UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MÉDICO PARA EL HOSPITAL MÉXICO

Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la

Universidad de Costa Rica

como parte de los requisitos para aspirar al título y grado de

Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Zhurelly Carmona Sandoval

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Octubre 2018

Hoja del tribunal

Este proyecto fue aceptado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica.

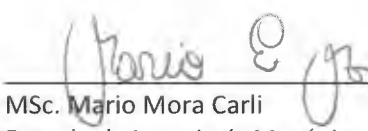
Atentamente,

Representante de la Unidad Académica

Mag. Hazel Aragón O'Connor
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor director

Mag. Rodolfo Soto Urbina
Escuela de Ingeniería Mecánica



Asesor interno

MSc. Mario Mora Carli
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor externo

MAIE. Luis Fonseca Valerio
Hospital México, CCSS - ASSE 6020 Inspector NFPA 99-2012

Representante docente curso Proyecto Mecánico II

Lic. Israel Chaves Arbaiza
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ponente

Zhurelly Carmona Sandoval

Dedicatoria

A mis padres, por su motivación y apoyo incondicional.

Agradecimientos

A Dios.

Por todas las oportunidades que me han permitido llegar hasta este punto, y poder cumplir mis metas.

Al Ing. Rodolfo Soto Urbina

Por todo el apoyo y guía, en campos que abarcan más que sólo este proyecto.

Al Ing. Luis Fonseca Valerio

Por toda la ayuda, apoyo, enseñanzas y compartir su experiencia.

Al Ing. Mario Mora Carli

Por su colaboración y asesoría durante la realización de este proyecto.

A la Arq. Katherine MacCourtney

Por toda la ayuda brindada.

Epígrafe

“Se son rose, fioriranno.”

—Michele Besso.

Contenido

Hoja del tribunal ii
Dedicatoria iii
Agradecimientos iv
Epígrafe v
Índice de ilustraciones viii
Índice de cuadros x
Simbología xii
Glosario xiii
Resumen xiv
Abstract xv
1. Introducción 1
1.1 Descripción general 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo general 2
1.2.2 Objetivos específicos 2
1.3 Justificación 3
1.4 Antecedentes 4
1.4.1 Reseña histórica del Hospital México 4
1.4.2 Situación actual del sistema de aire grado médico en el Hospital México 8
1.5 Metodología 11
1.6 Alcances y Limitaciones 12
2. Gases médicos 13
2.1 Definiciones básicas de gases 13
2.2 Gases medicinales 15
2.3 Tipos de gases médicos, propiedades y características 15
2.4 Aire grado médico 18
2.5 Normativa aplicable a sistemas de gases medicinales 19
2.5.1 Normativa internacional 19
2.5.2 Normativa nacional 23
2.6 Fuentes de Aire Grado Médico 25
2.6.1 Banco de cilindros 26

2.6.2 Sistema de compresores 28
2.6.3 Mezclador de aire medicinal 34
2.7 Selección de fuente de aire grado médico para el diseño 37
3. Diseño de la red 41
3.1 Análisis de los requerimientos del Hospital México 41
3.1.1 Dimensionamiento de la fuente de suministro de aire grado médico 59
3.2 Trazado de la Red 69
3.2.1 Ubicación de fuentes 69
3.2.2 Ubicación de válvulas 72
3.2.3 Ubicación de alarmas 74
3.3 Equipos 78
3.3.1 Compresores 78
3.3.2 Mezclador 80
3.3.3 Equipos complementarios 88
3.4 Dimensionamiento de las tuberías 90
3.5 Comparación de equipos 97
4. Conclusiones 99
5. Recomendaciones 100
Bibliografía 101
Anexos 105
Apéndices 112

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Hospital México (Fuente: Memoria Aniversario del Hospital México, 2004) 5
Ilustración 2 Fachada del Hospital México (Fuente: Memoria Aniversario del Hospital México, 2004) 6
Ilustración 3 Planta de AGM en operación. (Fuente: autor, 2017) 8
Ilustración 4 Sistema de AGM en operación. (Fuente: autor, 2017) 9
Ilustración 5 Banco de cilindros (Fuente: autor, 2017) 11
Ilustración 6 Código de colores según NFPA 99 (Fuente: autor, 2018) 20
Ilustración 7 Opciones de suministro de AGM (Fuente: autor, 2018) 25
Ilustración 8 Esquema general de gases médicos en un hospital (Fuente: Meditech Labs, 2014) ...25
Ilustración 9 Banco de cilindros en operación en el Hospital México (Fuente: autor) 26
Ilustración 10 Ejemplo de instalación de manifold para AGM (Fuente: AMICO, 2015) 27
Ilustración 11 Diagrama esquemático de central de cilindros para AGM (Fuente: AMICO, 2015) ...28
Ilustración 12 Compresores de tipo reciprocante (izquierda) y scroll (derecha). (Fuente: AMICO, 2016) 29
Ilustración 13 Tipos de compresores (a)compresores lubricados con aceite (b) compresores sin aceite y (c) compresores libres de aceite. (Fuente: Mark Allen, Beacon Meades, 2017) 30
Ilustración 14 Tanque receptor (Fuente: AMICO, 2016) 31
Ilustración 15 Secadores de AGM y filtros (Fuente: AMICO, 2016) 32
Ilustración 16 Ejemplo de interfaz de alarma local. (Fuente: AMICO, 2016) 33
Ilustración 17 Esquema de sistema de compresores de AGM (Fuente: Dint-Tech Control, s.f.) 34
Ilustración 18 Tanques criogénicos (Fuente: Cryo Resources, 2009) 34
Ilustración 19 Esquema sistema mezclador de AGM (Fuente: Carburos Médica, 2010) 35
Ilustración 20 Código de colores según ISO vs NFPA 99 (Fuente: autor, 2018) 57
Ilustración 21 Válvula primaria (Fuente: Ohio Medical, 2015) 58
Ilustración 22 Válvula secundaria (Fuente: Ohio Medical, 2015) 59
Ilustración 23 Ubicación actual de compresores de AGM (Fuente: autor, 2018) 69
Ilustración 24 Ubicación de Compresores de AGM (BeaconMedaes, 2006) 70
Ilustración 25 Válvula de bola (Fuente: Amico, 2016) 72
Ilustración 26 Ubicación primer tablero de alarma maestra (Fuente: autor,2018) 75
Ilustración 27 Ubicación segundo tablero de alarma maestra (Fuente: autor,2018) 76
Ilustración 28 Especificaciones Técnicas para compresores modelo A-SCD-7-240P-SS-N-200-20863-TS, marca Amico (Fuente: Ingeniería Hospitalaria, 2018) 78
Ilustración 29 Compresor Hexaplex (Fuente: Patton's Medical, 2012). 79
Ilustración 30 Placa de mezclador instalado (Fuente: autor, 2018) 80
Ilustración 31 Labores de instalación de contenedor (Fuente: autor, 2018) 81
Ilustración 32 Contenedor para mezclador de AGM (Fuente: autor, 2018) 81
Ilustración 33 Equipos instalados de gases médicos (Fuente: autor, 2018) 82
Ilustración 34 Planta de conjunto, banco de Oxígeno (Fuente: Praxair, 2017) 82
Ilustración 35 Planta del mezclador de aire sintético (Fuente: Praxair, 2017) 83

Ilustración 36 Modelos de Mezclador de aire sintético disponibles (Fuente: Witt, 2018) 84
Ilustración 37 Mezclador de aire modelo MED-MG 500-2ME GB A (Fuente: Witt, 2018).....85
Ilustración 38 Modelos de tanque de aire sintético disponibles (Fuente: Witt, 2018).....85
Ilustración 39 Tanque receptor modelo B, de 2000 L (Fuente: Witt, 2018) 86
Ilustración 40 Distribución de Caudales (Fuente: autor, 2018) 91
Ilustración 41 Etiquetado de tubería (Fuente: autor, 2018).....96

Índice de cuadros

Tabla 1 Resumen de gases médicos más comunes (Fuente: Alvarado, P. 2006) 17
Tabla 2 Especificaciones para AGM (Fuente: PRAXAIR, 2015) 18
Tabla 3 Cantidad de salidas, Neumología (Fuente: autor, 2018) 42
Tabla 4 Cantidad de salidas, Gastroenterología (Fuente: autor, 2018) 43
Tabla 5 Cantidad de salidas, Otorrinolaringología (Fuente: autor, 2018) 44
Tabla 6 Cantidad de salidas, Oncología y Radioterapia (Fuente: autor, 2018) 44
Tabla 7 Cantidad de salidas, Oftalmología (Fuente: autor, 2018) 45
Tabla 8 Cantidad de salidas, Emergencias (Fuente: autor, 2018) 45
Tabla 9 Cantidad de salidas, Rayos X (Fuente: autor, 2018) 46
Tabla 10 Cantidad de salidas, Obstetricia (Fuente: autor, 2018) 47
Tabla 11 Cantidad de salidas, Ginecología (Fuente: autor, 2018) 47
Tabla 12 Cantidad de salidas, Neonatos (Fuente: autor, 2018) 48
Tabla 13 Cantidad de salidas, Cirugía 1 (Fuente: autor, 2018) 48
Tabla 14 Cantidad de salidas, Cirugía 2 (Fuente: autor, 2018) 49
Tabla 15 Cantidad de salidas, Proyecto 5/30 (Fuente: autor, 2018) 49
Tabla 16 Cantidad de salidas, Cirugía 3 (Fuente: autor, 2018) 50
Tabla 17 Cantidad de salidas, Cirugía 4 (Fuente: autor, 2018) 50
Tabla 18 Cantidad de salidas, UTI Neurocirugía (Fuente: autor, 2018) 50
Tabla 19 Cantidad de salidas, Emergencias Quirúrgicas (Fuente: autor, 2018) 51
Tabla 20 Cantidad de salidas, Proyecto 5/30 (Fuente: autor, 2018) 51
Tabla 21 Cantidad de salidas, Cirugía 5 (Fuente: autor, 2018) 51
Tabla 22 Cantidad de salidas, Cirugía 6 (Fuente: autor, 2018) 52
Tabla 23 Cantidad de salidas, Medicina 1 (Fuente: autor, 2018) 52
Tabla 24 Cantidad de salidas, Medicina 2 (Fuente: autor, 2018) 53
Tabla 25 Cantidad de salidas, Medicina 3 (Fuente: autor, 2018) 53
Tabla 26 Cantidad de salidas, Medicina 4 (Fuente: autor, 2018) 54
Tabla 27 Cantidad de salidas, UTI (Fuente: autor, 2018) 54
Tabla 28 Cantidad de salidas, Cirugía de Tórax (Fuente: autor, 2018) 55
Tabla 29 Cantidad de salidas, Edificio de Radioterapia y Quimioterapia Nivel 1 (Fuente: autor, 2018) 55
Tabla 30 Cantidad de salidas, Edificio de Radioterapia y Quimioterapia Nivel 2 (Fuente: autor, 2018) 56
Tabla 31 Cantidad de salidas, Torre Nueva (Fuente: autor, 2018) 56
Tabla 32 Total de salidas de AGM (Fuente: autor, 2018) 62
Tabla 33 Total de cuartos con suministro de AGM (Fuente: autor, 2018) 64
Tabla 34 Ventiladores pulmonares (Fuente: Taller de Equipo Médico, Hospital México. 2017) 64
Tabla 35 Comparación de demanda pico estimada (Fuente: autor, 2018) 65
Tabla 36 Demanda pico, incluyendo consumo de aceleradores (Fuente: autor, 2018) 65
Tabla 37 Consumo de AGM en mezclador (Fuente: autor, 2018). 84

Tabla 38 Componentes de la instalación de AGM (Fuente: autor, 2018) 89
Tabla 39 Longitud de elementos especiales (Fuente: NFPA 99, 2012) 92
Tabla 40 Cálculo de caudal para derivación de Consulta Externa (Fuente: autor, 2018).....92
Tabla 41 Caídas de presión a derivaciones principales (Fuente: autor, 2018).....93
Tabla 42 Caídas de presión en techo de Consulta Externa (Fuente: autor, 2018) 93
Tabla 43 Caídas de presión en Oftalmología, Consulta Externa (Fuente: autor, 2018) 94
Tabla 44 Soportes (Fuente: NFPA 99, 2012).....94
Tabla 45 Altura de letras (Fuente: NFPA 99, 2012) 95

Simbología

AGM: aire grado médico.

ASME: American Society of Mechanical Engineers, Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

CFM: Cubic feet per minute, pies cúbicos por minuto.

DN: nominal diameter, diámetro nominal en milímetros.

NPS: nominal pipe size, diámetro nominal de tubería en pulgadas.

OD: outside diameter, diámetro exterior de la tubería.

SCFM: Standard cubic feet per minute, pies cúbicos estándar por minuto.

USP: United States Pharmacopeia, Farmacopea de Estados Unidos.

Glosario

AGM, Aire grado médico: El aire medicinal es un gas incoloro, inodoro e insípido que se obtiene mediante la compresión de aire atmosférico o de la mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporciones 21 y 79% respectivamente. Es considerado un medicamento en terapia respiratoria.

Farmacopea: texto recopilatorio de monografías de materias primas y de medicamentos, en los que se incluyen especificaciones de calidad. Representa un código oficial, agrupa los estándares de las materias primas farmacéuticas de mayor uso y formas farmacéuticas.

Manifold: colector de gases, en este caso medicinales, controla el flujo, ya sea de un solo gas o de varios. Permite controlar flujos, presiones, etc., y cuenta con indicadores o medidores, válvulas, alarmas, controles y reguladores.

Nitrógeno NF: gas médico, nitrógeno puro en estado líquido a una temperatura igual o menor a su temperatura de ebullición.

Oxígeno USP: gas médico, oxígeno comprimido con niveles de pureza según estándar de la Farmacopea Estadounidense.

SCFM: caudal volumétrico de pies cúbicos por minuto (CFM) en condiciones controladas de temperatura, presión y humedad relativa definidas por ASME.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo el rediseño de la red de aire grado médico para el Hospital México. Para esto se realizó un estudio previo del sistema en funcionamiento.

Se analizaron las distintas normativas que regulan los sistemas de aire grado médico, en adelante AGM. Además, se estudiaron las posibles fuentes de suministro según parámetros de la normativa que rige en el país, NFPA 99. Basado en esta comparación de fuentes para el suministro de AGM se procedió con la selección de la que se considera representa la mejor opción para operar en el Hospital México.

Finalmente, se realizó el diseño de una nueva red que abastezca AGM a todos los Servicios del Hospital que así lo requieren.

Abstract

The objective of this work was to redesign the medical air system for the Mexico Hospital. In order to achieve this, a study of the current system was carried out.

The different regulations that normalize medical air systems were analyzed. In addition, potential supply sources for medical air were studied according to parameters and regulations that apply in the country, specifically NFPA 99. Based on this comparison of sources for the supply of medical air, the selection was made of what is considered to be the best option to operate at the Hospital Mexico.

Finally, a new piping system was designed to supply medical air to all Hospital Services that require it.

1. Introducción

1.1 Descripción general

Los gases medicinales son gases utilizados para el consumo humano en aplicaciones médicas. Sus propiedades como calidad, producción y almacenamiento deben ser controladas estrictamente tanto por legislación como por estándares industriales para no perjudicar la fisiología humana.

Los gases de esta naturaleza pueden fabricarse como gases puros o como compuestos, pero siempre se filtran a la máxima calidad posible. La aplicación de cada gas individual determina su producción y distribución.

El sistema centralizado de gases médicos es una parte vital e integral de un hospital, este tiene como objetivo garantizar la seguridad, confiabilidad y pureza de los gases.

El AGM es una mezcla sintética o natural de gases, principalmente oxígeno y nitrógeno el cual es suministrado desde cilindros, contenedores a granel o con compresores de aire medicinal.

Este trabajo tuvo como objetivo principal la selección de la fuente de suministro de AGM más apropiada para el Hospital México, así como el rediseño de la red de distribución. El diseño de la red se realizó según normativa vigente en Costa Rica, la NFPA 99.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Rediseñar la red de aire grado médico para el Hospital México, tomando en cuenta todas las necesidades y requerimientos de seguridad para garantizar el funcionamiento de la red.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer las consideraciones necesarias para realizar un diseño para el suministro de aire grado médico, según normas y reglamentos, conforme vida útil del proyecto.

- Calcular el flujo de aire grado médico requerido en las instalaciones del Hospital México.

- Comparar las distintas fuentes de aire grado médico disponible.

- Seleccionar la fuente de aire grado médico más apropiada para el Hospital en estudio.

- Diseñar una nueva red que suministre aire grado médico a todos los Servicios del Hospital que lo demandan.

- Seleccionar equipos que cumplan con las características del diseño realizado.

1.3 Justificación

El sistema de aire grado médico es considerado un sistema de soporte vital para pacientes que requieren de ventilación pulmonar en hospitales, específicamente usuarios de unidades de cuidados intensivos, salas de cirugía, emergencias, salas de shock, neonatología e incluso para máquinas esterilizadoras. Por este motivo es de vital importancia que el sistema se encuentre en operación de forma ininterrumpida.

