130	
8400	296.61		3.563	0.914	0.136	

8600	303.67		3.717	0.954	0.142	
8800	310.73		3.875	0.994	0.147	
9000	317.8		4.036	1.035	0.154	
9200	324.86		4.199	1.077	0.160	
9400	331.92		4.366	1.120	0.166	
9600	338.98		4.535	1.163	0.172	8"
9800	346.05			1.207	0.179	0.047
10000	353.11			1.252	0.185	0.049
11000	388.42			1.486	0.220	0.058
12000	423.73			1.739	0.257	0.068
13000	459.04			2.010	0.297	0.078
14000	494.35			2.298	0.339	0.089
15000	529.66			2.604	0.384	0.101
16000	564.97			2.927	0.431	0.113
17000	600.28			3.268	0.481	0.126
18000	635.59			3.625	0.534	0.140
19000	670.9			3.999	0.588	0.154
20000	706.21			4.369	0.645	0.169
21000	741.53				0.705	0.185

ANEXO 2

Anexo 2.1 ASIGNACIÓN DE FLUJO RAMAL Y OBTENCIÓN DE PERDIDA EQUIVALENTE OXIGENO, OXIDO NITROSO (METODO DE TABLAS).

La asignación del flujo ramal es dada por el número de tomas determinada para cada área específica; en este método se asumirá que a cada salida de la red se le asigna 10LPM; la suma de todas las salidas es el flujo ramal de dicha área.

En la tabla 2.4.1 se pueden observar los porcentajes promedios de flujo para las salidas y los flujos mínimos para cada rama en función de sus salidas.

NUMERO DE SALIDAS	PORCENTAJE PROMEDIO DE FLUJO POR SALIDA (%)	N ₂ O, O ₂ , CO ₂ LPM(SCFM)
1-10	100	100(3.5)
11-25	75	100(3.5)
26-100	50	190(6.7)
101 o más.	25	500(17.7)

Tabla 2.4.1 Flujo promedio y flujo mínimo.

Ya obtenido el flujo ramal por la sumatoria de las salidas de una área específica se compara con el caudal mínimo que debe poseer dicho ramal obtenido en la tabla anterior; dicho caudal depende siempre del número de salidas, de los dos que se tienen se toma el de valor más alto.

Se trata que la elección de diámetros no genere pérdidas de presión, que la sumatoria total de estas no sobrepase los 5PSIG. Ya teniendo el diámetro de las tuberías así como el flujo que pasa por ellas se utilizara el factor de pérdida de tubería por cada 100 pies obteniendo de las tablas del Anexo 1.1

Teniendo el factor de pérdidas de presión para cada 100 pie de cada tramo, se realizara el cálculo para obtener la pérdida equivalente para cada tramo total de la red de gases médicos utilizando la siguiente relación:

$$\text{Pérdida de presión por tramo} = \frac{\text{Pérdida para 100 pies}}{100} \times \text{Tramo de tubería}$$

Al poseer estas pérdidas de presión equivalente para cada tramo se procede a sumar el total de pérdidas de todos los demás tramos de tubería siempre considerando no superar los 5PSIG de pérdidas de presión.

Anexo 2.2 ASIGNACIÓN DE FLUJO RAMAL Y OBTENCIÓN DE PERDIDA EQUIVALENTE PARA OXIGENO, OXIDO NITROSO Y AIRE COMPRIMIDO (METODO CHEMETRON).

La asignación del flujo ramal es dada por el número de tomas determinada para cada área específica; en este método se asumirá que a cada salida de la red se le asigna 20LPM; la suma de todas las salidas es el flujo ramal de dicha área. Cabe mencionar que se puede tomar un factor de uso de un 50%, lo que para efectos de cálculos de pérdidas de presión provocará que los caudales se reduzcan a la mitad, en comparación al método anterior.

Como tercer paso, para este método se hará uso de la regla de cálculo de CHEMETRON con la cual se lograra encontrar las pérdidas de presión por fricción de cada tramo de tubería siguiendo las indicaciones siguientes.

Con la regla en mano se elige el diámetro mas adecuado para la cantidad de caudal a manejar en el tramo de tubería a estudiar.

Con la regla y el diámetro elegido se busca coincidir con la longitud del tramo la cual ya posee la compensación por perdidas adicionales.

Luego de esto se busca el caudal correspondiente a la sección el cual se encuentra en la parte inferior el cual indicara la respectiva perdida asignada a dicho tramo de tubería. Siempre se considera que la sumatoria de todas las pérdidas de la red de gases no debe superar los 5PSIG.

Anexo 2.3 ASIGNACIÓN DE FLUJO RAMAL Y OBTENCIÓN DE PERDIDA EQUIVALENTE AIRE COMPRIMIDO (METODO DE TABLAS).

Para la designación de flujos; se hace uso de la Tabla 4.3 que muestra la demanda pico estimada por área para aire médico.

Área	Unidad	Por cama	Por cuarto	Por salida	Factor de uso (%)
Salas operaciones	---	---	0.5 (14)	---	100
Cuarto de recuperación	---	---	2.0 (60)	---	50
UCI	---	---	2.0 (60)	---	50
Radiología	---	---	1.0 (30)	---	10
Reparaciones de equipos	---	---	---	0.5 (14)	10
Medicinas	---	---	2.0 (60)	---	50

Tabla 4.3 Designación del flujo de aire en SCFM (LPM)

Con el caudal obtenido por cada sección ya sea en LPM o en SCFM, se debe de elegir un diámetro adecuado de tal manera, que ofrezca una pérdida que al sumarla con cada una de las demás correspondientes a cada línea de suministro, no supere los 5 Psig de pérdida de presión. Con el diámetro asignado y el caudal, se busca en la tabla Anexo 1.3 las pérdidas de presión para 100 pies de tuberías de aire comprimido.

Teniendo el factor de pérdidas de presión para cada 100 pies de cada tramo, se realizara el cálculo para obtener la perdida equivalente para cada tramo total de la red de gases médicos utilizando la siguiente relación:

$$\text{Perdida de presión por tramo} = \frac{\text{Perdida para 100 pies}}{100} \times \text{Tramo de tubería}$$

Al poseer estas pérdidas de presión equivalente para cada tramo se procede a sumar el total de pérdidas de todos los demás tramos de tubería siempre considerando no superar los 5PSIG de pérdida de presión.

Anexo 2.4 ASIGNACIÓN DE FLUJO RAMAL Y OBTENCIÓN DE PERDIDA EQUIVALENTE VACIO (METODO CHEMETRON).

Se considera que a la salida de un toma en área como quirófano y salida para uso anestésico tendrán un caudal de 1 SCFM y 0.5 para otras áreas. Así mismo el caudal de cada sección será la sumatoria de los caudales que alimentan a cada salida por sección de tubería.

Con la regla en mano se elige el diámetro mas adecuado para la cantidad de caudal a manejar en el tramo de tubería a estudiar.


Con la regla y el diámetro elegido se busca coincidir con la longitud del tramo la cual ya posee la compensación por perdidas adicionales.

Luego de esto se busca el caudal correspondiente a la sección el cual se encuentra en la parte inferior el cual indicara la respectiva perdida asignada a dicho tramo de tubería.

Se debe tener presente que la sumatoria de todas las perdidas no debe superar las 4"Hg., como también en una línea de suministro.

Anexo 3. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO DE GASES MEDICOS.

Anexo 3.1 TECNOLOGIAS PARA EL SUMINISTRO DE OXIGENO.



alert - 2 medical gas manifold
digital dual line regulator - NFPA

specifications

The Digital Medical Gas Manifold shall be an Amico Alert-2 Heavy Duty series. This manifold shall also include a five-year warranty which warrants a defect-free product.

The Manifold shall be a digital, fully automatic type and shall switch from "Bank in Use" to "Reserve" bank without fluctuation in delivery supply line pressure and without the need for external power. After the switch-over, the "Reserve" bank shall then become the "Bank in Use" and the "Bank in Use" shall become the "Reserve" bank. The manifold shall have a microprocessor based digital display panel. The unit will be compact, measuring 16-3/4" high x 17" wide x 9" deep.