Este proyecto se desarrolló para el Hospital México, el cual pertenece a la Caja Costarricense del Seguro Social. El Hospital México es categorizado como hospital nacional debido a su gran desarrollo y complejidad. Por esta razón, el presente diseño representa una mejora en la atención de pacientes y prestación de servicios a nivel nacional.

En la actualidad existe una planta generadora de AGM en el Hospital que cuenta con 14 años de encontrarse en operación, la misma fue utilizada para sustituir el sistema existente al momento que consistía en bancos de cilindros que se cambiaban en forma diaria. Esta planta ha llegado al término de su vida útil, y su continua operación pone en riesgo el suministro de aire grado médico debido a las reiteradas fallas en los equipos.

La red de distribución de AGM existente en el Hospital también ha sobrepasado su vida útil. La misma se encuentra sobrecargada debido al crecimiento sin planificación en la población atendida, así como el incremento de la infraestructura y nuevos equipos que aumentan la demanda de suministro de aire grado médico.

Con este proyecto se buscó determinar cuál es la mejor opción en términos de la fuente de suministro de AGM, así como el rediseño de la red para incluir previstas que contemplan la ampliación del sistema. Esto con la finalidad de reducir riesgos y garantizar el suministro de AGM a los Servicios del Hospital que así lo requieran.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Reseña histórica del Hospital México

Cuando se fundó la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), en el año 1941, la población nacional era de tan sólo 800 000 habitantes y los asalariados, unos 10 000.

Sin embargo, conforme aumentaba la población, así también los asegurados, lo que hace que se fortalezca más el sistema nacional, de la misma manera aumentó la demanda de los servicios. Históricamente en los años cincuenta Costa Rica se recuperaba de la Guerra Civil de 1948 y la Junta de Gobierno que se estableció, nombró a don Miguel Ángel Dávila, gerente de la Caja.

Don Miguel lo primero que realizó fue la revisión de la capacidad del hospital Central, hoy Calderón Guardia, y llegó a la conclusión de que su capacidad era insuficiente para responder a la demanda de la población de ese momento.

Es así como surgió la idea de construir un nuevo hospital. Con la universalización del Seguro Social en 1961, se le otorgó un plazo de 10 años a la Caja para prepararse en la cobertura total de la población costarricense, de manera que la idea de un nuevo hospital se había convertido en una obligación.

Las autoridades de la CCSS, conociendo la política de impulso en educación y salud que tenía México hacia los países latinoamericanos, buscaron la colaboración de este país, quien ofreció la ayuda necesaria para la construcción de un nuevo hospital.

Es así como el Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS), en la figura de su director médico Dr. Cartelazo Ayala y el arquitecto Benito Coquet, ofrecieron su ayuda incondicional en asesoría, donación de planos y supervisión de la obra.

Por aquellos días, la institución había recibido como pago de deudas del gobierno una enorme finca que había sido expropiada a una familia alemana de apellido Hübbe en la Segunda Guerra Mundial. El nombre de esta finca era causalmente “La Caja”. En esta finca que, para entonces, se utilizaba en el cultivo del café, se decidió construir el nuevo hospital de la institución.

Para alguna gente era casi una locura construir un hospital moderno en medio de una zona tan alejada de la capital, no obstante, justo por esos días, se decidió la construcción de la nueva

autopista que comunicaría a San José con Alajuela y que pasaría precisamente por el frente de donde se iba a construir el nuevo centro médico.

De esta forma se inició la construcción, con los planos de un hospital de 600 camas ya existente en la ciudad de México, país que además supervisó técnica y administrativamente la obra y cada seis meses enviaba a un administrador de hospitales, quien durante 2 a 3 semanas valoraba la planificación y organización de los servicios.

Ilustración 1 Hospital México (Fuente: Memoria Aniversario del Hospital México, 2004)

México también colaboró con la formación de los especialistas que se integrarían a laborar en el hospital, quienes, en un período de 4 años, obtendrían su especialidad. Durante el primer año, se graduaron 60 médicos y al segundo otros 60 más.

La primera piedra se colocó el 07 de abril de 1963 y el Hospital México fue inaugurado el 19 de marzo de 1969, llevando el nombre del país generoso que colaboró en hacerlo posible y fue el 1º de setiembre de este mismo año que abrió sus puertas a la población costarricense.

Ilustración 2 Fachada del Hospital México (Fuente: Memoria Aniversario del Hospital México, 2004)

Actualmente el Hospital México cuenta con todos los servicios de la medicina moderna, contando incluso con el Centro Nacional de Quimioterapia y Radioterapia, donde se brinda tratamiento contra el cáncer a asegurados de todo el país, incluidos niños.

Su principal función es desarrollar nuevos proyectos de infraestructura y se caracteriza principalmente por ser de los establecimientos de salud más desarrollados y complejos del país; entre sus especialidades se destacan:

- Dermatología
- Neonatología
- Cirugía
- Medicina General
- Unidad de urgencias quirúrgicas
- Neurocirugía
- Ortopedia
- Emergencias
- Nutrición
- Anestesia

- Radioterapia
- Damas Voluntarias
- Unidades de trasplante

En el Hospital México funciona también el Centro Nacional de referencia para la Hemofilia, donde se atienden a los 212 pacientes masculinos que padecen de esta enfermedad en nuestro país y cuyas edades van desde los 0 hasta los 75 años.

Es el único hospital de la Caja donde se realizan los implantes cocleares y BAHA, implantes que hacen posible corregir la sordera de niños que nacen con esta condición y de adultos que pierden su audición por diferentes razones.

Posee dentro de sus hitos históricos, la realización del primer trasplante exitoso de corazón y uno de los récords mundiales de sobrevida en este tipo de trasplante, realizado a doña Blanca Vega, en el año 1991.

Atiende al 57% de la población costarricense al ser uno de los hospitales de clase A, y una media de 3 000 pacientes por día, además de que funciona en el país desde hace más de 40 años. Históricamente ayuda a solventar una serie de necesidades incesantes en el ámbito de la salud. Ha contado con la participación de importantes médicos que han dejado valiosos aportes a la ciencia. Por ejemplo, se pueden destacar: El primer trasplante de corazón, realizado por el Dr. Longino Soto Pacheco; en el mes de marzo de 1991, al señor Juan Bautista Rueda Espinoza.

1.4.2 Situación actual del sistema de aire grado médico en el Hospital México

Actualmente el Hospital México cuenta con una planta de aire grado médico, la cual se registró como activo de la CCSS en noviembre de 2003. El objetivo de la adquisición de esta planta fue el de sustituir el sistema que existía hasta ese momento, el cual estaba conformado por un banco de cilindros para suplir la demanda de AGM. Estos cilindros eran sustituidos en forma manual diariamente, lo cual presentaba desventajas a nivel de costos, confiabilidad de sistema y cobertura limitada.

La planta de AGM actualmente en funcionamiento está constituida por un sistema de compresores modular tipo cuádruplex. El mismo es marca Hill-Rom, modelo MedPlus. Cuenta con un tanque de almacenamiento de aire de capacidad de 120 galones, también marca Hill-Rom. Esta planta permite abarcar zonas de hospitalización, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, neonatología y emergencias.

Ilustración 3 Planta de AGM en operación. (Fuente: autor, 2017)

El sistema consta de cuatro unidades de compresión modelo WTS55A cuya capacidad total de generación de aire es de 207 SCFM. Además, cuenta con un sistema dúplex de secadores de AGM, marca ZEKS y modelo CFX. Estos secadores operan con refrigerante R-22. La totalidad del equipo está ubicado dentro de una caseta construida con el fin de albergar la planta de AGM, y con la excepción de los secadores, este sistema fue instalado a finales del año 2003.

En el año 2014 fue necesario adquirir nuevos secadores, después de que se presentaron fallas en su operación. Se encontraron muestras de humedad en la red de AGM lo cual afectó componentes electrónicos y equipos médicos de soporte vital, como ventiladores pulmonares.

Ilustración 4 Sistema de AGM en operación. (Fuente: autor, 2017)

Las cuatro unidades de compresión se encuentran en funcionamiento, con conexiones eléctricas en buen estado. El panel de control provee funciones de alternado de las unidades de compresión.

Sin embargo, a pesar de que el sistema se encuentra funcionando su estado actual se considera crítico. Esto debido a que el equipo ha llegado al final de su vida útil, con 14 años de operación continua, y a que el consumo de aire médico en el Hospital ha aumentado lo cual obliga a que las unidades de compresión tengan que realizar arranques sucesivos para así poder suplir dicho consumo. Por otra parte, el tamaño del tanque de almacenamiento se puede considerar como pequeño para la aplicación actual, por lo que no se logra acumular una cantidad de aire suficiente que permita dar un tiempo de reposo a los compresores entre arranques.

Los arranques, inicios de ciclo, sucesivos se deben a la limitada capacidad de producción de AGM en comparación con el consumo requerido por el Hospital, que en algunas ocasiones llega inclusive a superar la capacidad de producción del sistema. Como consecuencia de esta situación las unidades de compresión trabajan de forma continua, alternando una a la vez, por lo que se ven proclives a daños en cualquier momento causados por el desgaste de los componentes internos como anillos y recubrimientos de teflón.

Cabe destacar que dentro de la caseta se acumula mucho calor, ya que, aunque el recinto protege los equipos el mismo no cuenta con un sistema de ventilación apropiado que permita mantener el espacio fresco bajo el alto régimen de trabajo.

Como se mencionó anteriormente el equipo fue instalado en el año 2003, con excepción de los secadores que fueron instalados en el año 2014, por lo que el equipo tiene ya casi 14 años de estar en operación. Este tipo de equipos tiene por lo general una vida útil garantizada por el fabricante de 7 años, la cual ha sido sobrepasada, aunado a esto el fabricante Hill-Rom dejó de producir estos equipos y por ende también sus repuestos. Esta situación aumenta el riesgo de que en caso de falla del sistema sea imposible restablecer el sistema de AGM en forma expedita, lo cual pone en riesgo el funcionamiento adecuado de los tratamientos a los pacientes.

Actualmente la planta de AGM recibe mantenimiento preventivo, por parte del personal del Servicio de Ingeniería, Arquitectura y Mantenimiento del Hospital, que permite el continuo funcionamiento de los equipos. A pesar de que se cuenta con un banco de cilindros para casos de emergencias, en la posible situación de que se presenten fallas es probable que el equipo quede fuera de servicio en forma parcial o completa, poniendo en riesgo la vida de los pacientes.

Ilustración 5 Banco de cilindros (Fuente: autor, 2017)

1.5 Metodología

La metodología del presente proyecto se basó en las siguientes etapas:

- Investigación bibliográfica: análisis documental de método clásico, se hizo la recolección de la información teórica, por medio de la obtención de información de las fuentes bibliográficas disponibles, como lo son libros, normas y manuales, con el objetivo de obtener de ellos los conceptos aplicables al tema en discusión.

- Investigación de campo: visita a diferentes Servicios del Hospital que requieren suministro de aire grado médico.

- Análisis comparativo de las posibles fuentes de aire grado médico y selección de la más adecuada para el proyecto.

- Elaboración de diseño para la red, basado en etapas de estudio previas.

1.6 Alcances y Limitaciones

El proyecto contempla la estimación de la demanda de AGM en los diferentes servicios del Hospital, la comparación y selección de la fuente de AGM (compresores de aire grado médico o sistema de mezclador de aire grado médico), y finalmente el rediseño de la red de distribución del mismo.

Queda fuera del alcance de este proyecto la estimación de los costos, así como la implementación del nuevo sistema de AGM.

2. Gases médicos

2.1 Definiciones básicas de gases

El término gas se utiliza para definir el estado de la materia en el cual las fuerzas de atracción son prácticamente nulas y las partículas poseen una movilidad total de vibración, rotación y traslación, siendo la distancia entre ellas variable en todo momento. En este estado la materia no tiene forma ni volumen propios, sino que se adapta a la forma y volumen del recipiente en cual están contenidos.

Según sus propiedades físicas los gases pueden clasificarse como: gases comprimidos, gases licuados, gases criogénicos y gases disueltos a presión[1].

- Gases comprimidos

Son aquellos que tienen puntos de ebullición muy bajos, menor que -100°C, por lo que permanecen en estado gaseoso sin licuarse, aún a altas presiones, a menos que se sometan a temperaturas muy bajas. A este grupo pertenecen: el oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2), argón (Ar), helio (He), hidrógeno (H_2) entre otros.

- Gases licuados

Son aquellos que tienen puntos de ebullición relativamente cerca de la temperatura ambiente, y que al someterlos a presión en un recipiente cerrado se licúan. A temperaturas normales y bajo presión, se presentan en fase líquida y parcialmente en fase gas.

- Gases criogénicos

La alternativa de la alta presión para reducir el volumen que ocupa un gas es la licuación. Aquellos gases que no se licuan aplicando altas presiones, pueden ser licuados utilizando temperaturas criogénicas. Los casos más comunes en que se utiliza esta alternativa son: el oxígeno líquido (LOX), el nitrógeno líquido (LIN), y el argón líquido (LAR).

[1] INDURA, 2006.

- Gases disueltos a presión

El ejemplo básico de este gas es el Acetileno, es un gas que no se puede presurizar si no está en condiciones muy especiales. Necesita de un envase relleno de una masa porosa, en la cual se le añade Acetona, y en el momento de realizar la carga de acetileno, éste se disuelve con la Acetona y se distribuye en los poros de la masa porosa interior.

Lo característico de estos gases es que no se conservan en estado libre, sino que se disuelven en otro medio, en general a causa de su reactividad.

2.2 Gases medicinales

Se define como gases medicinales a todo producto constituido por uno o más componentes gaseosos destinado a entrar en contacto directo con el organismo humano, de concentración y contenido de impurezas conocido y acotado de acuerdo a especificaciones. Los gases medicinales, actuando principalmente por medios farmacológicos, inmunológicos, o metabólicos, presentan propiedades de prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o dolencias.

Se consideran gases medicinales los utilizados en terapia de inhalación, anestesia, diagnóstico "in vivo" o para conservar o transportar órganos, tejidos y células destinados a la práctica médica.[2]

Los primeros sistemas centralizados de gases medicinales instalados siguiendo criterios industriales fueron instalados en la década de 1920.

2.3 Tipos de gases médicos, propiedades y características

Algunos de los gases más utilizados en aplicaciones médicas son[3]:

- Oxígeno

Se produce por la destilación fraccionada del aire, favorece la vida y es vital para la combustión. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a -183°C (361°F), tiene un color ligeramente azul (fase líquida). Sus principales aplicaciones en la medicina son: en terapia respiratoria, inhaloterapia, cirugías, unidades de cuidados intensivos, reanimación, como elemento de mezclas anestésicas, cámaras hiperbáricas y otros tratamientos.
No existe evidencia de toxicidad por inhalación de oxígeno en altas dosis en periodos menores a 2 horas. El suministro de oxígeno en altas dosis por periodos mayores a 5 horas puede producir problemas neuromusculares y dificultades de coordinación mental.

[2] Resolución 1130/2000. Gases Medicinales. Ministerio de Salud, Argentina. 2000.
[3] INFRAMÉDICA, 2006.

- Óxido Nitroso

Mezclado con oxígeno, su principal uso es como agente anestésico, como analgésico o anestésico inhalable para odontología, así como en criocirugías aprovechando su baja temperatura. Bajo condiciones normales de presión y temperatura es un gas incoloro, prácticamente inodoro e insípido. No es tóxico ni flamable.

Este gas ofrece condiciones de rápido ingreso y egreso en el organismo por lo que el paciente se reintegra rápidamente a sus actividades cotidianas. Una gran ventaja es que no desencadena alteraciones fisiológicas en frecuencias respiratoria, cardíaca, presión sanguínea, etc.

- Nitrógeno

Su principal aplicación en los hospitales es como fuente de potencia para mover neumáticamente equipos como taladros, sierras y otros instrumentos quirúrgicos. Mezclado con oxígeno se obtiene el aire sintético envasado a alta presión. En estado líquido, se aprovecha su baja temperatura, -196°C (-384.8°F), para criocirugías, congelación y conservación de tejidos, embriones, sangre, esperma, etc. En estado gaseoso se utiliza en equipos neumáticos para quirófanos.

- Dióxido de Carbono

Gas incoloro, inodoro, no tóxico. Este gas tiene marcados efectos vitales sobre el metabolismo humano como son: estimulación respiratoria, regulación de acidez en fluidos humanos, regulación de flujo sanguíneo. También es utilizado para crear atmósferas artificiales que permitan la implantación de órganos y criocirugías. Cada vez es más frecuente su uso en laparoscopias.

- Aire

Gas incoloro, inoloro, insípido. No tóxico y no inflamable. Compuesto mayoritariamente por Nitrógeno y Oxígeno, debe ser libre de partículas, impurezas, agua y aceites. Entre sus usos destacan: oxigenoterapia, incubadoras, asistencia respiratoria y diagnóstico.

- Vacío

Se trata de la depresión del aire atmosférico. Se obtiene mediante bombas de vacío y es considerado como gas medicinal. Entre algunos de los usos del vacío medicinal destacan las limpiezas como por ejemplo de: vías respiratorias, heridas en cirugía, limpiezas del área de trabajo dentro del quirófano, drenaje de sangre y otras secreciones, y algunos otros.