The control panel incorporates three large, red, illuminated LED displays for the Left Bank, the Right Bank and for the Supply Pressure. The control panel also uses six LEDs, two Green for "Bank in Use", two Amber for "Bank Ready" and two Red for "Bank Empty".

PLEASE NOTE:

- The manifold shall be equipped with a 3/4" outlet shutoff valve. The valve comes complete with a 3/4" type "K" 6-3/4" [172 mm] long pipe extension and 1/8" port for an optional pressure switch.
- The header bars shall be equipped with emergency high pressure shutoff valves outside the cabinet to allow for emergency isolation of the header bars. The header bar shall incorporate integral check valves for each station. The manifold shall be equipped with limit switches and pressure transducers for indication and for operation of the fail-safe relay which transmits a remote Normally Closed signal to the master medical gas alarm.
- The header bar comes with universal mounting brackets to be mounted direct or with a 12" wall spacing when the optional wall mounting bracket is used. The header bar mounting brackets are only supplied with more than 10 cylinders, for a staggered header bar, and more than 4 cylinders for a straight header bar.

All manifold regulators, piping and control switching equipment shall be cleaned for oxygen service and installed inside the cabinet to minimize tampering with the regulators or switch settings.

- The Manifold cabinets is for general purpose use. NEMA-4 is an option for outdoor use. Optional heater kits are available for N2O and CO2 manifolds.


The Manifold shall include two pressure relief valves, one high pressure 225 psi [1,551 kPa] and one low pressure 75 psi [517 kPa] for all gases except Nitrogen. Nitrogen has one high pressure relief valve at 350 psi [2,413 kPa] and one low pressure at 225 psi [1,551 kPa].

The Manifold is UL Listed to U.S. and Canadian safety standards.

flow capacity

Oxygen, Medical Air, Nitrous Oxide & Carbon Dioxide:
4,500 SCFH [2,123 L/min]


Nitrogen:
6,000 SCFH [2,831 L/min]



features

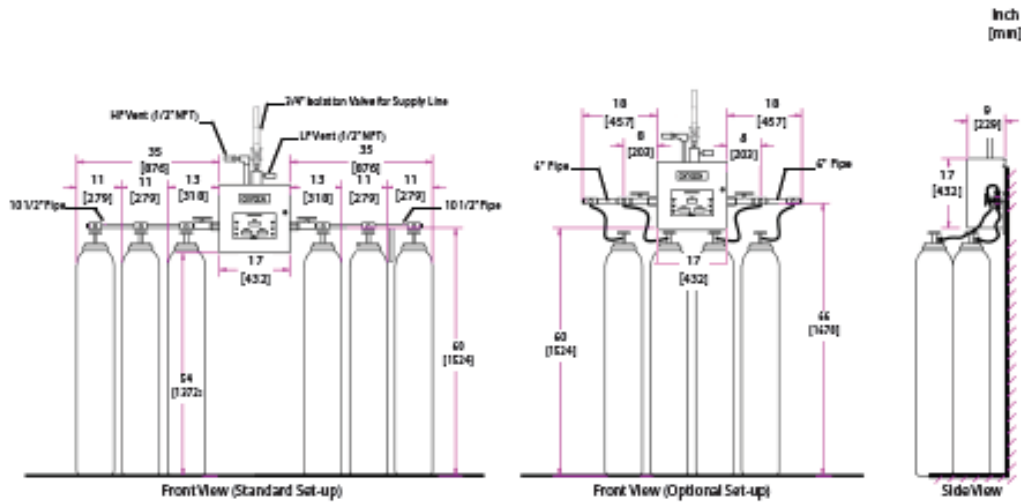
- Fully automatic self-contained shuttle-valve with no electrical power required for switching
- Input power 110 VAC to 240 VAC, 50 to 60 HZ
- Microprocessor based control panel incorporates six LEDs and illuminated LED display readable even in poor lighting conditions
- Units of measure switchable (psi/kPa/BAR)
- Two limit switches for positive indication of bank in use
- CGA gas specific header bar with integral check valves and cylinder pigtail assemblies (to be ordered separately)
- Dual line pressure regulators
- 3/4" isolation valve for supply line
- Manifold complies with NFPA-99
- Interface to Amico AIMS System

project



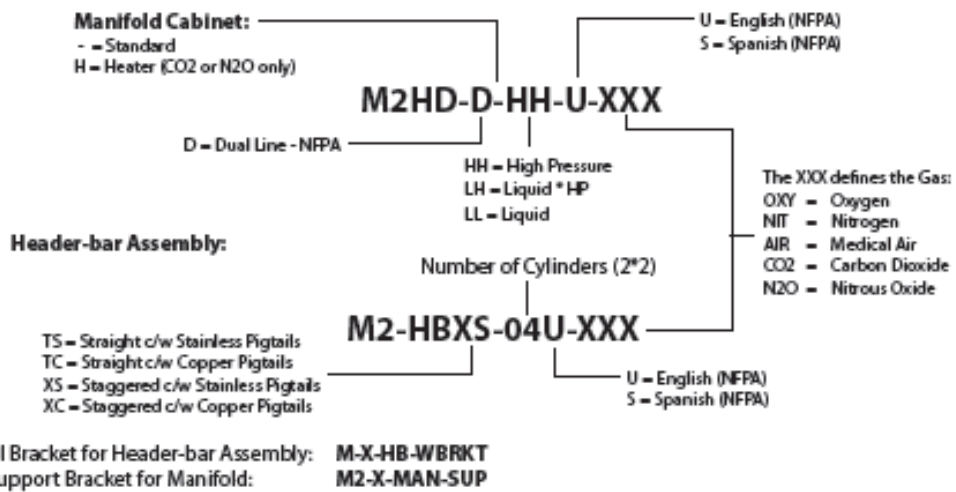
the right connection

alert - 2 medical gas manifold - digital dual line regulator - NFPA



NOTE: Header bar pipes can be changed from standard 10 1/2" to 8 1/2" or 6"

model numbers



represented by:

Amico Corporation
 85 Fulton Way, Richmond Hill, ON L4B 2N4, Canada
 31 Sprague Avenue, Amityville, NY 11701, USA

Toll Free Tel: 1.877.462.6426 | Toll Free Fax: 1.866.440.4986
 Tel: 905.764.0800 | Fax: 905.764.0862
 www.amico.com

Sept 09

**Automatic Switchover Medical Liquid x High Pressure Manifold with Automatic Reset
(LifeLine)****SPECIFICATION****Automatic Switchover Medical Liquid x High Pressure Manifold**

The BeaconMedaes Lifeline automatic switchover manifold accommodates a left bank of cryogenic containers and a right bank of high pressure cylinders while providing an uninterrupted, reliable supply of gas. Left bank is designated as "Primary" source of gas and right bank stands in reserve as "Secondary" source. The manifold system referred to as "liquid x high-pressure" or "LQ x HP", consists of a manifold control panel with its wall mounting bracket and a high-pressure reserve header assembly (separately ordered, see SSB-800-08). The manifold is cleaned, tested, and prepared for the indicated gas service and constructed in accordance with requirements of the latest edition of NFPA 99 and CGA.

Manifold Design

A bank regulator (one for each supply bank) is used to initially reduce the container / cylinder pressure to the two line regulators which control the final line pressure. Both line pressure regulators are in service at all times to maximize flow rates. The manifold automatically changes from the depleted primary supply bank to the secondary supply bank without fluctuation in line pressure utilizing dome-bias loading and unloading of the bank regulators. When liquid container(s) are replenished, the manifold will automatically switch back to the primary (left) supply bank. Manual resetting of the control panel is not necessary. If the primary and secondary supply banks of container(s) / cylinders are both depleted, the manifold system will automatically switch to the external high-pressure reserve header assembly. A pressure switch is provided to signal the master gas alarm system just before change over from the secondary (right) supply bank to the high-pressure reserve. The manifold includes a line pressure gauge, two bank contents gauges (left-bank and right-bank), and LED visual indicators for "IN USE" (green), "READY" (yellow), and "EMPTY" (red) for each bank. The manifold has bank regulator, intermediate and line pressure relief valves internally connected to a common vent port, terminating into a 1/2" FNPT o-ring sealed "zero clearance" union. Master shutoff valves (one for each bank) are located within the manifold cabinet and are fabricated with metallic seating surfaces. The cabinet enclosure is easily removable by releasing draw latches for component accessibility. The enclosure may be secured from unauthorized access by locking the draw latches (locks provided by others). The manifold

includes gas specific pigtail-to-header high-flow check valves to permit changing of cryogenic container(s) (left bank) without gas leakage. Thermoplastic hose assemblies, designed for cryogenic service, are provided for each container gas connection. In addition, the manifold includes high-pressure modular header assemblies with gas specific pigtail-to-header check valves to permit changing of cylinders (right bank) without gas leakage. Stainless steel flexible pigtails are provided for each cylinder gas connection, except for oxygen, helium, and mixed gas applications which are provided with rigid copper pigtails. A separate power supply is furnished and converts 120 VAC to 24 VAC output power. The power supply provides dry normally closed contacts for (3) alarm conditions: secondary supply, reserve in use, and reserve low. The power supply is housed in a NEMA 3R enclosure with electrical requirements of (0.125) amp at 120 VAC, 60Hz, single phase. External LED visual indicators for "RESERVE IN USE" (red) and "RESERVE LOW" (red) are included within the power supply assembly. The manifold is supplied with 1/2" FNPT (manifold outlet) and 1/2" FNPT (high-pressure reserve header inlet) o-ring sealed "zero clearance" unions. A 1/2" full port, three piece, ball-type source shut-off valve with a 1/8" FNPT port is also included. Source valve has a 1/2" NPT attachment to the outlet union and a 1/4" nominal copper (type k) tube for brazing to main supply line.

NOTE:

The flow capacity of a nitrous oxide and carbon dioxide manifold depends upon environmental conditions at the installation site and the number of containers in service. Installing a nitrous oxide or a carbon dioxide manifold in a location that exposes it to an ambient temperature below 32°F (0°C) is not recommended.

Environmental Considerations:

Manifolds are to be installed in accordance with requirements stated by NFPA 99, CGA, and all applicable local codes. Manifold components are designed to work best over a temperature range of 32°F through 130°F. Wider temperature variations may cause manifold malfunctions to occur. BeaconMedaes recommends the control cabinet be located with its power supply at an installation site protected from moisture, continuous exposure to direct sun rays, ice and snow.

Flow Characteristics

Manifold system flow is limited by maximum flow capacity of liquid container(s). Approximate maximum continuous flows of one liquid container are shown in the following chart. Flow capacity is increased with the addition of liquid containers. An external vaporizer (sourced by others) is necessary for high flow requirements.

Gas Type	Flow per Container
Oxygen	5.8 SCFM (350 SCFH)
Nitrous Oxide	1.8 SCFM (110 SCFH)
Carbon Dioxide	2.5 SCFM (150 SCFH)
Nitrogen	5.8 SCFM (350 SCFH)
Argon	5.8 SCFM (350 SCFH)

ORDERING INFORMATION

The Lifeline automatic switchover medical liquid x high pressure manifold may be configured with 1 or 2 liquid containers (left side) with 4 through 18 high pressure cylinders (right side) arrangements.

Lifeline Automatic Medical Gas Manifold		
Gas Service	Service Pressure	Part Number ¹
Oxygen	55 psig	6-109010-XX-YY
	100 psig	6-109110-XX-YY
Nitrous Oxide	55 psig	6-109011-XX-YY
Nitrogen	180 psig	6-109014-XX-YY
Carbon Dioxide	55 psig	6-109020-XX-YY
Argon	55 psig	6-109025-XX-YY

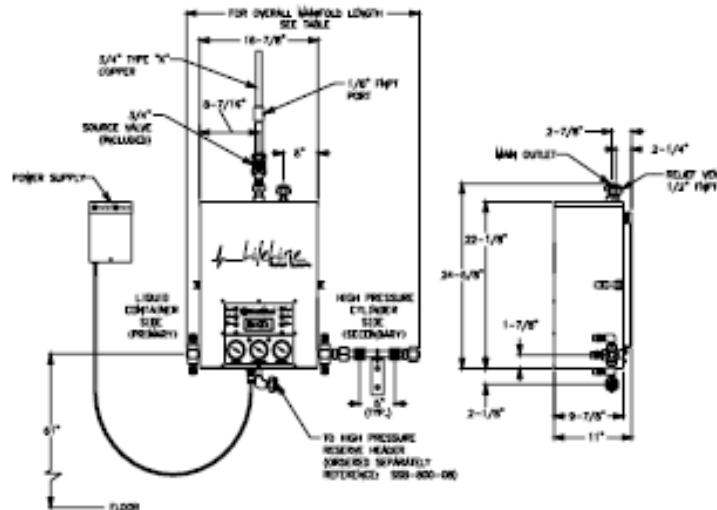
Note:

¹ Enter the number of liquid containers required for left bank, 01 or 02 (XX) and number of high pressure cylinders required for right bank 04 through 18 (YY).

Example: Oxygen manifold for 55 psig service with 2 x 6 arrangement (6-109010-02-06).

Accessories:

- 6-290840-48 Liquid Vent Cylinder Hose Assembly, Oxygen
- 6-290841-48 Liquid Vent Cylinder Hose Assembly, N2O, N2, CO2, & AR
- 6-135000-KT Control Panel Stand Kit (for floor mounting)
- 6-135001-KT Header Stand Kit (each kit contains a pair of header stands)
- 6-290657-01 90 Degree Expansion Elbow, 3.75" long, High Pressure
- 6-515725-00 90 Degree Fitting (turn source valve from vertical to horizontal orientation)
- 6-136000-10 10" Header Extension, High Pressure
- 6-136000-12 12" Header Extension, High Pressure
- 6-136000-16 16" Header Extension, High Pressure



# of HP Cylinders on Right Bank	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Overall Length	33"	38"	43"	48"	53"	58"	63"	68"	73"	78"	83"	88"	93"	98"	103"

Anexo 3.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO DE OXIDO NITROSO.



SSB-800-05
Page 1 of 2
12/31/2007

AUTOMATIC SWITCH-OVER

Automatic Switchover Medical Gas Manifold with Automatic Reset (LifeLine)

SPECIFICATION

Automatic Switchover Medical Gas Manifold

The BeaconMedaes Lifeline automatic switchover manifold accommodates multiple cylinders equally divided into two banks for a specific gas service. The cylinder banks are arranged in a staggered configuration and provide an uninterrupted supply of gas for the specific gas application. The manifold is cleaned, tested, and prepared for the indicated gas service and constructed in accordance with requirements of the latest edition of NFPA 99 and CGA.

Manifold Design

A bank regulator (one for each cylinder bank) is used to initially reduce the cylinder pressure to the two line regulators which control the final line pressure. Both line pressure regulators are in service at all times to maximize flow rates. The manifold automatically changes from the depleted primary supply bank to the secondary supply bank without fluctuation in line pressure utilizing dome-bias loading and unloading of the bank regulators. After replacement of the depleted cylinders, the manifold automatically indicates the cylinder bank recently replaced as the secondary supply. Manual resetting of the control panel is not necessary. The manifold includes a line pressure gauge, two cylinder bank pressure gauges (left-bank and right-bank), and color-coded indicator LED visual indicators for "IN USE" (green), "READY" (yellow), and "EMPTY" (red) for each cylinder bank. The manifold has intermediate and line pressure relief valves that are internally connected to a common vent port, terminating into a 1/2" FNPT O-ring sealed "zero clearance" union. Master shutoff valves (one for each cylinder bank) are located within the manifold cabinet and both valves are fabricated with metallic seating surfaces. The manifold is designed for placement of four "H" cylinders directly underneath the manifold cabinet. The cabinet enclosure is easily removable by releasing draw latches for component accessibility and the enclosure may be secured from unauthorized access by locking the draw latches (locks provided by others).