- Helio

El Helio en condiciones normales es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es 7 veces más ligero que el aire, químicamente es un gas inerte y no es flamable. Se mantiene en estado líquido a temperaturas extremadamente bajas, -268.9°C(-516°F), lo que permite usarlo como medio de enfriamiento en los equipos de resonancia magnética. Como gas, es usado como componente en mezclas respiratorias para producir la densidad de la mezcla. Estas mezclas se aplican a pacientes con obstrucción respiratoria crónica a nivel laríngeo o bronquial. Además, en estado gaseoso es utilizado en la Cromatografía de gases.

Gas	**Área de uso**	**Aplicación**
Oxígeno	Varios	Terapia respiratoria
Óxido Nitroso	Quirófano, R-X	Anestesia, Cirugía criogénica
Nitrógeno	Quirófano	Instrumentos quirúrgicos
Dióxido de Carbono	Quirófano	Control ciclo respiratorio, operaciones de larga duración
Aire	Varios	Terapia respiratoria
Vacío	Varios	Succión

Tabla 1 Resumen de gases médicos más comunes (Fuente: Alvarado, P. 2006)

2.4 Aire grado médico

Mezcla sintética o natural de gases, principalmente oxígeno y nitrógeno la cual es suministrada desde cilindros, contenedores a granel o con compresores de aire medicinal.

El aire comprimido se utiliza para terapia respiratoria y como fluido neumático para activar equipos médicos, entre otros. Al ser administrado directamente al paciente el AGM es considerado como un medicamento.

El aire debe estar libre de partículas y bacterias. Se definen los siguientes parámetros de calidad para el aire comprimido grado médico:

Componente	**Especificación CGA (Compressed Gas Association)**	**Especificaciones FEUM**	**Especificación USP (United States Pharmacopea)**
Oxígeno	19,5% - 23,5%	19,5% - 23,5%	19,5% - 23,5%
Humedad	63 ppm máx	67 ppm máx	6 ppm máx
Hidrocarburos	Máx 5 ppm	NA	0
Monóxido de Carbono	10 ppm máx	10 ppm máx	10 ppm máx
Dióxido de Carbono	10 ppm máx	300 ppm máx	500 ppm máx
Dióxido de Azufre	NA	5 ppm máx	0,5 ppm máx
NOx	NA	2,5 ppm máx	NA
Olor	Ninguno	NA	Ninguno
Aceite	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Tabla 2 Especificaciones para AGM (Fuente: PRAXAIR, 2015)

El AGM puede ser obtenido mediante la compresión de aire atmosférico en compresores de aire medicinal, libre de aceites e impurezas o se puede producir también en forma artificial por mezcla de oxígeno y nitrógeno de alta pureza.

2.5 Normativa aplicable a sistemas de gases medicinales

2.5.1 Normativa internacional

2.4.1.1 NFPA 99

La NFPA, National Fire Protection Agency, es una organización global sin fines de lucro, establecida en 1896 y dedicada a eliminar la muerte, las lesiones, pérdidas de propiedades y económicas debidas a incendios, peligros eléctricos y relacionados. La NFPA cuenta con más de 300 códigos y estándares de consenso, investigación, capacitación, educación y divulgación.

Para el año 1933 la NFPA propone el documento "Requerimiento de Buenas Prácticas recomendados para la distribución de gases anestésicos y oxígeno en hospitales y similares, y para la construcción y operación de cámaras de oxígeno". Este documento fue aplicado en Estados Unidos en 1934. Esta primera norma se convierte en la NFPA 565 en 1951 donde se prohibía la conducción de gases anestésicos inflamables por tuberías, posteriormente se designa en 1970 como parte de un grupo de normas de interés a hospitales. Finalmente, en 1987 la norma se incorpora a la NFPA 99.

La norma NFPA 99 Health Care Facilities Code, establece criterios para los niveles de servicios de salud o sistemas basados en el peligro para los pacientes, el personal o los visitantes en los establecimientos de salud para minimizar los riesgos de incendio, explosión y electricidad.

Esta normativa instaura categorías para las edificaciones sobre las cuales se basan los requisitos que los diseños deben cumplir. Se definen cuatro categorías:

- Categoría I: Sistemas de edificaciones en las que la falla de dichos equipos o sistemas es probable que cause lesiones graves o la muerte de los pacientes o personal.
- Categoría II: Sistemas de edificaciones en las que la falla de dichos equipos o sistemas es probable que cause lesiones menores en los pacientes o personal.
- Categoría III: Sistemas de edificaciones en las que la falla de dichos equipos o sistemas no es probable que cause lesiones a los pacientes o al personal, pero puede causar molestias al paciente.
- Categoría IV: Sistemas de edificaciones en las que la falla de dichos equipos o sistemas no tendría ningún impacto en la atención al paciente.

El Hospital México está ubicado dentro de la Categoría I, dado que de fallar el suministro de AGM en áreas como cuidados intensivos o salas de operaciones se podrían presentar muertes o lesiones graves en los pacientes que se encuentran siendo atendidos.

Según esta normativa los gases médicos se identifican por medio del código de colores establecido por la NFPA, el cual se ilustra a continuación.

Ilustración 6 Código de colores según NFPA 99 (Fuente: autor, 2018)

2.4.1.2 ASSE 6000

La ASSE American Society of Safety Engineers, Sociedad Americana de Ingenieros de Seguridad en español, es una sociedad que establece estándares de excelencia y ética de la seguridad ocupacional, salud y medio ambiente. La serie 6000 proporciona un estándar reconocido para asegurar que las personas que trabajan en sistemas críticos de gases médicos poseen el conocimiento y experiencia requeridos. Esta serie proporciona requisitos mínimos para el personal de sistemas de gas y vacío, tanto para instaladores como inspectores.

Esta serie incluye

- 6005 - Especialista en Sistema de Gases Medicinales

- 6010 - Instalador de Sistema de Gases Medicinales
- 6015 - Especialista en Sistema de Gases Medicinales a granel
- 6020 - Inspector de Sistema de Gases Medicinales
- 6030 - Verificador de Sistema de Gases Medicinales
- 6035 - Verificador de Sistema de Gases Medicinales a granel
- 6040 - Personal de Mantenimiento de Sistema de Gases Medicinales
- 6050 - Instructor de Sistema de Gases Medicinales
- 6055 - Instructor de Sistema de Gases Medicinales a Granel

2.4.1.3 HTM-02-01

Health Technical Memmoranda (HTMs) del Departamento de Salud de Reino Unido, o Memorandos Técnicos de Salud, brindan asesoramiento y orientación integral sobre el diseño, la instalación y el funcionamiento de la tecnología especializada de construcción e ingeniería aplicada en los centros de salud.

El objetivo del Memorándum Técnico de Salud es el de guiar, tanto a diseñadores como operadores, en los elementos específicos de los estándares, las políticas y las prácticas recomendadas establecidas para la atención de la salud. Son aplicables a sitios nuevos y existentes, y son para uso en diversas etapas durante todo el ciclo de vida del edificio. La serie de Memorandos Técnicos de Salud provee estándares y políticas de ingeniería para permitir la mejor gestión de labores posible.

El HTM 02-01 está dedicado a Sistemas de Tuberías de Gases Médicos, y se divide en dos partes. La parte A abarca el diseño, instalación, validación y verificación de los sistemas, mientras que la parte B comprende la gestión operativa.

2.4.1.4 Farmacopea

La Farmacopea de Estados Unidos, en inglés United States Pharmacopeia USP, es la farmacopea oficial de los Estados Unidos. La Convención de la Farmacopea de Estados Unidos establece estándares de calidad, pureza, identidad y potencia de medicamentos, ingredientes alimenticios y suplementos dietarios fabricados, distribuidos y consumidos en todo el mundo.

La USP se publica en forma anual, y está disponible tanto en inglés como en español.

2.4.1.5 ISO 7396-1

Emitida por la Organización Internacional de Normalización, especifica los requisitos para el diseño, la instalación, la función, el rendimiento, las pruebas, la puesta en marcha y la documentación de los sistemas de tuberías utilizados en los centros de salud para oxígeno, óxido nitroso, aire médico, dióxido de carbono, mezclas de oxígeno con óxido nitroso, mezclas helio / oxígeno, gases y mezclas de gases clasificados como dispositivos médicos, gases entregados a dispositivos médicos o destinados a usos médicos o gases y mezclas de gases para uso medicinal no especificados anteriormente; aire para la conducción de herramientas quirúrgicas, nitrógeno para la conducción de herramientas quirúrgicas y vacío.

2.4.1.6 CSA Z7396.1-0

Esta norma es la norma canadiense, y se aplica a los sistemas médicos de tuberías de gas para la conducción de gases médicos no inflamables utilizados para el cuidado de los pacientes en los centros de salud. En esta Norma se incluyen los requisitos relativos a los sistemas pequeños, como los que sirven a las suites dentales, así como los sistemas que suministran gases médicos no inflamables a los laboratorios.

Los sistemas de gases médicos cubiertos en esta norma son:

- Oxígeno
- Óxido nitroso
- Aire médico
- Nitrógeno
- Dióxido de carbono
- Helio
- Mezclas de los gases mencionados anteriormente
- Vacío médico

2.4.1.7 CGA M-1

Compressed Gas Association, o Asociación de Gas Comprimido, promueve la fabricación, transporte, almacenamiento y eliminación de gases industriales y medicinales.

Cuenta con la norma M1- Standard for Medical Gas Supply Systems at Health Care Facilities. Esta norma provee los requerimientos mínimos para instalación, mantenimiento y remoción de sistemas de gases médicos comprimidos en centros de salud.

2.5.2 Normativa nacional

A nivel de Costa Rica, los sistemas de gases médicos están regidos por varios reglamentos que describen a continuación.

2.4.2.1 Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios

El Manual es emitido por el Benemérito Cuerpo de Bomberos, siendo la versión más reciente la del año 2013. Se establece en los puntos 4.6.4.g que las áreas para almacenamiento y administración de gases medicinales deben estar protegidas de acuerdo con las indicaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, en forma optativa se podrá utilizar como referencia la NFPA 99 edición 2012 o el equivalente en las versiones más recientes, Norma para instalaciones del cuidado de la salud.

2.4.2.2 Ley General de Salud, Ley N° 5395

Esta Ley establece que la salud de la población es un bien de interés público tutelado por el Estado.

Además, en el Artículo 9 establece que,

> *Todas las personas tienen derecho a la promoción de la salud física y salud mental, la prevención, la recuperación, la rehabilitación y el acceso a los servicios en los diferentes niveles de atención y escenarios, así como a la disponibilidad de tratamientos y medicamentos de probada calidad. La atención se realizará, principalmente, en el ámbito comunitario; para ello, se utilizarán los recursos asistenciales a nivel ambulatorio, los sistemas de hospitalización parcial y la atención a domicilio, y se considerarán de modo especial aquellos problemas de las personas menores de edad, las personas con discapacidad, los adultos mayores y las personas con depresión, suicidio, esquizofrenia, adicciones a las drogas y el alcohol, el matonismo escolar, el acoso laboral y el apoyo necesario al grupo familiar. El internamiento se utilizará solo en casos totalmente necesarios.*

2.4.2.3 Reglamento "RTCR 470:2014 Productos Farmacéuticos, Medicamentos de Uso Humano. Disposiciones Administrativas para Bioequivalencia, Propiedad Intelectual, Medicamentos Homeopáticos y Registro Sanitario e Importación", Decreto 39294

Tiene como objetivo establecer los requisitos y trámites necesarios para la inscripción, control, importación y publicidad de medicamentos. Rige para todas las personas que fabrican, importan y comercializan medicamentos en el territorio nacional.

2.4.2.4 Requisitos para la Producción de Almacenamiento y Distribución de Gases de Hospitales, Decreto Ejecutivo 27567-S

En este Decreto se establecen medidas para el control de la calidad del suministro de las compañías gaseras, así como para el responsable de los mismos en los centros hospitalarios. Además, exige a las unidades locales realizar pruebas analíticas a los gases para corroborar el contenido, mismo que debe ser documentado.

2.6 Fuentes de Aire Grado Médico

Como se mencionó anteriormente, existen distintas formas de suplir el AGM a los diferentes Servicios del Hospital. Estos métodos se detallan a continuación.

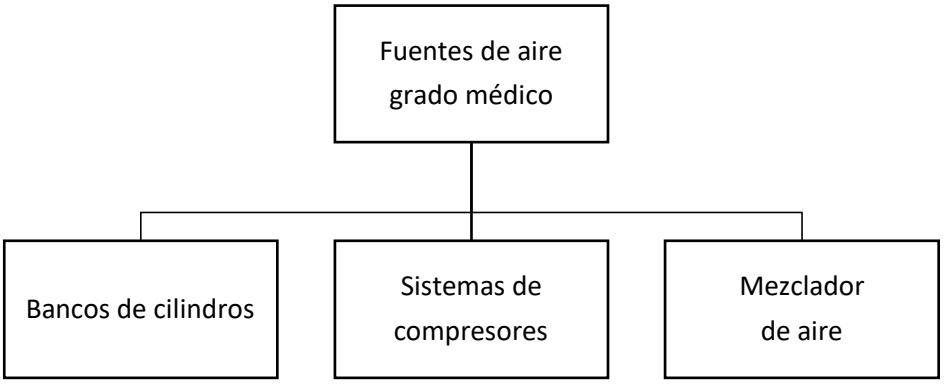


Ilustración 7 Opciones de suministro de AGM (Fuente: autor, 2018)

Ilustración 8 Esquema general de gases médicos en un hospital (Fuente: Meditech Labs, 2014)

2.6.1 Banco de cilindros

Este sistema se instala como fuente de suministro secundario o de reserva de AGM. Utiliza un manifold, o colector de gases, en este caso medicinales. Permite conectar las salidas de uno o más cilindros al sistema de distribución central.

Ilustración 9 Banco de cilindros en operación en el Hospital México (Fuente: autor)

Es un sistema de almacenamiento de producto, en cilindros de alta presión, que permite la distribución del aire comprimido, asegurando el abasto del aire medicinal de forma continua y sin interrupciones.

Se encuentra conformado por dos bancos de cilindros que suministran alternadamente aire medicinal, uno de forma prioritaria y el otro de reserva, en caso de que el primero se agote.[4] El manifold instalado en el Hospital México cuenta con veinticuatro cilindros en total.

[4] Revelo, Paola (2015).

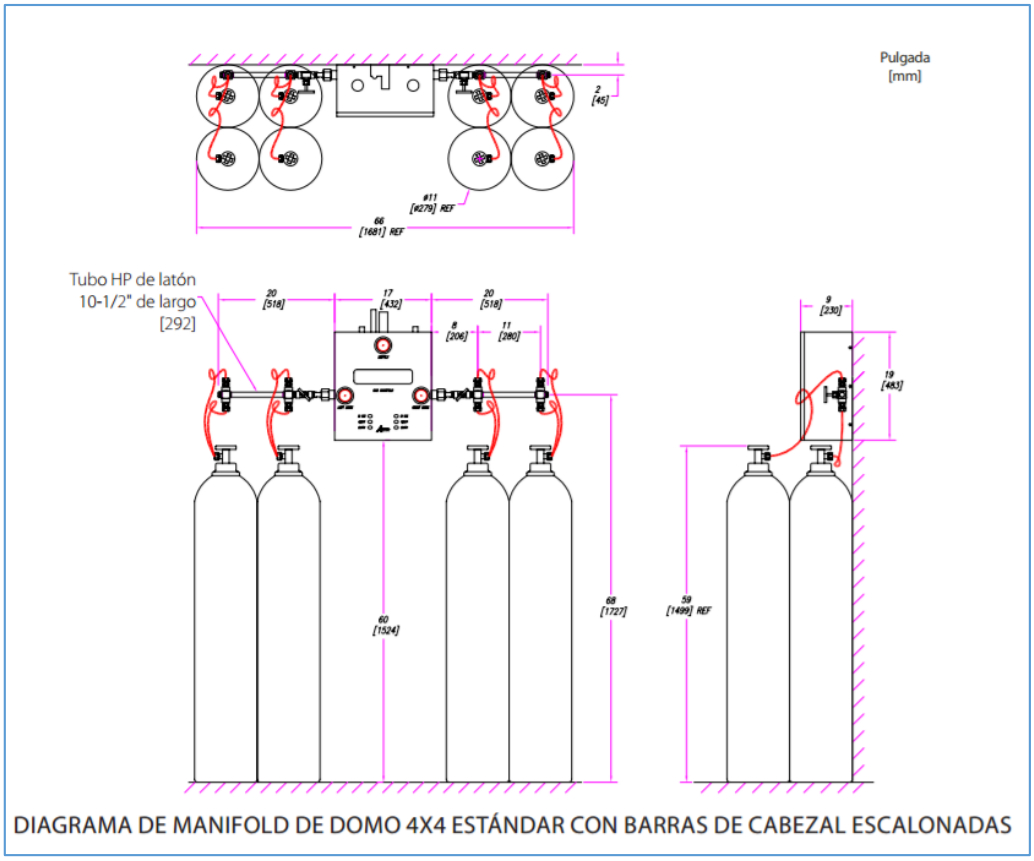


Ilustración 10 Ejemplo de instalación de manifold para AGM (Fuente: AMICO, 2015)