The manifold includes high-pressure modular header assemblies with gas specific pigtail-to-header check valves to permit changing of cylinders without gas leakage. Stainless steel flexible pigtails are provided for each cylinder gas connection, except for oxygen, helium, and mixed gas applications which are provided with rigid copper pigtails. A separate power supply is furnished with the manifold to convert 120 VAC to 24 VAC output power and includes dry contacts for (2) separate, electrically isolated, remote alarm connections. The power supply is housed in a NEMA 3R enclosure with electrical requirements of (1) amp at 120 VAC, 60Hz, single phase. The manifold is supplied with a 3/4" FNPT O-ring sealed "zero clearance" union outlet. The system also includes a 3/4" full port, three piece, ball-type source shut-off valve with a 1/8" FNPT port. The source valve has a 3/4" NPT attachment to the union outlet and a 3/4" nominal copper (type k) tube for brazing to main supply line.

NOTE:

The flow capacity of a nitrous oxide and carbon dioxide manifold depends upon environmental conditions at the installation site and the number of cylinders in service. Installing a nitrous oxide or a carbon dioxide manifold in a location that exposes it to an ambient temperature below 32° F (0° C) is not recommended.

Environmental Considerations:

Manifolds are to be installed in accordance with requirements stated by NFPA 99, CGA, and all applicable local codes. Manifold components are designed to work best over a temperature range of 32° F through 130° F. Wider temperature variations may cause manifold malfunctions to occur. BeaconMedaes recommends the control cabinet be located with its power supply at an installation site protected from moisture, continuous exposure to direct sun rays, and ice & snow.

Flow Characteristics at Minimum Cylinder (Switchover) Pressure			
Delivery Line Pressure (psig)	Inlet Cylinder Pressure (psig)	Minimum Delivery Line Flow (scfh)	Delivery Pressure Drop (psig) @ Delivery Line Flow
55	150	2,220	5
55	150	3,240	10
100	300	3,660	5
180	300	5,100	10
180	300	6,420	15

BeaconMedaes • 1800 Overview Drive Rock Hill, SC 29730 • Phone: (803) 817-5600 Fax: (803) 817-5750

ORDERING INFORMATION

The Lifeline automatic switchover medical gas manifold may be configured with no cylinder (0 x 0) through 14 cylinder (14 x 14) arrangements.

Lifeline Automatic Medical Gas Manifold		
Gas Service	Service Pressure	Part Number ¹
Oxygen	55 psig	6-107010-
	100 psig	6-107110-
Nitrous Oxide	55 psig	6-107011-
Air	55 psig	6-107012-
	100 psig	6-107112-
Air (Int'l)	55 psig	6-107016-
Instrument Air	180 psig	6-107018-
Nitrogen	180 psig	6-107014-
Carbon Dioxide	55 psig	6-107020-
	100 psig	6-107120-
CO ₂ -O ₂ (CO ₂ > 7%)	55 psig	6-107021-
O ₂ -CO ₂ (CO ₂ < 7%)	55 psig	6-107022-
He-O ₂ (He > 80%)	55 psig	6-107023-
O ₂ -He (He < 80%)	55 psig	6-107024-
Helium	55 psig	6-107025-
Argon	55 psig	6-107026-

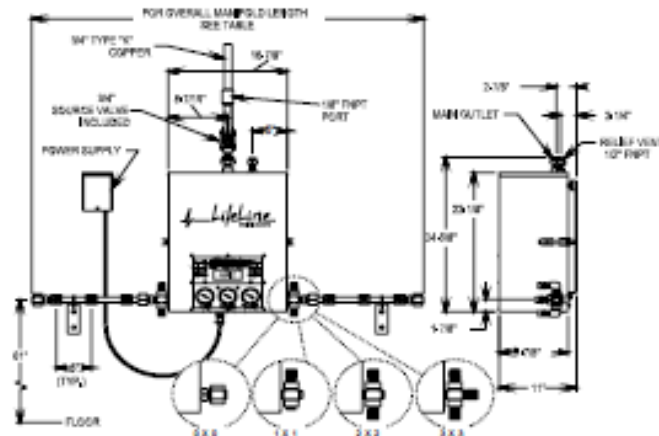
Note:
¹ Enter the number of cylinders required for each bank, 00 through 14.

Example: Oxygen manifold for 55 psig service with 3 x 3 arrangement (6-107010-09).

For a control unit only, enter 00 at the end of the part number (6-107010-00).

Accessories:

 6-135000-KT
 6-135001-KT
 6-290657-01
 6-515725-00
 6-136000-10
 6-136000-12
 6-136000-16
 6-425564-KT

 Control Panel Stand Kit
 Header Stand Kit (each kit contains a pair of header stands)
 90 Degree Expansion Elbow, 3.75" long
 90 Degree Fitting (turn source valve from vertical to horizontal orientation)
 10" Header Extension
 12" Header Extension
 16" Header Extension
 Header Bracket Kit


Manifold Length	
No. of Cylinders Per Bank	0 1 2 3* 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Overall Length (inches)	21-1/2 21 21 24 47 57 67 77 87 97 107 117 127 137 147

*36" recommended for cylinder placement



specifications

The Digital Medical Gas Manifold shall be an Amico Alert-2 Heavy Duty series. This manifold shall also include a five-year warranty which warrants a defect-free product.

The Manifold shall be a digital, fully automatic type and shall switch from "Bank in Use" to "Reserve" bank without fluctuation in delivery supply line pressure and without the need for external power. After the switch-over, the "Reserve" bank shall then become the "Bank in Use" and the "Bank in Use" shall become the "Reserve" bank. The manifold shall have a microprocessor based digital display panel. The unit will be compact, measuring 16-3/4" high x 17" wide x 9" deep.

The control panel incorporates three large, red, illuminated LED displays for the Left Bank, the Right Bank and for the Supply Pressure. The control panel also uses six LED's, two Green for "Bank in Use", two Amber for "Bank Ready" and two Red for "Bank Empty".

PLEASE NOTE:

- The manifold shall be equipped with a 3/4" outlet shutoff valve. The valve comes complete with a 3/4" type "K" 6-3/4" [172 mm] long pipe extension and 1/8" port for an optional pressure switch.
 - The header bars shall be equipped with emergency high pressure shutoff valves outside the cabinet to allow for emergency isolation of the header bars. The header bar shall incorporate integral check valves for each station. The manifold shall be equipped with limit switches and pressure transducers for indication and for operation of the fail-safe relay which transmits a remote Normally Closed signal to the master medical gas alarm.
 - The header bar comes with universal mounting brackets to be mounted direct or with a 12" wall spacing when the optional wall mounting bracket is used. The header bar mounting brackets are only supplied with more than 10 cylinders, for a staggered header bar, and more than 4 cylinders for a straight header bar.
- All manifold regulators, piping and control switching equipment shall be cleaned for oxygen service and installed inside the cabinet to minimize tampering with the regulators or switch settings.
- The Manifold cabinets is for general purpose use. NEMA-4 is an option for outdoor use. Optional heater kits are available for N2O and CO2 manifolds.

The Manifold shall include two pressure relief valves, one high pressure 225 psi [1,551 kPa] and one low pressure 75 psi [517 kPa] for all gases except Nitrogen. Nitrogen has one high pressure relief valve at 350 psi [2,413 kPa] and one low pressure at 225 psi [1,551 kPa].