Artículo	Descripción
1	Válvula de retención de conexión en espiral
2	Válvula cilíndrica
3	Válvula de entrada de alta presión
4	Transductor de presión
5	Regulador de presión operativo
6	Válvula de retención
7	Regulador de presión de línea

Artículo	Descripción
8	Válvula de 2 vías
9	Válvula de alivio de presión de la línea
10	Válvula de alivio de presión operativa
11	Válvula de purga
12	Indicador de presión operativa
13	Regulador piloto para nitrógeno

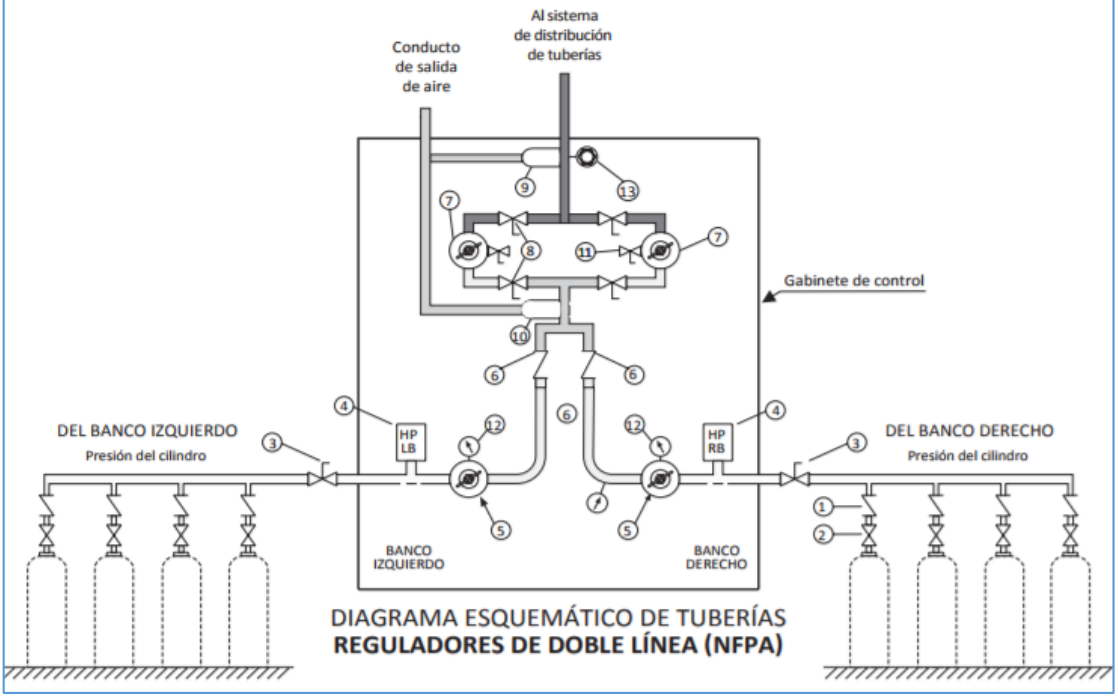


Ilustración 11 Diagrama esquemático de central de cilindros para AGM (Fuente: AMICO, 2015)

2.6.2 Sistema de compresores

2.6.2.1 Componentes requeridos

- Compresores de aire grado médico

Compresor grado médico: diseñado para excluir aceite del flujo de aire y de la cámara de compresión. Bajo ninguna circunstancia debe agregar tóxicos o contaminantes al aire comprimido, tanto en condiciones de operación normales como en falla de cualquier componente.

Según normativa NFPA 99, los componentes de aire grado medicinal deberán prevenir el ingreso de contaminantes o líquidos en la tubería utilizando uno de los siguientes métodos:

- No deben utilizar aceite en ninguna parte del compresor.
- Compresores reciprocantes previstos con una separación de la sección que contiene aceite de la cámara de compresión por al menos dos sellos creando un espacio abierto a la atmósfera.
- Compresor de elemento rotatorio provisto con una cámara de compresión libre de aceite.

En el caso de compresores de anillo líquido, el agua de servicio y el agua de sello se tratarán para controlar el desarrollo de los agentes patógenos en el agua y controlar el cloro para evitar la hipercloración en el aire médico.

Además, dada la dinámica y según la ubicación de los equipos, se deben instalar soportes anti-vibratorios. Los compresores de aire deben estar conectados a su alimentación y a la tubería de salida por medio de conectores flexibles.

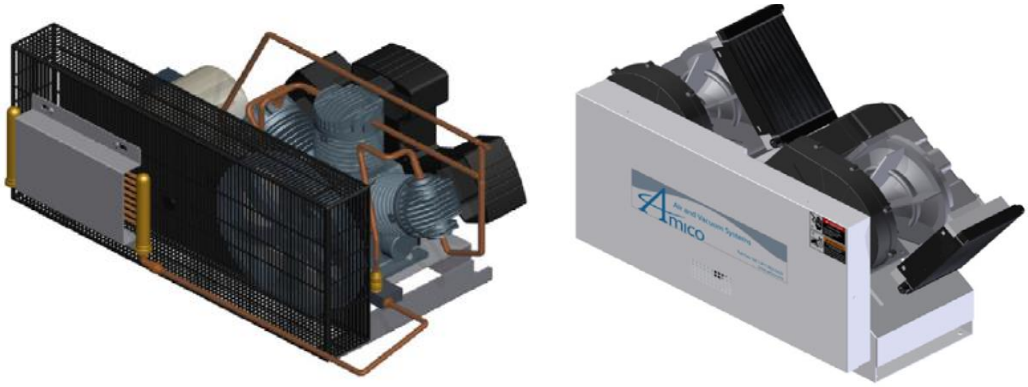


Ilustración 12 Compresores de tipo reciprocante (izquierda) y scroll (derecha). (Fuente: AMICO, 2016)

En 2005 el Comité de Estándares de la NFPA permitió específicamente que los compresores rotativos de dientes y tornillos fueran considerados como libres de aceite. Sin embargo, los compresores tipo “scroll” siguen siendo los más preferidos debido que son menos robustos y dan una mejor eficiencia.

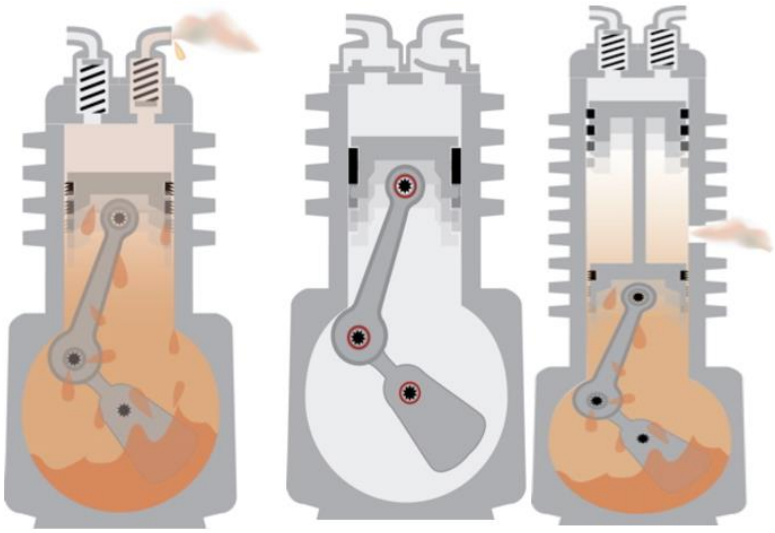


Ilustración 13 Tipos de compresores (a)compresores lubricados con aceite (b) compresores sin aceite y (c) compresores libres de aceite. (Fuente: Mark Allen, Beacon Meades, 2017)

(a) Los compresores de aire lubricados con aceite descargan el aceite en la corriente de aire en forma de líquido y vapor.

(b) Los compresores de aire "sin aceite" controlan el aceite y evitan que llegue al extremo del aire. Un elemento importante es la ventilación del espacio entre los sellos del cárter y del extremo del aire.

(c) Los compresores de aire "libres de aceite" no tienen aceite libre y, por lo tanto, eliminan efectivamente cualquier posibilidad de que el aceite llegue al extremo del aire.

- Posenfriadores

Deben ser provistos de trampas individuales de condensado, según normativa, de materiales considerados adecuados por el fabricante. Deben contar con soportes antivibratorios.

- Tanques receptores de aire grado médico

Estos tanques deben estar construidos resistentes corrosión y cumplir con el código ASME de Calderas y Recipientes de Presión, sección VIII “Recipientes de Presión no sometidos a calor”. Es necesario que cuenten con válvula de alivio de presión, drenaje automático, drenaje manual, visor translúcido e indicador de presión. Además, deben tener capacidad suficiente para impedir que los compresores experimenten ciclos cortos.

Ilustración 14 Tanque receptor (Fuente: AMICO, 2016)

- Secadores de aire grado médico

Existen de varios tipos,

- Desecante: rellenos de material absorbente, como sílica, que atrapan en su superficie el vapor de agua contenido en el aire. El desecante debe ser cambiado cada 3 a 5 años.
- Químico: contienen un producto químico dentro de un tanque, a través del cual pasa el aire comprimido cargado de humedad. Forma una solución que debe ser drenada, y se agrega nuevo químico.
- Refrigerante: funcionamiento similar a refrigerador doméstico, opera con energía eléctrica.

Se recomienda según normativa NFPA 99 el uso de secadores tipo desecante, y deben estar diseñados para proporcionar aire a un punto de rocío máximo por debajo del punto de congelación (0°C) a 345 kPa a 380 kPa sin importar el nivel de demanda de AGM. Los mismos serán dimensionados para el 100% de la demanda máxima calculada del sistema en las condiciones de diseño. Por último, deben contar con soportes antivibratorios debido a la dinámica del equipo.

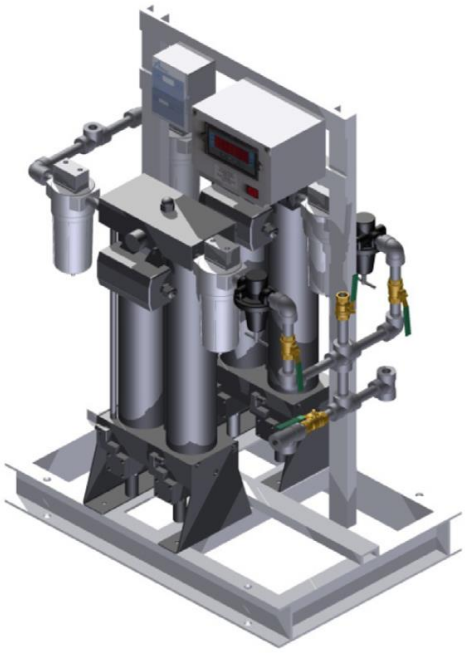


Ilustración 15 Secadores de AGM y filtros (Fuente: AMICO, 2016)

- Filtros de aire grado médico

Estos filtros deben estar ubicados aguas arriba (del lado de la fuente) de los reguladores de línea finales. En forma análoga a los secadores, la norma NFPA 99 establece que los filtros deben estar dimensionados para el 100% de la demanda máxima calculada del sistema en las condiciones de diseño y con una capacidad mínima del 98% de eficiencia para partículas de 1 micra o más grandes. Se requiere que los filtros estén equipados con un indicador visual para mostrar el estado de la vida del elemento filtrante.

- Alarma local

Estas alarmas son requeridas según NFPA 99, para monitorear las funciones de los sistemas de compresores de aire. Consta de una alarma maestra con al menos una señal de los equipos de fuente para indicar problemas con el equipo.

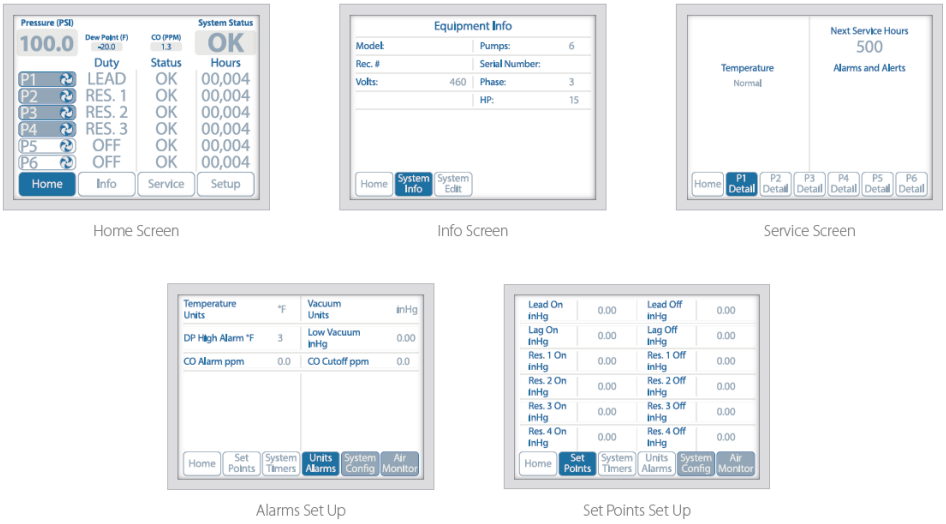


Ilustración 16 Ejemplo de interfaz de alarma local. (Fuente: AMICO, 2016)

- Energía eléctrica y control

Cada motor de compresor debe tener un interruptor de desconexión dedicado, instalado en el circuito eléctrico delante de cada arrancador de motor (NFPA 99). Además, el sistema deberá contar con protección contra la sobrecarga y función de reinicio automático. La instalación eléctrica y el cableado debe ajustarse a la norma NFPA 70.

2.5.2.2 Principio de funcionamiento

El proceso de producción de AGM por medio de compresores consta de varias etapas. Se inicia por la toma de aire atmosférico a través de un conducto, instalado según normativa NFPA 99 al menos a 6 metros sobre el nivel del suelo. Este aire es enviado a un filtro de admisión, que elimina cualquier contaminación.

Posteriormente el aire pasa a las unidades de compresión, donde como su nombre lo indica el aire es comprimido. Una vez que el aire está comprimido pasa al tanque receptor, que almacena el aire para suplir la demanda del sistema. Dentro de este tanque se da asentamiento de partículas y humedad, como se mencionó anteriormente. Este proceso ayuda a reducir la cantidad de arranques de las unidades de compresión.

Una vez llevado a cabo ese proceso el aire pasa a los secadores, donde se remueve la humedad. Este aire es filtrado (incluye filtros de tipo coalescente, carbón activado, partículas, bacteriológico) y

como resultado se obtiene AGM según características determinadas por la USP. La calidad del AGM es verificada por el sistema de monitoreo, que controla los niveles de concentración de monóxido de carbono y punto de rocío. Cada uno de estos parámetros cuenta con su alarma respectiva en el caso de que no alcance los valores necesarios.

Finalmente, el AGM pasa a los reguladores de presión y se suministra a los distintos Servicios del Hospital que así lo requieren.

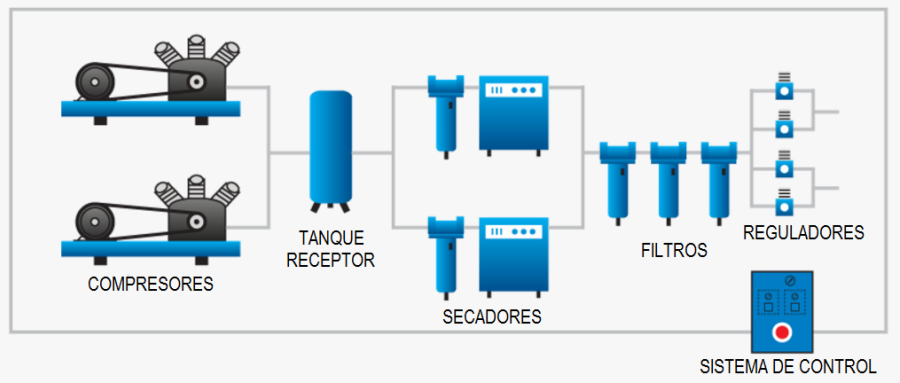


Ilustración 17 Esquema de sistema de compresores de AGM (Fuente: Dint-Tech Control, s.f.)

2.6.3 Mezclador de aire medicinal

Central de suministro que produce aire medicinal USP reconstituido a partir de oxígeno medicinal y de nitrógeno NF por medio de un mezclador que los combina según proporciones establecidas por la USP.

Ilustración 18 Tanques criogénicos (Fuente: Cryo Resources, 2009)

Ilustración 19 Esquema sistema mezclador de AGM (Fuente: Carburos Médica, 2010)

2.6.3.1 Componentes requeridos

Según normativa NFPA 99, el sistema mezclador de aire medicinal debe consistir en:

- Suministro de oxígeno USP y de nitrógeno NF

Las líneas de alimentación deben ser filtradas para evitar el ingreso de contaminantes al sistema mezclador.