The Manifold is UL Listed to U.S. and Canadian safety standards.

flow capacity

Oxygen, Medical Air, Nitrous Oxide & Carbon Dioxide:
4,500 SCFH [2,123 L/min]
Nitrogen:
6,000 SCFH [2,831 L/min]



features

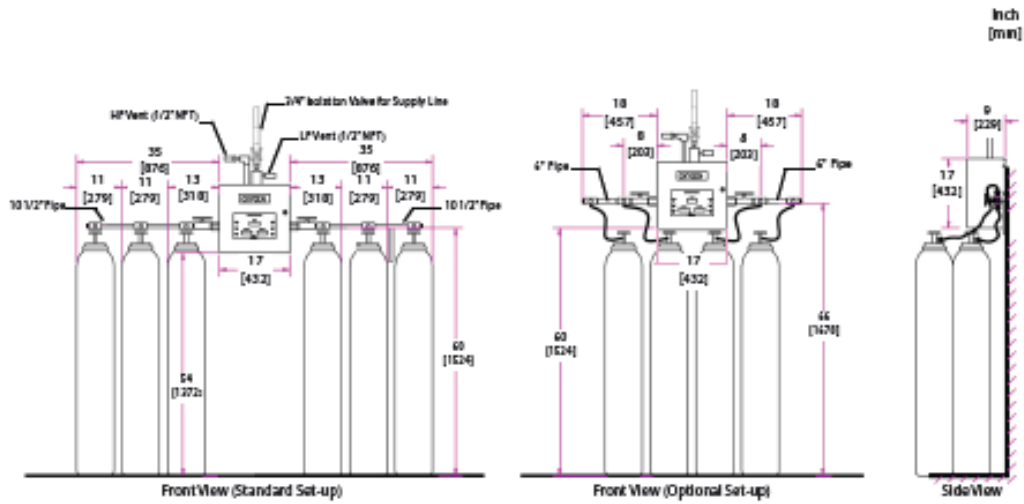
- ▶ Fully automatic self-contained shuttle-valve with no electrical power required for switching
- ▶ Input power 110 VAC to 240 VAC, 50 to 60 HZ
- ▶ Microprocessor based control panel incorporates six LED's and illuminated LED display readable even in poor lighting conditions
- ▶ Units of measure switchable (psi/kPa/BAR)
- ▶ Two limit switches for positive indication of bank in use
- ▶ CGA gas specific header bar with integral check valves and cylinder pigtail assemblies (to be ordered separately)
- ▶ Dual line pressure regulators
- ▶ 3/4" isolation valve for supply line
- ▶ Manifold complies with NFPA-99
- ▶ Interface to Amico AIMS System

project



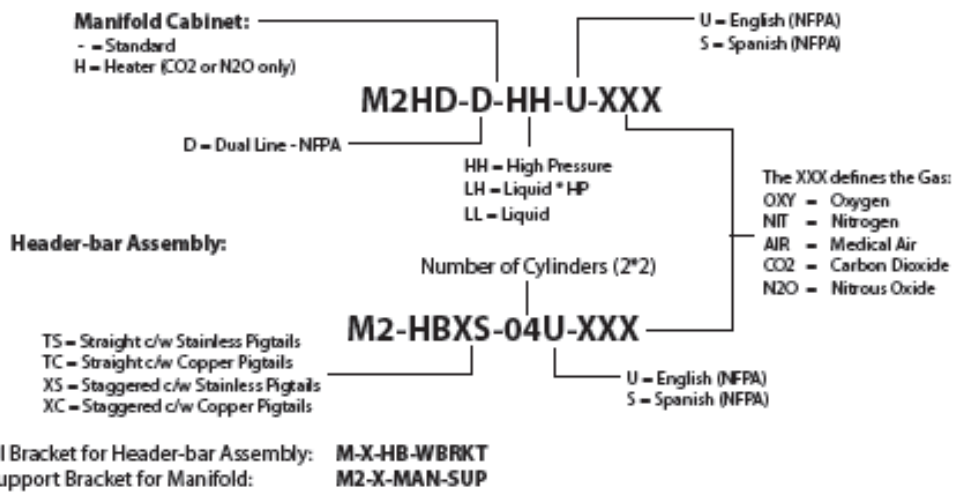
the right connection

alert - 2 medical gas manifold - digital dual line regulator - NFPA



NOTE: Header bar pipes can be changed from standard 10 1/2" to 8 1/2" or 6"

model numbers



represented by:

Amico Corporation
 85 Fulton Way, Richmond Hill, ON L4B 2N4, Canada
 31 Sprague Avenue, Amityville, NY 11701, USA

Toll Free Tel: 1.877.462.6426 | Toll Free Fax: 1.866.440.4986
 Tel: 905.764.0800 | Fax: 905.764.0862
 www.amico.com

Sept 09

Anexo 3.3 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.



Air and Vacuum Systems

"OIL-LESS" SCROLL AIR WITH DESICCANT AIR TREATMENT

Furnish and install, where shown on the drawing a prefabricated oil-less scroll air with desiccant air treatment system as manufactured by Amico Source.

AIR COMPRESSOR SYSTEM

The medical air system must meet or exceed the requirements of NFPA 99. The package shall include oil-less scroll air compressors and associated equipment, one ASME air receiver and one control panel. The only field connections required will be system intake, exhaust and power connection at the control panel. All components shall be completely pre-piped and pre-wired to single-point service connections. All interconnecting piping and wiring shall be completed and operationally tested prior to shipment. Provide liquid tight conduit, fittings and junction boxes for all control and power wiring.

The system shall include individual compressor inline intake filters, discharge check valves of bronze construction, safety relief valves, intake and discharge flexible connectors, isolation valves, air cooled after coolers for each compressor, high discharge temperature shut down switches, pressure control switches, as well as medical grade demand check valve for gauge and switches. The system shall include an air receiver of ASME construction rated for 200 PSI MWP service. The air receiver shall be equipped with a pressure gauge, safety relief valve, 3 valve by-pass, water gauge and automatic electronic tank drain with manual override. The inside of the tank shall be coated for rust protection.

CONTROL PANEL

The system shall include a UL listed control panel in a NEMA 12 enclosure with the following accessories for each pump:

Externally operable circuit breaker with door interlock, control circuit transformer with fused primary and secondary circuits, H-O-A switch, magnetic starter with 3 leg overload protection, hour meter and motor running light. Provide audible and visual local alarm for the following: compressor temperature malfunction and reserve compressor in use. Provide manual reset for thermal malfunction shutdown. All control and alarm functions shall remain energized while any compressor in the system remains electrically on-line. The lag compressor shall be able to start automatically if the lead compressor fails to operate. Alarm contacts should be provided for remote annunciation for all alarm points.

AIR COMPRESSOR

The compressors will be belt driven oil-less rotary scroll, single stage, air-cooled construction with absolutely no oil needed for operation. Each compressor will be equipped with isolation valve, check valve, safety valve, electric motor, belts, belt guard, air cooled after cooler with separator, T.M.P.D. (Thermal malfunction protection device) and serviceable bearings completely separate of air chamber extending compressor. The pump shall have the capacity at 120 PSIG.

COMPRESSOR MOTOR

The motor shall be a continuous duty, 3600 RPM, TEFC NEMA construction motor.

COMPRESSOR ACCESSORIES

The system shall include individual compressor inline intake filter, discharge check valve, safety relief valve, intake and discharge flexible connectors, isolation valve, air cooled after-cooler, high discharge temperature shut down switches on each discharge, pressure control switches, as well as medical grade demand check valve for gauge and switches.

DRYER / FILTER / REGULATOR SYSTEM

An integral air treatment system with purge saving feature NFPA 99 compliant assembly featuring dual desiccant air dryers, dual pre-filters, after-filters, pressure regulator valves, dew point monitor, CO monitor and system safety valves. It is required to meet and exceed the current code requirements shall be completely pre-piped and pre-wired to single-point service connections.

There shall be two identical banks of air treatment equipment, piped in parallel and provided with valves to by-pass either bank for filter element replacement, maintenance and repair work while still treating medical compressed air through the other set. Each bank consists of three stages of treatment. The first stage is a prime efficiency coalescer with filter differential gauge and electronic solenoid auto drain valve. The second stage is a desiccant heatless air dryer, equipped with purge control. Pressure dew point of -40°F is attained by directing the flow of saturated compressed air. The dry compressed air is discharged from the "on line" tower into the third stage. The third stage is a prime efficiency particulate after-filter with differential manual drain. Downstream pressure regulators will maintain constant discharge pressure of 55 PSIG (field adjustable).

AIR RECEIVER

The air receiver shall be of ASME construction. The receiver shall be rated for full compressor service and shall be equipped with a gauge and manual valve drain. It should be rated for a minimum of 200 PSIG design pressure.