- Dispositivo de mezcla con analizadores y controles

Según normativa NFPA 99 el equipo deberá tener al menos dos analizadores de oxígeno capaces de monitorear su concentración. A su vez este mecanismo debe ser capaz de interrumpir automáticamente la alimentación de la red de tubería de distribución y activar el sistema de suministro de reserva, en el caso de que la concentración no sea de conformidad.

Además, debe contar con los medios para verificar el funcionamiento de los analizadores con referencia a un nivel de aire estándar, con trazabilidad conocida del contenido de oxígeno.

- Equipo de registro para monitoreo y grabación del funcionamiento del sistema mezclador
- Mecanismos de aislamiento de la fuente primaria (sistema mezclador), de la reserva y de la red de distribución, por medio de válvulas

- Fuente de reserva

Esta fuente es requerida según normativa NFPA 99 y deberá activarse automáticamente al aislar el suministro principal. Esta fuente debe ser capaz de abastecer al menos un día promedio del consumo estimado. Puede consistir en una unidad adicional de sistema mezclador, un sistema de compresores o una central de aire medicinal de cilindros.

- Tanque receptor del sistema mezclador

Este tanque debe estar equipado con válvula de alivio de presión y un manómetro para medir la presión. El tanque debe estar construido con materiales resistentes a la corrosión. Tanto el tanque como las válvulas de seguridad y los indicadores de presión deben cumplir con el código ASME de Calderas y Recipientes de Presión.

- Sistema de alarmas

El sistema de alarmas debe incluir una señal local y alarma maestra que indique la no conformidad de la concentración de oxígeno.

- Reguladores de presión final de línea
- Válvulas de alivio de presión
- Señales locales, de indicador visual.

Etiquetadas para el servicio y la condición monitoreada.

2.6.3.2 Principio de funcionamiento

Este es un sistema de producción in situ de AGM, a partir de fuentes criogénicas de oxígeno y nitrógeno. El principio de funcionamiento está basado en un sistema neumático de expansión e inyección, y un dispositivo de regulación.

El Oxígeno y el Nitrógeno se suministran por medio de tanques criogénicos, las presiones de entrada respectivas se estabilizan a una presión equilibrada, para que en caso de una disminución en la presión el porcentaje de la mezcla se mantenga constante y lo que se reduzca sea la cantidad de gas mezclado.

Una vez que el gas está mezclado éste pasa por una electroválvula hacia el depósito acumulador de aire. En el caso de que la presión se encuentre por debajo de la mínima establecida se abre entonces

la electroválvula en la salida del mezclador y el depósito se llena con gas hasta alcanzar la presión máxima establecida.

2.7 Selección de fuente de aire grado médico para el diseño

Para realizar la selección de la fuente de AGM más apropiada para el Hospital México se realizó una comparación de factores que resultan básicos en el suministro.

a) Continuidad del suministro
b) Calidad del producto
c) Capacidad de expansión del sistema
d) Riesgos
e) Requerimientos de ubicación
f) Mantenimiento

Es importante recalcar que para el proyecto la selección se dio entre un sistema de compresores y un sistema mezclador de aire. El banco de cilindros se utiliza actualmente como sistema de reserva para cualquiera de estos sistemas.

Uno de los aspectos más importantes para la selección es la confiabilidad del sistema, esto por lo crítico del sistema para el Hospital. En el caso de los compresores de aire medicinal, según normativa NFPA 99, estos deberán tener suficiente capacidad como para servir la demanda máxima calculada con el compresor de mayor capacidad fuera de funcionamiento. En ningún caso habrá menos de dos compresores instalados. Por el contrario, el mezclador de aire medicinal requiere de una fuente de reserva que deberá activarse automáticamente si el suministro principal es aislado. Esta fuente puede consistir ya sea de una unidad adicional de sistema mezclador, un sistema de compresores o una central de aire de cilindros.

Comparativamente el sistema de compresores ofrece un nivel adicional de confiabilidad, ya que sus componentes son configurados para permitir el servicio ininterrumpido del AGM en caso de falla individual. Similarmente, los secadores, filtros y reguladores instalados deben ser al menos dos, con cada componente dimensionado con suficiente capacidad para servir la demanda máxima calculada

(con el más grande de cada componente fuera de funcionamiento). Al instalar una central de cilindros se asegura aún más la continuidad del suministro de AGM.

Según normativa NFPA 99, el sistema de compresores cuenta con monitoreo de la calidad del aire medicinal en dos puntos: aguas debajo de los reguladores de aire medicinal y aguas arriba del sistema de tuberías. Se monitorean tanto el punto de rocío como el monóxido de carbono. Si los niveles no son adecuados el sistema activa una alarma local. En forma análoga el sistema mezclador de aire debe contar con alarmas que indiquen la no conformidad de la concentración de oxígeno.

Ambos sistemas deben cumplir con los niveles de calidad del AGM requerido por la normativa NFPA 99:

- el aire producido debe cumplir con los siguientes requisitos de la USP
    - no tener hidrocarburos líquidos detectables
    - tener menos de 25 ppm de hidrocarburos gaseosos
    - tener una cantidad igual o menor que 1 mg/m^3 de partículas permanentes de 1 micra o más grandes en el aire en la presión atmosférica normal

El sistema mezclador de aire medicinal debe producir un AGM con un contenido de oxígeno de 19,5% al 23,5% y el mismo debe ser aprobado por la FDA, la mezcla debe ser analizada en forma continua y si se desvía de las especificaciones se activa automáticamente una alarma.

Es importante recalcar que el sistema de mezclador de aire está básicamente produciendo un medicamento en el sitio. Aunque ambos sistemas cumplen con el suministro de AGM apto para los pacientes, el mezclador de aire ofrece un análisis más estricto al realizar los controles del mismo.

Históricamente se ha podido notar el aumento de AGM requerido en el Hospital, esto por cambio y mejora de tecnologías, aumento en la población atendida y crecimiento mismo de las instalaciones del Hospital. Por esta razón se puede suponer que la demanda de AGM continuará en aumento y aún cuando el dimensionamiento de cualquiera de los sistemas se haga en forma correcta, en el futuro es posible que una expansión sea necesaria. El tipo de compresores disponibles en el mercado actualmente son de tipo modular que pueden ser apilados, condición que permite la fácil ampliación de la capacidad del sistema cuando se requiera en el futuro. Para el caso del mezclador de aire se requeriría la sustitución de los tanques por otros de mayor capacidad, lo cual resulta en labores más complejas y de mayor costo económico.

La misma instalación de los tanques criogénicos en el Hospital implica riesgos. El Nitrógeno y el Oxígeno son suplidos por medio de tanques criogénicos de gran volumen. El Oxígeno[5] tiene peligros específicos asociados, combustibles en contacto con oxígeno criogénico pueden explotar por chispa o golpe. Algunos materiales no inflamables en el aire, pueden ser inflamables con la presencia de un oxidante. El contacto con materiales orgánicos y con la mayoría de los inorgánicos puede provocar incendios. La ventaja de los gases criogénicos es que cuentan con una pureza más alta, al encontrarse siempre aislados de cualquier tipo de contaminación.

En cuanto a la ubicación de un sistema de compresores, este deberá estar ubicado según normativa NFPA 99 en cualquiera de las siguientes formas:

- en una caseta dedicada a equipo mecánico, con ventilación adecuada y con los servicios requeridos, como electricidad, drenajes e iluminación
- en un recinto ventilado que prevenga la acumulación de calor
- en un recinto diseñado para mantener el rango de temperatura ambiente recomendado por el fabricante, en el caso de equipos enfriados por aire

La ubicación del sistema mezclador se divide en exteriores para el caso de las fuentes de oxígeno USP y nitrógeno NF. Mientras que el dispositivo de mezcla, controles, analizadores y tanques deben estar ubicados en interiores. El recinto interior debe incluir monitoreo atmosférico de la concentración de oxígeno, así como servicios necesarios (electricidad, drenajes e iluminación). Además, este debe ser ventilado o calentado según recomendación del fabricante.

Los requerimientos de ubicación de ambos sistemas son bastante similares, la única diferencia es que el sistema mezclador requiere tanto espacio en exteriores como en interiores. Esto se ve reflejado a nivel de área, ya que la instalación de un sistema de compresores es más compacta lo cual resulta beneficioso para el Hospital.

Ambos sistemas requieren programas de mantenimiento, realizado por personal calificado[6]. A nivel de fuente de AGM se debe inspeccionar:

- Temperatura del recinto
- Condición del sello del eje

[5] Oxígeno criogénico, INDURA.
[6] NFPA 99, edición 2012.

- Condición del filtro
- Presencia de hidrocarburos
- Ventilación del cuarto
- Condición de la toma de aire
- Calibración del monitor de monóxido de carbono
- Pureza del aire
- Punto de rocío
- Alarmas y sistema de advertencia

A largo plazo la inversión en el caso del sistema de compresores es menor. Un requerimiento primordial en el sistema de compresores es el que haya una fuente eléctrica confiable. En la actualidad el Hospital cuenta con una subestación eléctrica, y además se tiene una planta eléctrica de emergencia.

Desde el punto de vista del mantenimiento, al aplicar todas las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo adecuadas, la calidad del AGM generado por un sistema de compresores cumple con los parámetros de calidad internacionales. Este punto aplica también al mezclador de AGM.

A manera de síntesis, se determinó que utilizar como fuente de suministro un sistema de compresores tipo scroll es adecuado para el Hospital. Este sistema garantiza tanto la producción de AGM (con la calidad establecida según normas), como el suministro continuo del mismo. Además, es un sistema compacto, con un mantenimiento es sencillo, y los costos de inversión son menores.

Sin embargo, dado la aplicación Hospitalaria los costos no suelen ser el factor determinante en la toma de decisiones. Por el contrario, el mayor peso recae en la seguridad del paciente. En este caso resulta innegable que el mezclador de AGM brinda una mezcla en sitio que es más pura. Este nivel de pureza repercute también en un menor desgaste para las tuberías, disminuyendo costos por sustituciones.

Debido a lo anteriormente expuesto, se decidió utilizar un mezclador de AGM como fuente primaria de suministro para el Hospital México y un banco de compresores como sistema de respaldo.

3. Diseño de la red

3.1 Análisis de los requerimientos del Hospital México

Esta sección consiste en un análisis de cada área del Hospital, para determinar la cantidad de tomas de AGM instaladas, así como el caudal total requerido. Según la aplicación en cada sección del hospital varía el caudal de aire requerido.

Las tomas de gases médicos, o estaciones de salida, son terminales que se ubican al final de los ramales de la tubería de suministro que permiten la administración de los respectivos gases a los pacientes. Adicionalmente cada salida es específica para el tipo de gas que abastece, ya sea que la conexión de la misma sea roscada o de acople rápido no intercambiable, de modo que se eviten confusiones al conectar las mangueras a los diferentes gases.

Las estaciones de salida pueden ubicarse en columnas, rieles de mangueras, rieles de techo o pared; y deben estar localizadas a una altura que prevenga el daño a los equipos que se encuentren conectados a la misma. Dependiendo de los gases a instalar en cada recinto las tomas deberán ubicarse en el siguiente orden: oxígeno, aire médico, vacío y extracción de gases anestésicos; siendo la toma de oxígeno la más cercana al paciente.

Se comienza el rediseño con el levantamiento de las tomas existentes en el Hospital. Esto incluye la Consulta Externa, el Edificio Principal, Urgencias y Radioterapia.

La cantidad de tomas de gases médicos en hospitales está definida, según indicaciones en la NFPA 99, por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA por sus siglas en inglés) en su Guía para Diseño y Construcción de Hospitales y Centros de Salud.

Según normativa NFPA 99 para áreas no descritas en la tabla anterior, se debe consultar con personal médico para determinar los requerimientos de cada área o cuarto. Como parte del rediseño de la red de AGM se procede a consultar tanto los diferentes servicios como bibliografía disponible para poder determinar zonas donde es necesario agregar suministro de AGM.

Los criterios utilizados para definir la cantidad de salidas de AGM, así como los resultados obtenidos se exponen según cada área o servicio.

Consulta Externa

- Sección 2, Neumología

Ubicado en la Consulta Externa se encuentra el servicio de Neumología, el cual se encarga del estudio y tratamiento de las enfermedades de los pulmones y las vías respiratorias. Se cuenta con un laboratorio de fisiología, cuarto para broncoscopia y sala de recuperación. Actualmente esta Sección no cuenta con salidas de AGM, sin embargo, debido al tipo de procedimientos que se llevan a cabo se recomienda la instalación de las mismas.

En el laboratorio de fisiología se realizan diferentes pruebas que permiten medir la función pulmonar de los pacientes, así como diagnosticar enfermedades respiratorias. Por su parte la broncoscopia se refiere a un cuarto de procedimientos donde se realiza un examen para visualizar las vías aéreas y diagnosticar enfermedad pulmonar. Este examen se puede utilizar también durante el tratamiento de algunas afecciones pulmonares.

Por último, el cuarto de recuperación se utiliza con pacientes que han sido sometidos a procedimientos que en todos casos requieren cierto grado de anestesia o anestesia total.

A pesar de que estas áreas no se encuentran descritas en la Guía de Diseño del AIA, según conversaciones con doctores del área sí es necesario el suministro de AGM en las mismas. La Guía de Diseño para el Servicio de Medicina Pulmonar emitida por la Oficina de Construcción y Administración de Instalaciones del Departamento de Asuntos de Veteranos realiza recomendaciones que son tomadas como referencia para este diseño.

Esto da como resultado un total de 5 salidas de AGM en el Servicio de Neumología, las cuales se distribuyen de la siguiente forma:

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Laboratorio de fisiología	0	1
Broncoscopia	0	1
Recuperación, 3 camas	0	3 (1 por cada cama)
Subtotal	*0*	*5*
Total	*5*	

Tabla 3 Cantidad de salidas, Neumología (Fuente: autor, 2018)

- Sección 4, Gastroenterología

La sección de Gastroenterología se encarga del diagnóstico y tratamiento de enfermedades que afectan el tracto gastrointestinal, el cual incluye los órganos desde la boca hasta el ano, a lo largo del canal alimentario. Esta sección se encuentra en un proceso de remodelación, que se espera sea concluido este año.

Las nuevas instalaciones incluirán una sala para ultrasonido endoscópico, dos salas para endoscopía baja, dos salas para endoscopía alta y un salón de recuperación compuesto de 8 camillas y 3 sillones. Tanto las salas para ultrasonido endoscópico como de endoscopía son considerados salones de procedimientos, los cuales incluyen niveles de sedación o anestesia completa. Para este tipo de salones se determina que se requiere una toma de AGM por sala, así como una toma para cada paciente en el área de recuperación.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Ultrasonido endoscópico	1	0
Endoscopía baja #1	1	0
Endoscopía baja #2	1	0
Endoscopía alta #1	1	0
Endoscopía alta #2	1	0
Recuperación	11 (1 por paciente)	0
Subtotal	*16*	*0*
Total	*16*	

Tabla 4 Cantidad de salidas, Gastroenterología (Fuente: autor, 2018)

- Sección 8, Otorrinolaringología

La Sección de Otorrinolaringología (también conocida como ORL) es la encargada del estudio y tratamiento de las enfermedades del oído, de las vías respiratorias superiores y parte de las inferiores (nariz, senos paranasales, faringe y laringe). Actualmente esta Sección sólo cuenta con tomas para oxígeno y vacío, se propone ampliar estas instalaciones para incluir también AGM.

El uso típico del AGM en estas secciones es realizar aspiraciones en las vías, por lo que cada consultorio en el que los médicos realicen exámenes físicos.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Cubículos de 1 a7	0	1 por cubículo
Subtotal	*0*	*7*
Total	*7*	

Tabla 5 Cantidad de salidas, Otorrinolaringología (Fuente: autor, 2018)

- Sección 13, Oncología y Radioterapia

La Radioterapia es una forma de tratamiento basada en el empleo de radiaciones ionizantes. El Hospital México cuenta con cuatro aceleradores lineales, los cuales se utilizan para tratamientos de radioterapia en personas con cáncer. Dos de estos aceleradores se encuentran ubicados en la Sección 13 de la Consulta Externa.

El aire comprimido se utiliza en los aceleradores lineales para controlar el sistema neumático, y a su vez controlar válvulas y cilindros que permiten ajustar el posicionamiento de las distintas partes del equipo. Sin embargo, al ser equipos con características tan específicas requieren que el aire comprimido a utilizar sea libre de humedad y aceites. Razón por la cual los aceleradores lineales son también conectados a la red de AGM del Hospital.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Acelerador lineal #1	1	0
Acelerador lineal #2	1	0
Subtotal	*2*	*0*
Total	*2*	

Tabla 6 Cantidad de salidas, Oncología y Radioterapia (Fuente: autor, 2018)

- Sección 14, Oftalmología

La Oftalmología es la especialidad médica encargada del estudio y tratamiento de las enfermedades del ojo y estructuras perioculares. El Servicio de Oftalmología cuenta con dos quirófanos que permiten realizar procedimientos de tipo ambulatorio. Al igual que en otras secciones de la Consulta Externa, los procedimientos realizados en éstas áreas conllevan niveles de anestesia que varían.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Quirófano #1	2	0
Quirófano #2	2	0
Subtotal	*4*	*0*
Total	*4*	

Tabla 7 Cantidad de salidas, Oftalmología (Fuente: autor, 2018)

Emergencias

- Cirugía #1 y #2

Ambas salas de cirugía se utilizan para procedimientos de emergencia, las cuales son instalaciones existentes, y que cumplen con la cantidad de salidas sugeridas.

- Sala de Shock

La sala de shock es un área donde se recibe a los pacientes que ingresan en condición delicada, para así brindarles atención médica inmediata y estabilizarlos. Esta sala es conocida también como área de reanimación dado que ahí se atienden pacientes que presenten situación de paro respiratorio o cardíaco, o fuerte sangrado por heridas, y el objetivo es reanimar las funciones vitales.

- Observación #1 y #2

Al área de Emergencias del Hospital México cuenta con dos salones de observación, el salón #1 cuenta con siete camas y el salón #2 cuenta con 6 camas. Para estos dos salones se propone aumentar la cantidad de tomas de AGM, de modo de exista una para cada cama.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Cirugía #1	2	0
Cirugía #2	2	0
Sala de Shock	2	0
Observación #1	8	0
Observación #2	8	3
Subtotal	*22*	*3*
Total	*25*	

Tabla 8 Cantidad de salidas, Emergencias (Fuente: autor, 2018)

Edificio Principal

- Planta Baja
    - Rayos Equis

El servicio de Radiología cuenta con un equipo para diagnóstico y tratamiento oportuno de pacientes con enfermedades cardiovasculares, llamado angiógrafo. El angiógrafo es un aparato de rayos X que permite obtener imágenes en tiempo real de lo que pasa en el sistema vascular, se utiliza cuando un médico deduce que el paciente puede tener lesiones o aneurismas en venas o arterias.

En esta sala de encuentran tres camas para atención de pacientes, y se requiere de AGM para el cuidado de cada uno. Esto debido a que por el tipo de enfermedad que presentan los pacientes en ésta área, se tiene el riesgo de que se presenten paros cardíacos u otro tipo de emergencias. Además, se cuenta con salidas en el cuarto de procedimientos.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Angiógrafo	3	0
Recuperación	9 (3 por cama)	0
Subtotal	*12*	*0*
Total	*12*	

Tabla 9 Cantidad de salidas, Rayos X (Fuente: autor, 2018)

- Primer Piso

El primer piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Obstetricia y Ginecología.

    - Obstetricia (ala izquierda)

La Obstetricia es una rama de la medicina que se encarga del embarazo, parto y posparto. En esta ala del Hospital se cuenta con cuatro salones de labor (cada uno con una cama), un salón de expulsivos (con dos camas y dos incubadoras, así como zona de atención al recién nacido), una sala de recuperación de expulsivos, y una sala de operaciones (cesárea).

La sala de labor es aquella donde se atiende a la paciente que inicia labor de parto, mientras que la sala de expulsivos es en la cual se da el parto propiamente. Razón por la cual la sala de expulsivos cuenta con incubadoras.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Sala de expulsivos	6	0
Recuperación de expulsivos	1	0
Sala de operaciones	2	0
Salas de labor	4	0
Hospitalización	0	12
Subtotal	*13*	*12*
Total	*25*	

Tabla 10 Cantidad de salidas, Obstetricia (Fuente: autor, 2018)

- Ginecología (ala derecha)

La Ginecología es una rama de la medicina que se encarga del estudio, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del sistema reproductor de la mujer.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	0	47
Subtotal	*0*	*47*
Total	*47*	

Tabla 11 Cantidad de salidas, Ginecología (Fuente: autor, 2018)

- Neonatos (ala derecha)

La atención al neonato es el cuidado al bebé recién nacido, aquel que tiene 30 días o menos, contados desde el día de su nacimiento, ya sea que haya sido por parto natural o por cesárea. En el Hospital México este cuidado se divide entre tres salones: un salón general, salón de cuidados intensivos y salón de prematuros.

Según lineamientos del Instituto Americano de Arquitectos, en el salón general debe existir como mínimo una toma accesible por cada cuatro cunas. Sin embargo, por preferencia de especialistas

del Hospital y para mayor seguridad se dedica una toma de AGM para cada cuna. En el caso de cuidados intensivos y prematuros, los lineamientos establecen que debe haber 3 salidas de AGM por cada cuna.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Salón general	11	0
Cuidados intermedios	39	0
Prematuros	12	0
Subtotal	*62*	*0*
Total	*62*	

Tabla 12 Cantidad de salidas, Neonatos (Fuente: autor, 2018)

- Segundo Piso

El segundo piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Cirugía 1 y Cirugía 2, así como las salas de operaciones provisionales y su respectiva área de recuperación.

  - Cirugía 1 (ala izquierda)

El área de Cirugía 1 incluye un segundo Angiógrafo, así como cubículos de hospitalización.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Sala Híbrida (Angiógrafo)	3	0
Hospitalización	0	24
Subtotal	*3*	*24*
Total	*27*	

Tabla 13 Cantidad de salidas, Cirugía 1 (Fuente: autor, 2018)

  - Cirugía 2 (ala derecha)

En esta área se encuentran cinco salas de operaciones provisionales, así como el salón de pre-anestesia. Estas salas fueron creadas con la finalidad de cubrir de forma temporal el faltante de salas de operaciones que existía en el Hospital México a raíz del cierre de salas por problemas eléctricos que se presentó en el año 2014. Para cada sala provisional se cuenta con dos salidas de AGM.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Salas de operaciones	10	0
Subtotal	*10*	*0*
Total	*10*	

Tabla 14 Cantidad de salidas, Cirugía 2 (Fuente: autor, 2018)

- Proyecto 5/30

Actualmente se está construyendo el proyecto denominado como "5/30", esto por parte de una empresa constructora externa. El mismo abarca áreas en el segundo y tercer piso, y recibe su nombre debido a que una vez concluido incluirá cinco salas de operaciones y treinta camas de hospitalización. Las conexiones de las tomas de AGM se realizarán al suministro existente del Hospital.

Para cada sala de operaciones se contará con tres tomas de aire acondicionado, y para cada cama en el área de recuperación se contará con una salida.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Salas de operaciones	0	15
Recuperación	0	23
Subtotal	*0*	*38*
Total	*38*	

Tabla 15 Cantidad de salidas, Proyecto 5/30 (Fuente: autor, 2018)

- Tercer Piso

El tercer piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Cirugía 3, Cirugía 4, Emergencias Quirúrgicas, Unidad de Tratamiento Intensivo de Neurocirugía y Proyecto 5/30.

- Cirugía 3 (ala izquierda)

Específicamente el área de Cirugía 3 cuenta con cubículos para hospitalización de pacientes, así como cubículos dedicados a la atención de pacientes por trasplante renal.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Trasplante renal	0	5
Hospitalización	0	34
Subtotal	*0*	*39*
Total	*40*	

Tabla 16 Cantidad de salidas, Cirugía 3 (Fuente: autor, 2018)

- Cirugía 4 (ala derecha)

El área de Cirugía 4 también cuenta con cubículos para hospitalización de pacientes, pero a diferencia de Cirugía 3, cuenta con dos unidades de Cuidados Intermedios.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	0	26
Cuidados Intermedios	6	6
Subtotal	*6*	*32*
Total	*38*	

Tabla 17 Cantidad de salidas, Cirugía 4 (Fuente: autor, 2018)

- UTI Neurocirugía

La unidad de tratamiento intensivo de neurocirugía cuenta con seis camas y siete salidas de AGM.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	7	0
Subtotal	*7*	*0*
Total	*7*	

Tabla 18 Cantidad de salidas, UTI Neurocirugía (Fuente: autor, 2018)

- Emergencias Quirúrgicas

La remodelación de la unidad de Emergencias Quirúrgicas actualmente está siendo finalizada, al terminar se contará con un total de seis camas y una salida de AGM por cada cama. Como su nombre lo indica la finalidad de este Servicio es la atención de pacientes que fueron sometidos a cirugías en

forma imprevista y debido a situaciones que ponen en riesgo la vida, por este motivo esta área se considera como de cuidado crítico.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Emergencias quirúrgicas	6	0
Subtotal	*6*	*0*
Total	*6*	

Tabla 19 Cantidad de salidas, Emergencias Quirúrgicas (Fuente: autor, 2018)

- Proyecto 5/30

Para el tercer piso, el proyecto de 5/30 incluye tres salas de hospitalización con un total de treinta camas.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	0	30
Subtotal	*0*	*30*
Total	*30*	

Tabla 20 Cantidad de salidas, Proyecto 5/30 (Fuente: autor, 2018)

- Cuarto Piso

El cuarto piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Cirugía 5 y Cirugía 6.

- Cirugía 5 (ala izquierda)

Específicamente el área de Cirugía 5 cuenta con cubículos para hospitalización de pacientes, y una bodega de terapia. Actualmente sólo uno de los cubículos cuenta con tomas de AGM, y se propone instalar tomas en la totalidad de los cuartos.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Bodega de terapia	1	0
Hospitalización	6	36
Subtotal	*7*	*36*
Total	*43*	

Tabla 21 Cantidad de salidas, Cirugía 5 (Fuente: autor, 2018)

- Cirugía 6 (ala derecha)

Específicamente el área de Cirugía 6 cuenta con cubículos para hospitalización de pacientes, y una bodega de terapia. Al igual que Cirugía 5 solamente uno de los cubículos tiene salidas de AGM habilitadas, y se propone instalar tomas en la totalidad de los cuartos.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	6	34
Subtotal	*6*	*34*
Total	*40*	

Tabla 22 Cantidad de salidas, Cirugía 6 (Fuente: autor, 2018)

- Quinto Piso

El quinto piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Medicina 1 y Medicina 2.

- Medicina 1 (ala izquierda)

El servicio de Medicina 1 incluye cubículos para hospitalización de pacientes, una unidad de cuidados intermedios y una unidad coronaria.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Cuidados intermedios	6	0
Unidad coronaria	4	0
Hospitalización	12	24
Subtotal	*22*	*24*
Total	*46*	

Tabla 23 Cantidad de salidas, Medicina 1 (Fuente: autor, 2018)

- Medicina 2 (ala derecha)

El ala derecha alberga el servicio de Medicina 2 dedicada a hospitalización

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Hospitalización	18	22
Subtotal	*18*	*22*
Total	*40*	

Tabla 24 Cantidad de salidas, Medicina 2 (Fuente: autor, 2018)

- Sexto Piso

El sexto piso del edificio principal del Hospital está dedicado a la atención de los servicios de Medicina 3 y Medicina 4.

- Medicina 3 (ala izquierda)

El servicio de Medicina 3 está constituido por cubículos para hospitalización de pacientes, uno para diálisis peritoneal y una unidad de cuidados intermedios.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Cuidados intermedios	6	0
Diálisis peritoneal	2	4
Hospitalización	13	23
Subtotal	*21*	*27*
Total	*48*	

Tabla 25 Cantidad de salidas, Medicina 3 (Fuente: autor, 2018)

- Medicina 4 (ala derecha)

El ala derecha del sexto piso está ocupada por el servicio de Medicina 4, en esta área se ubican cubículos dedicados a hospitalización, trasplante de médula ósea y aislamiento.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Trasplante de médula ósea	3	0
Aislamiento	0	2
Hospitalización	18	15
Subtotal	*21*	*17*
Total	*38*	

Tabla 26 Cantidad de salidas, Medicina 4 (Fuente: autor, 2018)

- Séptimo Piso

Ubicado en el séptimo piso se encuentra la unidad de tratamiento intensivo (UTI), la unidad de trasplante hepático y una sala de operaciones.

  - UTI (ala izquierda)

La UTI es una unidad dedicada a la atención de los pacientes más críticos, cuenta con 14 camas. Según normativa para este tipo de área se deben colocar dos salidas de AGM por cama. Adicionalmente hay una sala para procedimientos menores.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
UTI	28	0
Procedimientos menores	1	0
Subtotal	*29*	*0*
Total	*29*	

Tabla 27 Cantidad de salidas, UTI (Fuente: autor, 2018)

  - Cirugía Tórax (ala derecha)

Para finalizar el edificio principal, el ala derecha del séptimo piso está ocupada por cirugía de tórax, tanto sala de operaciones como hospitalización. Adicionalmente, se cuenta con cubículos para pacientes de trasplante hepático.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Trasplante hepático	4	0
Sala de operaciones	2	0
Hospitalización	6	14
Subtotal	*12*	*14*
Total	*26*	

Tabla 28 Cantidad de salidas, Cirugía de Tórax (Fuente: autor, 2018)

Edificio Radioterapia y Quimioterapia

- Primer nivel

El AGM tiene varios usos en el primer nivel de este edificio. Al igual que la Sección 13 de la Consulta Externa, en esta área se cuenta con dos aceleradores los cuales utilizan AGM para accionar el sistema neumático. Previo al tratamiento con aceleradores lineales, los pacientes deben ser sometidos a una tomografía simulada que ubica los puntos de acción para los aceleradores lineales. Este equipo tiene un sistema neumático similar al de los aceleradores.

El AGM se utiliza para el sistema de posicionamiento de los aceleradores, y para el cuarto donde se utiliza el tomógrafo hay una salida de AGM como soporte en el caso de que el paciente llegue a necesitarlo.

En este piso se cuenta también con una pequeña área de observación y preparación de pacientes, en el caso de que su condición así lo demande.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Aceleradores	2	0
Tomógrafo simulador	1	0
Observación	4	0
Subtotal	*7*	*0*
Total	*7*	

Tabla 29 Cantidad de salidas, Edificio de Radioterapia y Quimioterapia Nivel 1 (Fuente: autor, 2018)

- Segundo nivel

La aplicación de quimioterapia se da en el segundo nivel de este edificio, la misma se realiza en dos salas diferentes que tienen habilitadas salidas de AGM.

Cantidad de tomas de AGM		
Ubicación	Existentes	Propuestas
Sala de aplicación de drogas 1	12	0
Sala de aplicación de drogas 2	13	0
Subtotal	*25*	*0*
Total	*25*	

Tabla 30 Cantidad de salidas, Edificio de Radioterapia y Quimioterapia Nivel 2 (Fuente: autor, 2018)

Torre Nueva

Se espera que durante el próximo año se inicie la construcción de una torre nueva la cual se conectará a la red de AGM existente, por lo cual debe ser incluida dentro del requerimiento total del Hospital. El diseño de esta nueva ampliación incluirá salas de operaciones, área de recuperación y área de hospitalización, distribuidos en tres pisos como se indica a continuación.

Cantidad de tomas de AGM			
Ubicación		Existentes	Propuestas
Primer Nivel	Sala de labor de parto	0	6
	Sala de cirugía obstétrica	0	6
	Sala expulsivo	0	3
	Atención al recién nacido	0	5
	Recuperación post parto	0	8
	Sala de labor de parto aislados	0	1
	Hospitalización	0	42
Segundo Nivel	Recuperación aislados	0	4
	Recuperación	0	36
	Quirófanos	0	57
	Preanestesia	0	7
Tercer Piso	Cubículo ICU	0	46
	Cubículo ICU aislados	0	4
	Sala procedimientos	0	1
Subtotal		*0*	*226*
Total		*226*	

Tabla 31 Cantidad de salidas, Torre Nueva (Fuente: autor, 2018)

Se recomienda colocar tomas de AGM en cada cama de hospitalización, aun cuando no es necesario según normativa NFPA 99, debido a que este gas es de uso común en pacientes. La cantidad de salidas para este uso no representa un alto impacto en la cantidad de AGM requerido, ya que la cantidad de SCFM requeridos y su respectivo factor de uso son bajos. Es importante recordar que debido al desgaste que presentan las instalaciones del Hospital México se requiere constantemente estar realizando remodelaciones, lo cual implica relocalizar servicios e incluso salas de operaciones a otros cubículos por lo que es de suma importancia tener salidas disponibles en cada uno.

Las estaciones de salida de AGM deben estar identificadas en cumplimiento con la norma NFPA 99, se deben indicar el nombre o símbolo del gas que provee. Tradicionalmente en el Hospital México se ha utilizado el código de colores ISO, condición que se mantiene para este rediseño para facilitar el trabajo al personal médico y de enfermería que está capacitado y acostumbrado a este código. Esto con el objetivo de prevenir que se coloquen flujómetros por ejemplo de aire médico en salidas de oxígeno, ya que al forzarlos se daña la placa. Según norma ISO el aire médico debe estar identificado en colores negro y blanco.