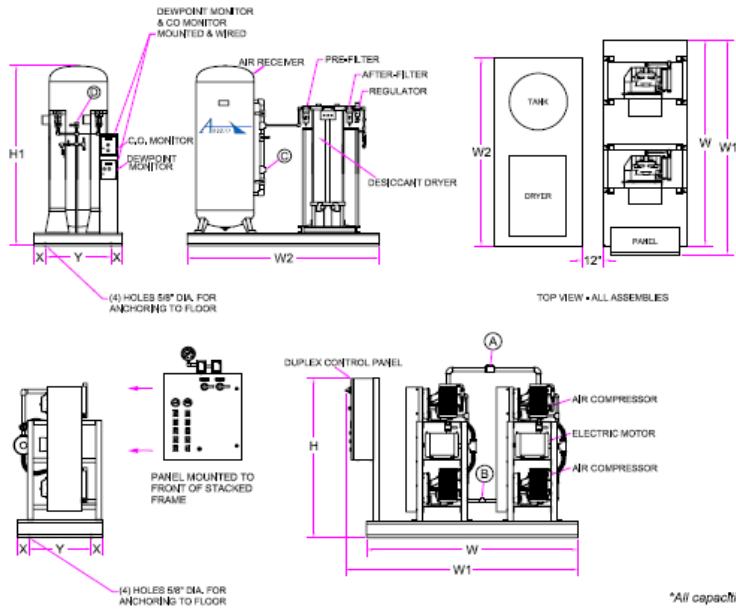
STATEMENT OF WARRANTY

Amico Source warrants its Air Systems are to be free of defects in material and workmanship under normal use for a period not to exceed thirty (30) months from date of shipment, or twenty four (24) months from date of start-up.

The service of a factory trained representative shall be made available at the jobsite to check installation, start-up and instruct operating personnel in the proper operation and maintenance.

Toll Free Tel: 1.877.462.6426 | Toll Free Fax: 1.866.440.4986 | Tel: 905.764.0800 | Fax: 905.764.0862 | sales@amico.com
83 Fulton Way, Richmond Hill, ON L4B 2N4, Canada | 71 East Industry Court, Deer Park, NY 11729, USA | www.amico.com

MEDICAL SCROLL AIR PLANT with DESSICANT AIR TREATMENT SYSTEMS



NO.	QTY.	DESCRIPTION
A	1	INLET CONNECTION
B	1	TO TANK
C	1	FROM COMPRESSORS
D	1	DISCHARGE

HP	SYSTEM FLA				SYSTEM BTU / HR	SOUND LEVEL dB(A)
	208V	230V	380V	460V		
10	60	52	31	26	23,014	73
15	86	74	45	37	34,124	75

- NOTE:**
1. All system BTU/HR are shown with reserve compressor on standby.
 2. All noise levels are shown in dB(A) and reflect one compressor in operation.
 3. Normal operating conditions at a maximum ambient of 105°F. Consult factory for higher ambient conditions.
 4. Allow 24 inches clearance for all sides for maintenance and ventilation.
 5. Vibration pads and flex connectors will be shipped loose for field installation.

PRINT NAME _____ APPROVAL SIGNATURE _____

DATE _____ PHONE _____

**All capacities shown are NFPA system capacities (reserve compressor on standby)*
UNITS OF MEASURE: INCHES



85 Fulton Way, Richmond Hill
Ontario, L4B 2N4 Canada
71 East Industry Court
Deer Park, NY 11739
Direct: Tel: 852-794-0890
Tel: 1-877-462-6436
Fax: 1-866-440-4866

TYPE: DUPLIX SYSTEMS • BASE MOUNTED
DRAWING #: SCD-BS-2 (10*15 hp)

This product has been designed to meet NFPA 99 (hazardous) and NEC (hazardous) requirements. Any modifications made to meet current CSA standards may result in changes to the product's weight and physical dimensions. Please contact Amico Source for further information.

MODEL	HP	A INLET	D OUTLET	Tank	H	H1	W	W1	W2	X	Y	WEIGHT LBS.	PUMP SCFM @100 PSIG	SYS. SCFM @100 PSIG
A-SCD-D-120F-BS-N-100	10	1.5 NPT	.75 NPT	120	88	83	74	84	70	5	25	2300	26.2	26.2*
A-SCD-D-200F-BS-N-100	10	1.5 NPT	.75 NPT	200	88	88	74	84	80	5	25	2550	26.2	26.2*
A-SCD-D-240F-BS-N-100	10	1.5 NPT	.75 NPT	240	88	100	74	84	80	5	25	2575	26.2	26.2*
A-SCD-D-120F-BS-N-150	15	1.5 NPT	.75 NPT	120	88	83	74	84	70	5	25	2375	42.4	42.4*
A-SCD-D-200F-BS-N-150	15	1.5 NPT	.75 NPT	200	88	88	74	84	80	5	25	2625	42.4	42.4*
A-SCD-D-240F-BS-N-150	15	1.5 NPT	.75 NPT	240	88	100	74	84	80	5	25	2650	42.4	42.4*

Anexo 3.4 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO DE VACIO MEDICO.



Air and Vacuum Systems

OIL-LESS ROTARY VANE VACUUM SYSTEM

Furnish and install, where shown on the drawings a prefabricated dry rotary vane vacuum system as manufactured by Amico Source.

VACUUM SYSTEM

The medical vacuum system must meet or exceed the requirements of NFPA 99. The package shall include Rotary Vane Dry vacuum pumps and associated equipment, one ASME air receiver and one control panel. The only field connections required will be system intake, exhaust and power connection at the control panel. All components shall be completely pre-piped and pre-wired to a single point service connection. All interconnecting piping and wiring shall be completed and operationally tested prior to shipment. Provide liquid tight conduit, fittings and junction boxes for all control and power wiring.

CONTROL PANEL

The system shall include a UL listed control panel in a NEMA 12 enclosure with the following accessories:
Externally operable circuit breaker with door interlock, control circuit transformer with fused primary and secondary circuits, H-O-A switch, magnetic starter with 3 leg overload protection, hour meter, motor running light and minimum run timer to prevent short cycle operation. Provide audible and visual local alarm (complete with indicating lights and individual sets of auxiliary contacts wired to the terminal strip for remote alarm indication). A programmable logic controller (PLC) will control the automatic alteration of both vacuum pumps with provisions for simultaneous operation if required, and automatic activation of reserve unit if required. The control system will include a minimum run timer. A vacuum gauge will be provided in the control panel.

VACUUM PUMP

The medical vacuum pump shall operate completely dry with air cooled design, and shall be equipped with self-lubricating carbon/graphite vanes with no water requirements. Bearings shall be permanently lubricated and sealed.

VACUUM PUMP DRIVE

The Vacuum pump shall be direct driven. Torque is transmitted from the motor to the pump through a shaft coupling.

VACUUM PUMP MOTOR

The motor shall be a continuous duty, 1750 RPM, TEFC NEMA C-face, foot mounted and suitable for 208V or 230-460V, 60 hertz, 3 phase electrical service. The pump shall have the capacity at 19" Hg.

VACUUM SYSTEM ACCESSORIES

The system shall include the following accessories: inlet check valve and vacuum control switch. Provide flexible connectors on inlet and exhaust of the pump, exhaust tee with union, drip-leg with cock valve as well as copper tubing with shut-off cock for gauge and vacuum switch.

INTAKE PIPING

Each vacuum pump shall have a factory piped intake with integral flex connector, isolation valve and check valve. Interconnecting piping shall consist of black iron pipe and fittings.

VACUUM RECEIVER

The vacuum receiver shall be of ASME construction. The receiver shall be rated for full vacuum service and shall be equipped with a vacuum gauge and manual valve drain. It should be rated for a minimum 200 PSIG design pressure.

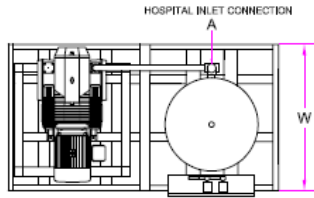
STATEMENT OF WARRANTY

Amico Source warrants its Vacuum Systems are to be free of defects in material and workmanship under normal use for a period not to exceed thirty (30) months from date of shipment, or twenty four (24) months from date of start-up.

The service of a factory trained representative shall be made available at jobsite to check installation, start-up and instruct operating personnel in the proper operation and maintenance.