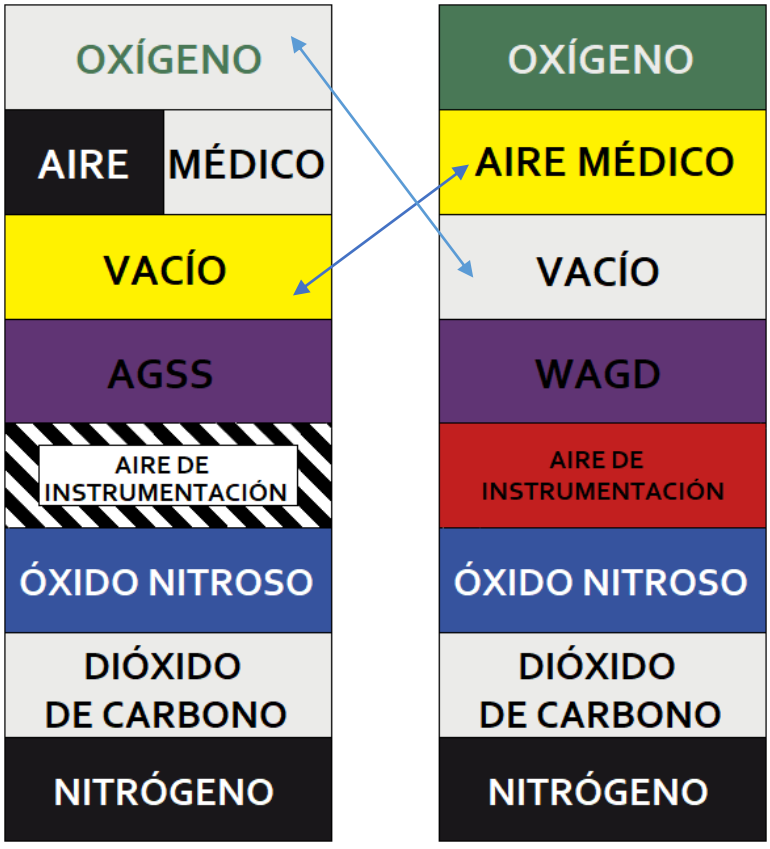


Ilustración 20 Código de colores según ISO vs NFPA 99 (Fuente: autor, 2018)

Además de ser específicas para cada tipo de gas, las salidas de gases médicos tienen acoples que varían según el fabricante que los manufacture. Entre ellos los más comunes son Amico, Ohmeda (Ohio Medical), Allied, Puritan Bennett y Chemetron, entre otros.

Actualmente en el Hospital se cuenta con equipos con conexión de tipo Ohmeda y Chemetron, por lo que para las tomas nuevas se determina utilizar tomas del tipo *Connect2® Quick-Connect Medical Gas Outlets* de la marca Allied. Este tipo de tomas permite la conexión de flujómetros tanto Chemetron como Ohmeda.

Cada toma de salida está compuesta de una válvula primaria y una válvula secundaria, si la válvula primaria se retira la válvula secundaria (o ensamblaje) debe cerrarse automáticamente y detener la circulación del gas.

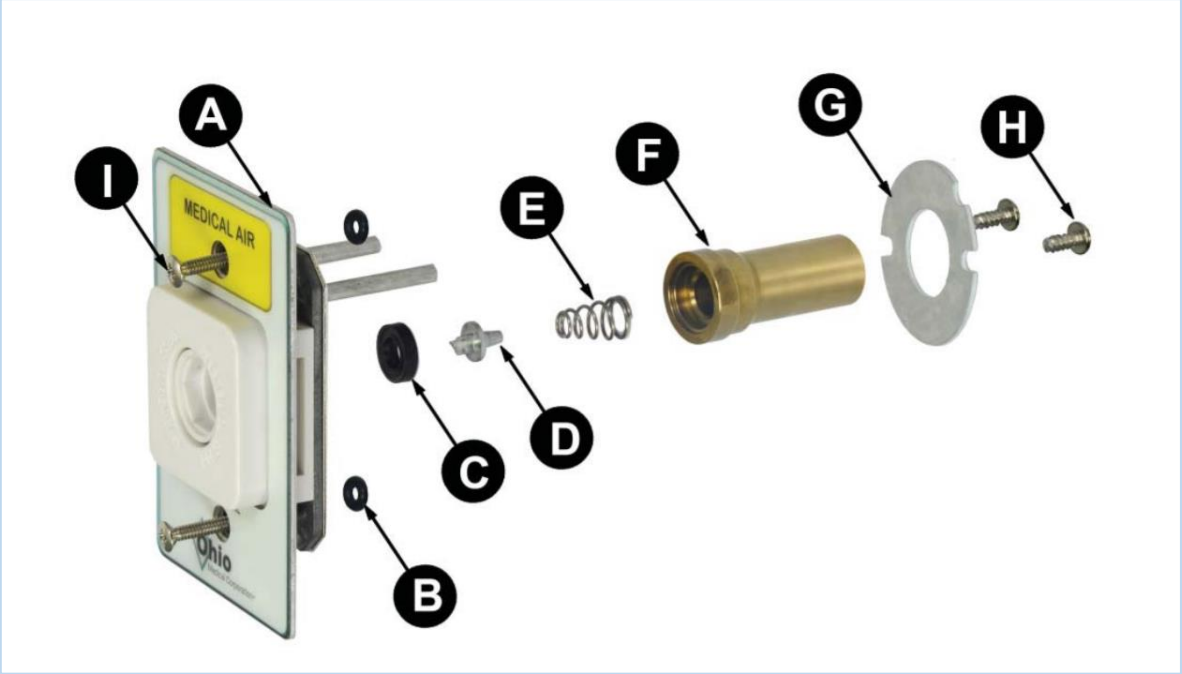


Ilustración 21 Válvula primaria (Fuente: Ohio Medical, 2015)

C Seal Ring, D Check Valve, E Valve Spring, F Valve Body, G Retaining Ring, H Screws, I Mounting Screw, B Mounting Screw O-ring, A Medical Air Panel Assembly

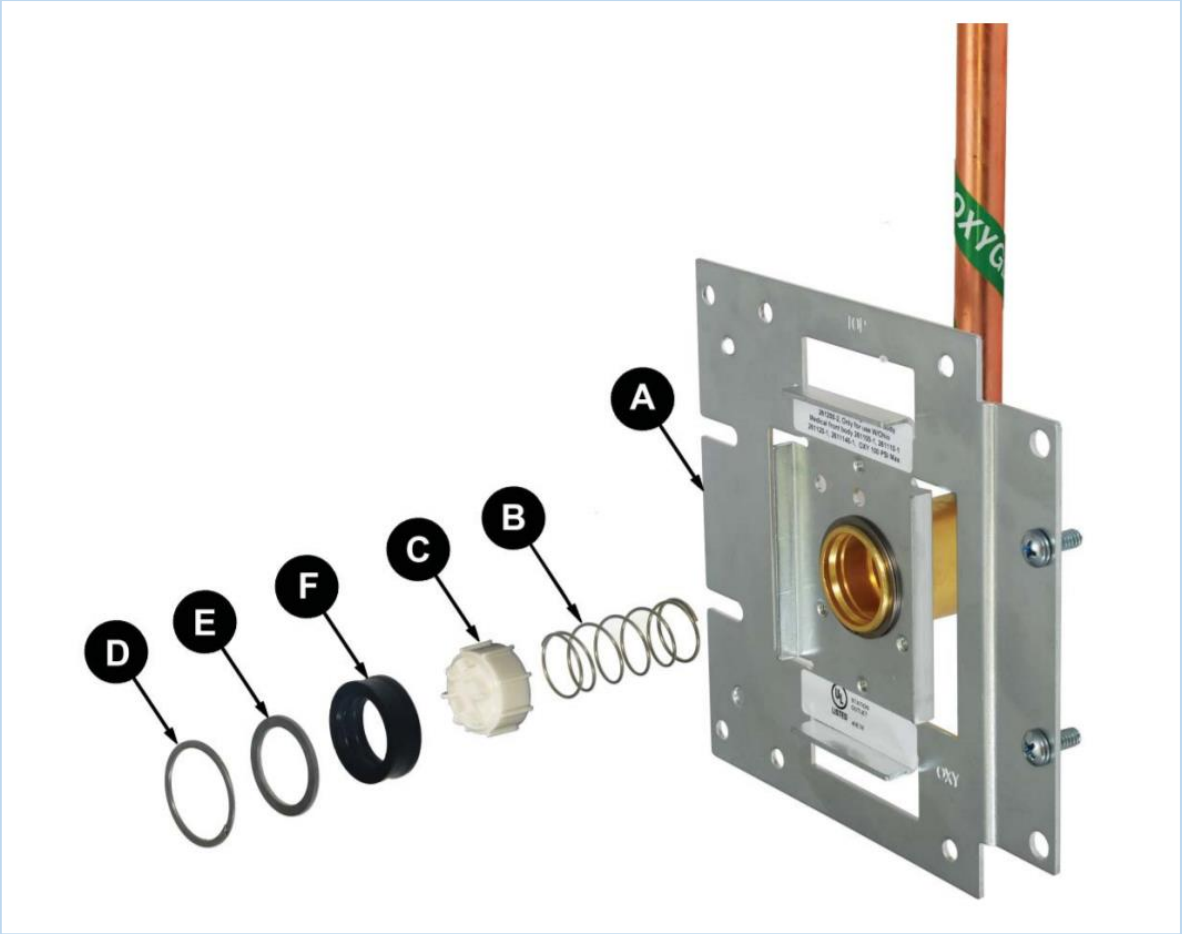


Ilustración 22 Válvula secundaria (Fuente: Ohio Medical, 2015)

A Screw-Wall outlet, B Secondary Check valve spring, C Secondary Check valve, D Retaining Ring, E Washer, F Seat/Seal

La mayoría de los servicios requieren del uso de más de un tipo de gas medicinal, cuando se instalen diversas tomas deben estar separadas de forma que se puedan utilizar los distintos gases en forma simultánea.

3.1.1 Dimensionamiento de la fuente de suministro de aire grado médico

El dimensionamiento de la fuente de suministro de AGM se basa en la cantidad de salidas y en el uso que estas reciben. Según el estudio presentado en el apartado anterior, a continuación, se muestra una tabla resumen del total de salidas establecido.

Tomas / Salidas					
Ubicación		**Descripción**	**Existentes**	**Propuestas**	**Total**
Consulta Externa	Neumología	Laboratorio de fisiología	0	1	1
		Broncoscopia	0	1	1
		Recuperación, 3 camas	0	3	3
	Gastroenterología	Ultrasonido endoscópico	1	0	1
		Endoscopía baja #1	1	0	1
		Endoscopía baja #2	1	0	1
		Endoscopía alta #1	1	0	1
		Endoscopía alta #2	1	0	1
		Recuperación	11	0	11
	Otorrinolaringología	Cubículos de 1 a7	0	7	7
	RT	Acelerador lineal #1	1	0	1
		Acelerador lineal #2	1	0	1
	Oftalmología	Quirófano #1	2	0	2
		Quirófano #2	2	0	2
Urgencias		Cirugía #1	2	0	2
		Cirugía #2	2	0	2
		Sala de Shock	2	0	2
		Observación #1	8	0	8
		Observación #2 (Tránsito)	8	3	11
Edificio Principal	Planta baja	Angiógrafo	3	0	3
		Recuperación	9	0	9
	Primer Piso	Sala de expulsivos	6	0	6
		Recuperación de expulsivos	1	0	1
		Sala de operaciones	2	0	2
		Salas de labor	4	0	4
		Hospitalización	0	12	12
		Hospitalización	0	47	47
		Salón general	11	0	11
		Cuidados intermedios	39	0	39
		Prematuros	12	0	12
	Segundo Piso	Sala Híbrida (Angiógrafo)	3	0	3
		Hospitalización	0	24	24
		Salas de operaciones	10	0	10
		Salas de operaciones	0	15	15
		Recuperación	0	23	23
	Tercer Piso	Trasplante renal	0	5	5
		Hospitalización	0	34	34
		Hospitalización	0	26	26

		Cuidados Intermedios	6	6	12
		UTI	7	0	7
		Emergencias quirúrgicas	6	0	6
		Hospitalización	0	30	30
	Cuarto Piso	Bodega de terapia	1	0	1
		Hospitalización	6	36	42
		Hospitalización	6	34	40
	Quinto Piso	Cuidados intermedios	6	0	6
		Unidad coronaria	4	0	4
		Hospitalización	12	24	36
		Hospitalización	18	22	40
	Sexto Piso	Cuidados intermedios	6	0	6
		Diálisis peritoneal	2	4	6
		Hospitalización	13	23	36
		Trasplante de médula ósea	3	0	3
		Aislamiento	0	2	2
		Hospitalización	18	15	33
	Séptimo Piso	UTI	28	0	28
		Procedimientos menores	1	0	1
		Trasplante hepático	4	0	4
		Sala de operaciones	2	0	2
		Hospitalización	6	14	20
Edificio RT		Aceleradores	2	0	2
		Tomógrafo simulador	1	0	1
		Observación	4	0	4
		Sala de aplicación de drogas 1	12	0	12
		Sala de aplicación de drogas 2	13	0	13
Torre Nueva	Primer Nivel	Sala de labor de parto	0	6	6
		Sala de cirugía obstétrica	0	6	6
		Sala expulsivo	0	3	3
		Atención al recién nacido	0	5	5
		Recuperación post parto	0	8	8
		Sala de labor de parto aislados	0	1	1
		Hospitalización	0	42	42
	Segundo Nivel	Recuperación aislados	0	4	4
		Recuperación	0	36	36
		Quirófanos	0	57	57
		Preanestesia	0	7	7

	Tercer Piso	Cubículo ICU	0	46	46
		Cubículo ICU aislados	0	4	4
		Sala procedimientos	0	1	1
SUBTOTAL			**331**	**637**	
TOTAL			***968***		

Tabla 32 Total de salidas de AGM (Fuente: autor, 2018)

Según cantidad de cuartos,

Ubicación		**Descripción**	**Cantidad Cuartos**
Consulta Externa	Neumología	Laboratorio de fisiología	1
		Broncoscopia	1
		Recuperación, 3 camas	1
	Gastroenterología	Ultrasonido endoscópico	1
		Endoscopía baja #1	1
		Endoscopía baja #2	1
		Endoscopía alta #1	1
		Endoscopía alta #2	1
		Recuperación	1
	Otorrinolaringología	Cubículos de 1 a7	7
	RT	Acelerador lineal #1	1
		Acelerador lineal #2	1
	Oftalmología	Quirófano #1	1
		Quirófano #2	1
Urgencias		Cirugía #1	1
		Cirugía #2	1
		Sala de Shock	1
		Observación #1	1
		Observación #2 (Tránsito)	1
Edificio Principal	Planta baja	Angiógrafo	1
		Recuperación	1
	Primer Piso	Sala de expulsivos	1
		Recuperación de expulsivos	1
		Sala de operaciones	1
		Salas de labor	4
		Hospitalización	13
		Salón general	1
		Cuidados intermedios	1
		Prematuros	1

	Segundo Piso	Sala Híbrida (Angiógrafo)	1
		Hospitalización	4
		Salas de operaciones	10
		Recuperación	3
	Tercer Piso	Trasplante renal	3
		Hospitalización	14
		Cuidados Intermedios	2
		UTI	1
		Emergencias quirúrgicas	1
		Hospitalización	3
	Cuarto Piso	Bodega de terapia	1
		Hospitalización	21
	Quinto Piso	Cuidados intermedios	1
		Unidad coronaria	1
		Hospitalización	20
	Sexto Piso	Cuidados intermedios	1
		Diálisis peritoneal	1
		Hospitalización	16
		Trasplante de médula ósea	3
		Aislamiento	1
	Séptimo Piso	UTI	1
		Procedimientos menores	1
		Trasplante hepático	2
		Sala de operaciones	1
		Hospitalización	4
Edificio RT		Aceleradores	2
		Tomógrafo simulador	1
		Observación	1
		Sala de aplicación de drogas 1	1
		Sala de aplicación de drogas 2	1
Torre Nueva	Primer Nivel	Sala de labor de parto	6
		Sala de cirugía obstétrica	2
		Sala expulsivo	3
		Atención al recién nacido	1
		Recuperación post parto	2

		Sala de labor de parto aislados	1
		Hospitalización	7
	Segundo Nivel	Recuperación aislados	4
		Recuperación	4
		Quirófanos	19
		Preanestesia	1
	Tercer Piso	Cubículo ICU	2
		Cubículo ICU aislados	2
		Sala procedimientos	1
Total			**228**

Tabla 33 Total de cuartos con suministro de AGM (Fuente: autor, 2018)

Adicionalmente se deben tomar en cuenta los ventiladores pulmonares.

Marca	Modelo	Cantidad
Carefusion	AVEA	30
HAMILTON	G5-S1	7
HAMILTON	Galileo	13
MAQUET	SERVO I	3
PURITAN BENNETT	PB 840	2
Draguer	VN500	1
Total		**56**

Tabla 34 Ventiladores pulmonares (Fuente: Taller de Equipo Médico, Hospital México. 2017)

Según normativa NFPA 99, los sistemas de AGM deben ser diseñados y dimensionados para entregar los caudales requeridos a las presiones de operación. La cantidad de AGM requerido se basa en un estudio que asigna una cantidad de SCFM y un factor de simultaneidad para cada área donde se instalan tomas.

Cada fabricante ofrece su propia hoja para realizar el dimensionamiento de fuentes de AGM, las mismas son bastante similares entre sí, sin embargo algunas detallan con mayor exactitud las posibles ubicaciones de las tomas. Por su parte la normativa NFPA 99 deja la escogencia de estos factores a criterio del diseñador, por lo que se decidió realizar una comparación entre distintos fabricantes. Se comparó las hojas de cálculo de Beacon Medaes, Patton's Medical, Ohio Medical Corporation y Amico, que son algunos de los fabricantes más reconocidos, y con presencia en el país.