Toll Free Tel: 1.877.462.6426 / Toll Free Fax: 1.866.440.4986 / Tel: 905.764.0800 / Fax: 905.764.0862 / sales@amico.com
85 Fulton Way, Richmond Hill, ON L4B 2N4, Canada / 71 East Industry Court, Deer Park, NY 11729, USA / www.amico.com

ROTARY VANE DRY DRUPLEX STACK MOUNTED VACUUM SYSTEM

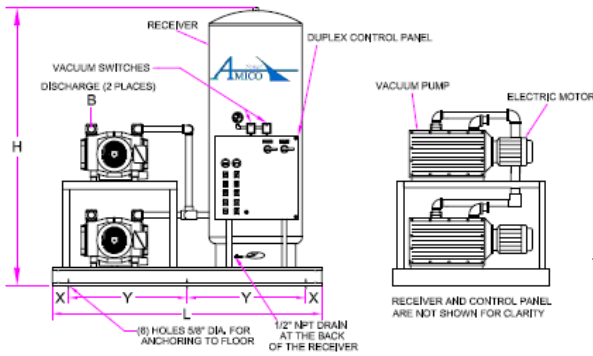


HP	SYSTEM FLA			SYSTEM BTU / HR	SOUND LEVEL, dB(A)	
	208V	230V	380V 480V			
10	60	62	31	26	20,360	21

NOTE:

1. All system BTU/HR are shown with reserve vacuum pump on standby.
2. All noise levels are shown in dB(A) and reflect one vacuum pump in operation.
3. Normal operating conditions at a maximum ambient of 105°F.
Consult factory for higher ambient conditions.
4. Allow 24 Inches clearance for all sides for maintenance and ventilation.
5. Vibration pads and flex connectors will be shipped loose for field installation.

This product has been designed to meet U.S. NFPA 99, latest edition. Modifications made to meet current CSA Standard may result in changes to the product's weight and physical dimensions.



APPROVAL SIGNATURE _____ DATE _____ PHONE NO. _____

**All capacities shown are NFPA system capacities (reserve pump on standby)*

UNITS OF MEASURE-INCHES

MODEL	HP	A INLET NPT	B OUTLET NPT	TANK	L	W	H	X	Y	WEIGHT LBS.	UNITS OF MEASURE-INCHES			
											PUMP SCFM @19" Hg @60Hz MOTOR	SYS. SCFM @19" Hg @60Hz MOTOR	PUMP SCFM @19" Hg @60Hz MOTOR	SYS. SCFM @19" Hg @60Hz MOTOR
V-RV-D-120P-SS-N-100	10	2	2	120	58	64	83	6	23	2780	55.4	55.4"	46.1	46.1"
V-RV-D-200P-SS-N-100	10	2	2	200	84	64	88	6	26	2980	55.4	55.4"	46.1	46.1"
V-RV-D-240P-SS-N-100	10	2	2	240	84	64	100	6	26	2985	55.4	55.4"	46.1	46.1"

85 Fulford Way, Richmond Hill
Ontario, L4B 2N4 Canada
71 East Industry Court
Dear Park, NY 11739
Direct Tel: 505-704-0808
Tel: 1-877-962-6428
Fax: 1-866-440-4366
AMICO
www.amico.com

TYPE: DUPLEX SYSTEMS-STACK MOUNTED - SKD
DRAWING #: RVD-SS-2 (10hp)
This product has been designed to meet NFPA 99 latest edition and NFPA 99. Any modifications made to meet current CSA standards may result in changes to the product's weight and physical dimensions. Please contact Amico Source for further information.



This product has been designed to meet U.S. NFPA 99, latest edition. Modifications made to meet current CSA Standards may result in changes to the product's weight and physical dimensions. Please contact BeaconMedaes at (803) 817-5600 or (803) 817-5750 (fax) for further information.

SSB-310-01
Page 1 of 2
08/15/08

**DUPLEX 6-10
MODULAR**

LifeLine® "Oil-Less" Medical Rotary Vacuum Modular Duplex System (5 - 10 HP)

SPECIFICATION

Vacuum System

The duplex medical vacuum system must be fully compliant with the latest edition of NFPA 99. The package will consist of two "oil-less" rotary vane vacuum pumps, a control panel, and a receiver sized for appropriate demand. Each pump shall be connected to a common intake manifold. The receiver shall be ASME coded and have a three valve bypass system to allow for draining of the receiver without interrupting the vacuum service. A manual drain shall be provided on the receiver. The package shall be completely tested prior to shipment.

Vacuum Pump

Each pump shall operate completely dry, and shall be equipped with self-lubricating carbon/graphite vanes. Bearings for the 5 and 7.5 hp shall be permanently lubricated and sealed. No oil shall be permitted in any pump. Each pump shall be completely air-cooled and have absolutely no water requirements. Each pump shall have a 5-micron inlet filter and shall be equipped with a vacuum relief valve, check valve to prevent backflow through off-cycle units, flexible connectors, isolation valve, and vibration isolators at each mounting location.

Vacuum Pump Drive

The pump shall be direct driven. Torque is transmitted from the motor to the pump through a shaft coupling.

Vacuum Pump Motor

The 5 and 7.5 hp motor shall be a continuous duty, NEMA rated, C-face, open drip proof, 1800 RPM, with 1.15 service factor suitable for 208V or 230/460V, 60 hertz, 3 phase electrical service.

The 10 hp motor shall be a continuous duty, NEMA rated, C-face, open drip proof, 1200 RPM, with 1.15 service factor suitable for 208 or 230/460V, 60 hertz, 3 phase electrical service.

Intake Piping

Each vacuum pump shall have a factory piped intake with an integral flex connector, isolation valve, and check valve. Interconnecting piping shall consist of galvanized pipe and fittings.

Vacuum Receiver

The vacuum receiver shall be ASME Code stamped, and rated for a minimum 150 PSIG design pressure.

Control System

The duplex control system shall be NEMA 12 and U.L. labeled. The control system shall provide automatic lead/lag sequencing with circuit breaker disconnects for each vacuum pump with external operators, full voltage motor starters with overload protection, redundant 120V control circuit transformers, visual and audible reserve unit alarm with isolated contacts for remote alarm, hand-off-auto lighted selector switches and runtime hourmeters. A programmable logic controller (PLC) shall control the automatic alternation of both vacuum pumps with provisions for simultaneous operation if required, and automatic activation of reserve unit if required. The control system shall include a minimum run timer. A vacuum gauge shall be provided in the control panel.

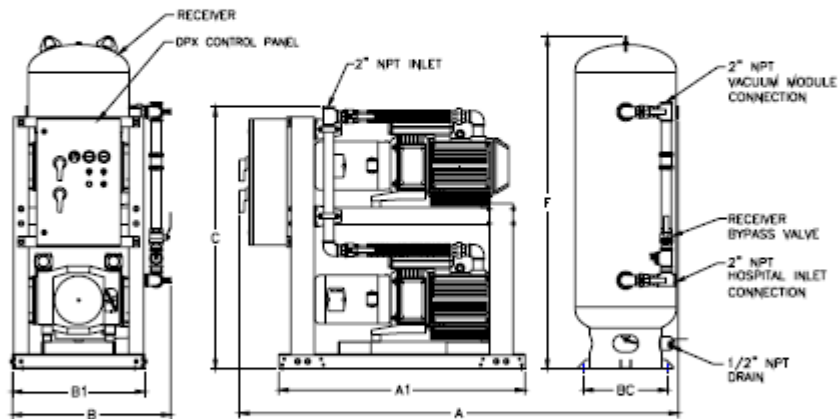
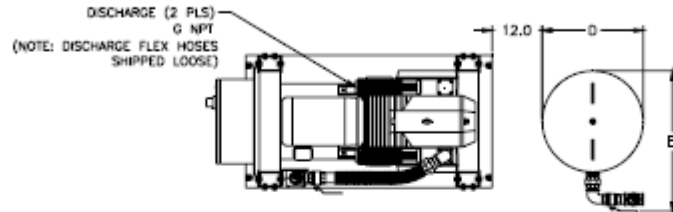
Installation

The installation of this vacuum technology is limited to a maximum of 4,000 feet elevation above sea level. For installation of this equipment above 4,000 feet elevation, please contact the factory.

Vacuum System Specifications ¹											
Complete System Model No.	HP	Capacity ² @ 19" Hg		System ³ BTU/HR	Receiver ⁴ (Gallons)	Noise ⁵ Level	System FLA @ 60 hr			System Weight (lbs.)	
		Pump	System				208V	230V	460V	Vacuum Module	Receiver Module
LVS-5D-N120	5	21 scfm	21 scfm	10,180	120*	77	35	31	16	1015	397
200					644						
240					664						
LVS-7D-N120	7.5	29 scfm	29 scfm	15,270	120*	79	51	45	23	1166	397
200					644						
240					664						
LVS-10D-N120	10	55 scfm	55 scfm	20,360	120*	81	67	58	29	2299	397
200					644						
240					664						

Notes: ¹ Normal operating conditions at a maximum ambient of 105° F. Consult factory for higher ambient conditions.
² All capacities are shown as NFPA system capacities (reserve vacuum pump on standby).
³ All system BTU/HR are shown with reserve vacuum pump on standby.
⁴ * Indicates standard receiver
⁵ All noise levels are shown in dB(A) and reflect one vacuum pump in operation.

Suggested System Configuration



10 HP W/120 GAL TANK SHOWN (REF. 4107 8004 39-SSB)

COMPLETE SYSTEM MODEL NO.	UNIT (Hp)	RECEIVER (GAL.)	DIMENSIONS (in.)										SQUARE FEET REQUIRED**			
			A*	A1	B*	B1	C	D	E	F	G	DA		BC		
LVS-50-N120	5	120**	98	34.5												24
LVS-50-N200		200	104.3	51.5	41	28.5	53.5	31	40.5	82	1-1/2	30	25	30	25	30
LVS-50-N240		240	104.3	41					31	40.5	94		30	25	30	25
LVS-70-N120	7.5	120**	98	34.5												24
LVS-70-N200		200	104.3	51.5	41	28.5	53.5	31	40.5	82	1-1/2	30	25	30	25	30
LVS-70-N240		240	104.3	41					31	40.5	94		30	25	30	25
LVS-100-N120	10	120**	104.5	37.7												24
LVS-100-N200		200	111	58.5	41.8	31.5	62.2	31	40.5	82	2	30	25	30	25	33
LVS-100-N240		240	111	41.8					31	40.5	94		30	25	30	25

*SUGGESTED SYSTEM DIMENSIONS

**INDICATES STANDARD RECEIVER

**Anexo IV. HOJAS DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE LA RED DE GASES MEDICOS Y VACIO.**

**Anexo 4.1 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA FUENTE DE OXIGENO (SISTEMA TIPO BULK).**

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL				
Hoja de chequeo para el mantenimiento preventivo de la red de gases médicos y vacío.				
Descripción:	Sistema BULK	Fecha:		
		Localización:		
Frecuencia de inspección:	Diariamente		SI	NO
1. Inspección visual del sistema en busca de daños, suciedad o agentes extraños en el sistema.				
2. Verificación de las conexiones y juntas de las tuberías				
3. Verificación del nivel de la presión del sistema.				
4. Valor de la presión del sistema.			_____	
5. ¿El valor de la presión del sistema se encuentra dentro del rango permitido? (+/- 10% del valor nominal).				
6. ¿El intercambiador (changeover) se encuentra en buen estado?				
7. Verificación del contenido del tanque de oxígeno líquido.				
8. Señal audible del panel de control en buen estado.*				
9. Indicadores visuales del panel de control en buen estado.*				
10. El sistema pasa todas las pruebas.				
Observaciones.				
Inspección realizada por:				
Supervisado por:				

*Verificación anual.

**Anexo 4.2 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA EL MANIFOLD DE OXIDO NITROSO.**

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL				
Hoja de chequeo para el mantenimiento preventivo de la red de gases médicos y vacío.				
Descripción:	Manifold	Fecha:		
		Localización:		
Frecuencia de inspección:	Diariamente		SI	NO
1. Inspección visual del sistema en busca de daños, suciedad o agentes extraños en el sistema.				
2. Verificación de la presión de línea.				
3. Valor de la presión del sistema.			_____	
4. ¿El valor de la presión de línea se encuentra dentro del rango permitido? (+/- 10% del valor nominal).				
5. Verificación del contenido de los bancos conectados al manifold.				
6. Verificación de los indicadores de ambos bancos de cilindros.				
7. Señal de advertencia audible de la fuente en buen estado.*				
8. Indicadores visuales de la fuente en buen estado.*				
9. ¿El intercambiador (changeover) se encuentra en buen estado?				
10. El sistema pasa todas las pruebas.				
Observaciones. 				
Inspección realizada por:				
Supervisado por:				

*Verificación Mensual.

**Anexo 4.3 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.**

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL				
Hoja de chequeo para el mantenimiento preventivo de la red de gases médicos y vacío.				
Descripción:	Sistema de aire comprimido	Fecha:		
		Localización:		
Frecuencia de inspección:	Diariamente		SI	NO
1. Inspección visual del sistema en busca de daños, suciedad o agentes extraños en el sistema.				
2. Verificación y limpieza de la entrada del aire al sistema.				
3. Se realizo drenado del agua acumulada.				
4. Verificación de la medida de presión (+/- 10% del valor nominal).*				
5. Valor de la presión del sistema.*			_____	
6. Verificación de los sensores de nivel de agua.*				
7. Verificación del punto de rocío.*				
8. Verificación de las alarmas.				
9. Sustitución de piezas en los compresores (según fabricante).				
10. Los compresores se encuentran funcionando bien.				
11. Verificación de los accesorios del sistema (filtros, secadores etc.).*				
12. El sistema pasa todas las pruebas.				
Observaciones. 				
Inspección realizada por:				
Supervisado por:				

* Verificación mensual.

**Anexo 4.4 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA EL SISTEMA DE VACIO MEDICO.**

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL				
Hoja de chequeo para el mantenimiento preventivo de la red de gases médicos y vacío.				
Descripción:	Sistema de vacío	Fecha:		
		Localización:		
Frecuencia de inspección:	Diariamente		SI	NO
11. Inspección visual del sistema en busca de daños, suciedad o agentes extraños en el sistema.				
12. Verificación de la presión de línea.				
13. Valor de la presión del sistema.			_____	
14. ¿El valor de la presión de línea se encuentra dentro del rango permitido? (+/- 10% del valor nominal).				
15. Verificación del contenido de los bancos conectados al manifold.				
16. Verificación de los indicadores de ambos bancos de cilindros.				
17. Señal de advertencia audible de la fuente en buen estado.*				
18. Indicadores visuales de la fuente en buen estado.*				
19. ¿El intercambiador (changeover) se encuentra en buen estado?				
20. El sistema pasa todas las pruebas.				
Observaciones. 				
Inspección realizada por:				
Supervisado por:				

Anexo 4.5 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS PANELES DE ALARMA Y VALVULAS DE ZONA.

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL						
Hoja de Chequeo de Alarmas y Válvulas de zona del Sistema de Gases Médicos y Vacío						
Fecha:				Inspección correspondiente a:		
Técnico:						
Supervisor:				Nueva instalación.		
Frecuencia de la inspección:	Anualmente			Modificación.		
Paneles de alarma						
Ubicación	Presión	Límite inferior de la alarma (Psi)	Límite superior de la alarma (Psi)	Estado		Comentarios
				Funcional	Fuera de servicio	
Válvulas de zona						
Ubicación	Área/ Función	Estado		Comentarios		
		Funcional	Reemplazar			
OBSERVACIONES:						

Anexo 4.6 HOJA DE CHEQUEO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EVALUACION DE TOMAS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE GASES MEDICOS Y VACIO.

HOSPITAL NACIONAL "JUAN JOSE FERNANDEZ" ZACAMIL				
Hoja de Chequeo de evaluación de del Sistema de Gases Médicos y Vacío				
Frecuencia de la inspección:	Trimestralmente	Fecha:		
Técnico:		Supervisor:		
Ubicación	Área/ Función	Estado		Comentarios
		Funcional	Reemplazar	
PROCEDIMIENTO. <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el propio etiquetado y código de color. 2. Observar desprendimientos o daños en el toma. 3. Verificar la estabilidad mecánica. 4. Desensamblar y limpiar la unidad, si es necesario. 5. Verificar si el tipo de gas corresponde al toma. 6. Reparar si es necesario. 7. Reensamblar la unidad. 				
OBSERVACIONES:				