Por ejemplo, para el caso de salas de cirugía se estableció que el caudal requerido es de 0,5 SCFM por cada salida con un factor de simultaneidad del 100 %. Dado que se tienen 58 salidas cuantificadas con este uso, se multiplican los factores para obtener la cantidad de SCFM requeridos.

$$SCFM = 58 \cdot 0{,}5 \cdot 100\% = 29\ scfm \qquad (3.1)$$

Este procedimiento se repitió para las diferentes clasificaciones establecidas por los fabricantes previamente mencionados.

Fabricante	Pico demanda estimado (SCFM)
Patton's Medical	259,825
Beacon Medaes	290,45
Ohio Medical Corporation	351,25
Amico	428,90

Tabla 35 Comparación de demanda pico estimada (Fuente: autor, 2018)

Al valor obtenido según cada hoja de cálculo se le debe sumar la cantidad de AGM requerida por los aceleradores lineales, estos equipos típicamente no son alimentados por medio de tubería de AGM por lo que no aparecen, sino que el valor de caudal requerido está definido por el fabricante. Los aceleradores necesitan un caudal de 2 SCFM, para un total de 8 SCFM.

Fabricante	Pico demanda estimado (SCFM)
Patton's Medical	267,83
Beacon Medaes	298,45
Ohio Medical Corporation	359,03
Amico	436,90

Tabla 36 Demanda pico, incluyendo consumo de aceleradores (Fuente: autor, 2018)

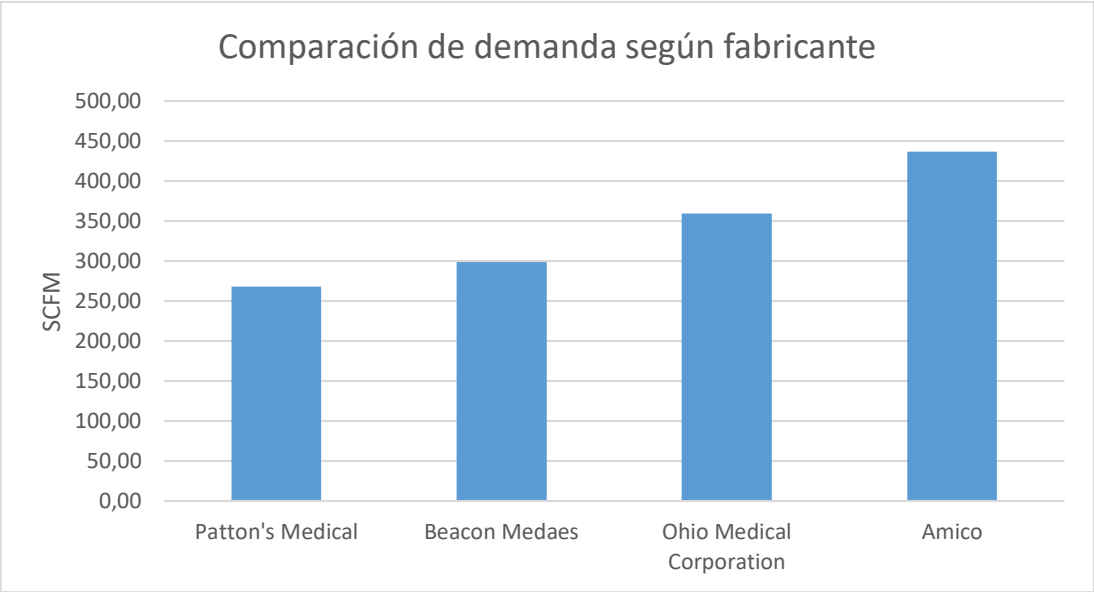


Gráfico 1 Demanda pico estimada (Fuente: autor, 2018)

Pese a esto y debido a la gran diferencia entre los resultados obtenidos, así como el hecho de que el rango de datos a estudiar es muy pequeño no fue posible realizar un análisis estadístico que fuera concluyente. Se tomó la decisión de dimensionar el equipo de suministro con base en los datos obtenidos según el fabricante BeaconMedaes, que cuenta con una gran trayectoria en el país, así como con representante autorizado. El pico de demanda estimado es de 298,45 SCFM.

El término pies cúbicos estándar por minuto, SCFM, se refiere al caudal volumétrico de pies cúbicos por minuto (CFM) en condiciones controladas de temperatura, presión y humedad relativa. Las condiciones estándar utilizadas por ASME son:

- Altitud: 0 msnm (0 ft)
- Presión atmosférica: 101,32 kPa (14,7 psig)
- Temperatura: 20 °C (68 °F)
- Humedad relativa: 36%

Por este motivo aplicaron ajustes para así obtener el valor de pies cúbicos por minuto (CFM), y evitar un dimensionamiento incorrecto del sistema del compresor para su aplicación verdadera. Para el Hospital México se tienen los siguientes valores[7]:

[7] IMN, 2018

- Altitud[8]: 1112 msnm (3648,3 ft)
- Presión atmosférica: 90,23 kPa (13,09 psig)
- Temperatura promedio: 22,9 °C (73,22 °F)
- Humedad relativa promedio: 75,3%

La conversión de SCFM a CFM está dada por la siguiente fórmula:

$$CFM = SCFM \cdot \left[\frac{P_{STD}}{(P_{REAL} - P_{SAT} \cdot \phi)}\right] \cdot \left(\frac{T_{REAL}}{T_{STD}}\right) \quad (3.2)$$

Donde:

P_{STD} es la presión estándar absoluta (psig)

P_{REAL} es la presión absoluta en el sitio (psig)

P_{SAT} es la presión de presión de saturación de vapor de agua a 22,9 °C es de 0,4021 psig (en el sitio)

ϕ es la humedad relativa en el sitio

T_{REAL} temperatura ambiente en el sitio (°R)

T_{STD} temperatura estándar (°R)

Sustituyendo los valores previamente establecidos se obtuvo:

$$CFM = 298{,}45 \cdot \left[\frac{14{,}7}{(13{,}09 - (0{,}4021 \cdot 0{,}753))}\right] \cdot \left(\frac{532{,}89}{527{,}67}\right) = 346{,}49\ CFM \quad (3.3)$$

Con el objetivo de prolongar la vida útil del proyecto, se aplicó un factor por fugas de 5% ($f_{fugas} = 0{,}05$), a razón de las que puedan presentarse en uniones, así como un factor de ampliación del 20% $f_{ampliación} = 0{,}2$).

$$CFM_{TOTAL} = CFM \cdot (1 + f_{fugas} + f_{AMPLIACIÓN}) \quad (3.4)$$

$$CFM_{TOTAL} = 346{,}49 \cdot (1 + 0{,}05 + 0{,}2) = 433{,}11\ CFM \quad (3.5)$$

Como se pudo comprobar los equipos necesarios para la red nueva deben ser de una capacidad mucho mayor a los actuales.

Para el dimensionamiento del mezclador de AGM requerido el procedimiento utilizado fue el mismo a excepción de las correcciones requeridas por temperatura y humedad. El pico de demanda estimado fue de 298,45 SCFM; y a éste se le aplicó también un factor por fugas de 5% ($f_{fugas} = 0{,}05$), a razón de las que puedan presentarse en uniones, así como un factor de ampliación del 20% $f_{ampliación} = 0{,}2$).

$$CFM = SCFM \cdot \left(1 + f_{fugas} + f_{AMPLIACIÓN}\right) \tag{3.6}$$

$$CFM = 298{,}45 \cdot (1 + 0{,}05 + 0{,}2) = 373{,}06\ CFM \tag{3.7}$$

3.2 Trazado de la Red

3.2.1 Ubicación de fuentes

La ubicación del sistema central de suministro de AGM debe cumplir con una serie de lineamientos de seguridad, descritos en la normativa NFPA 99. En la actualidad los compresores de AGM están ubicados dentro de una caseta localizada en un costado del edificio principal.

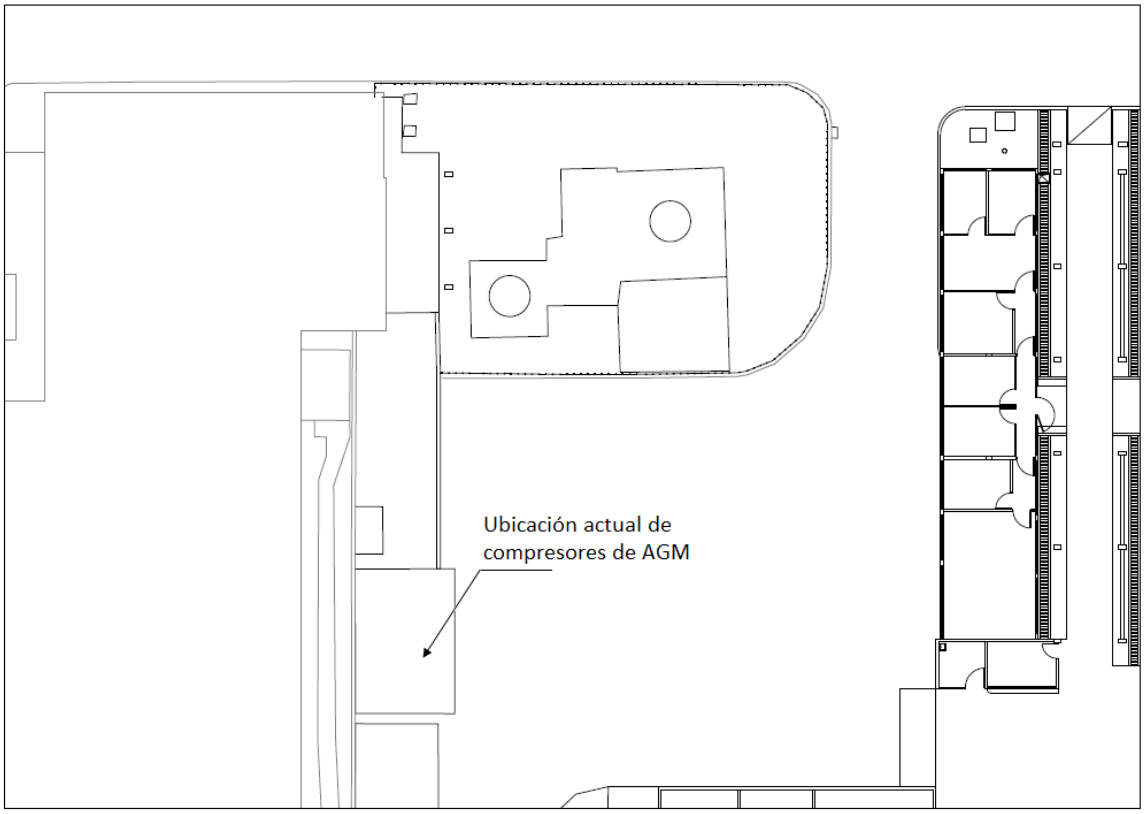


Ilustración 23 Ubicación actual de compresores de AGM (Fuente: autor, 2018)

Los requerimientos de ubicación varían según el tipo de fuente a utilizar.

- Compresores de AGM

Deben estar ubicados dentro de un área dedicada a equipo mecánico y con los servicios requeridos como electricidad, iluminación y drenajes. Las áreas deben estar ventiladas para prevenir la acumulación de calor. El recinto debe estar diseñado de modo que se mantenga el rango de temperatura recomendado por el fabricante del equipo.

En el caso de utilizar compresores de AGM como fuente de suministro para el rediseño, se valoró la opción de ubicarlos en Casa de Máquinas. Actualmente en esta área se ubican las bombas de vacío y las bombas de evacuación de gases anestésicos, por lo que instalar también los compresores de AGM sería una centralización de equipos de gases medicinales.

Sin embargo, se desechó esta opción dado que no cumple con la normativa NFPA 99 específicamente con la sección 5.1.3.6.12 que detalla las exigencias para la toma de aire del compresor. Es necesario que los compresores de AGM realicen la toma de aire de una fuente limpia.

La ubicación de la toma de aire debe estar a una distancia mínima de 7,6 m de escapes de sistemas de ventilación, ventilaciones de sistemas de almacenamiento de combustible, descargas de ventilación de plomería, descarga de sistemas de vacío y evacuación de gases anestésicos (WAGD) o áreas que puedan concentrar escapes de vehículos u otros gases contaminantes. De instalar los equipos en Casa de Máquinas no se podría garantizar que la fuente de aire sea limpia debido a las chimeneas de las calderas.

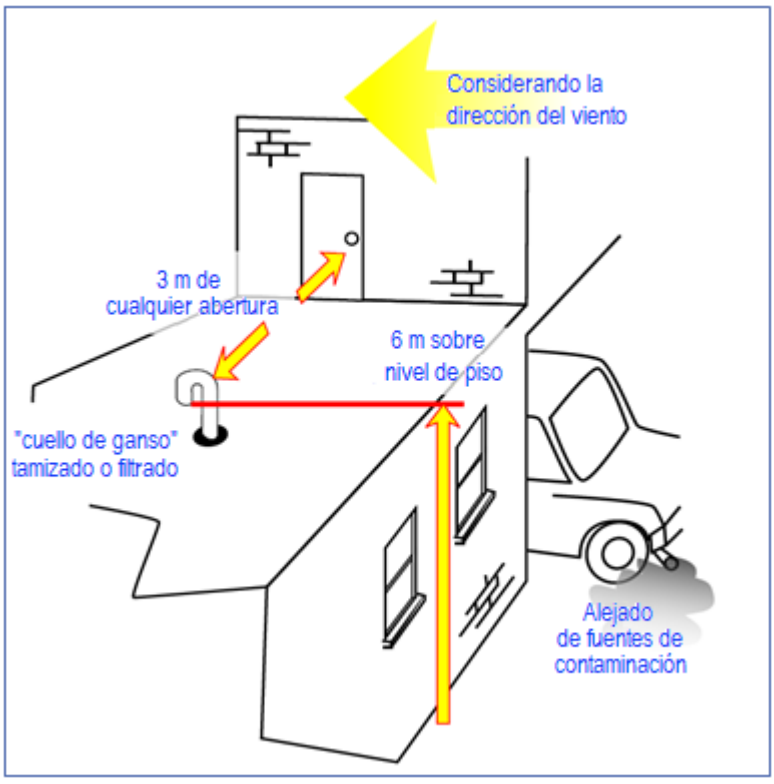


Ilustración 24 Ubicación de Compresores de AGM (BeaconMedaes, 2006)

La toma de aire para los compresores debe estar ubicada a una distancia mínima de 6 m (20 ft) sobre el nivel del piso, y por encima del nivel de techo a una distancia de 3 m (10 ft) mínimo de cualquier ventana, puerta u otro tipo de apertura del edificio.

La normativa NFPA 99 permite que las tomas de aire para distintos compresores sean unidas en una toma común, manteniendo cada compresor aislado por medio de una válvula manual o una válvula de retención, tapa ciega o tapón de tubo; para prevenir que la entrada quede abierta cuando el o los compresores sean retirados para el servicio.

Como se observa en la Ilustración 24, el final de la toma de aire debe estar orientado hacia abajo (cuello de ganso) y protegido por medio de malla u otro mecanismo que evite la entrada de escombros, lluvia o contaminantes.

- Mezclador de AGM

Es importante recordar que el sistema de mezclador de AGM en sitio consiste no solamente en el equipo mezclador propiamente, sino que también incluye fuentes de oxígeno USP y nitrógeno NF para el abastecimiento del sistema.

Tanto el oxígeno USP como el nitrógeno NF son suministrados por medio de sistemas de líquidos criogénicos a granel (*bulk cryogenic liquid systems*), por lo que deben cumplir con la norma NFPA 55 Código para Gases Comprimidos y Líquidos Criogénicos. Estos equipos deben tener un espacio libre de trabajo mínimo de 1 m (3 ft) alrededor del contenedor de almacenamiento, vaporizadores, puerta de gabinete y parte frontal de los reguladores de control de presión, que permita tanto el mantenimiento del sistema como la operación.

El módulo de mezcla, controles, analizadores y tanques deben estar ubicados en interiores, este recinto debe contar con monitoreo atmosférico de la concentración de oxígeno. Al igual que un recinto para compresores de AGM, debe contemplar los servicios necesarios como electricidad, iluminación y drenajes, además de ventilación que mantenga la temperatura recomendada por el fabricante.

3.2.2 Ubicación de válvulas

En general las válvulas de cierre en tuberías de gases médicos, incluyendo AGM deben ser instaladas de modo que aíslen áreas o secciones del sistema de distribución, esto con el objetivo de poder realizar trabajos de mantenimiento, reparaciones o ampliaciones al sistema.

Especificaciones para válvulas de cierre:

1. Tipo de bola, de cuarto de vuelta.
2. Fabricada en latón o bronce.
3. Debe contar con extensiones para soldar.
4. Debe tener un asa que indique abierto o cerrado.
5. Debe estar conformada por tres partes, que permita el servicio en línea.

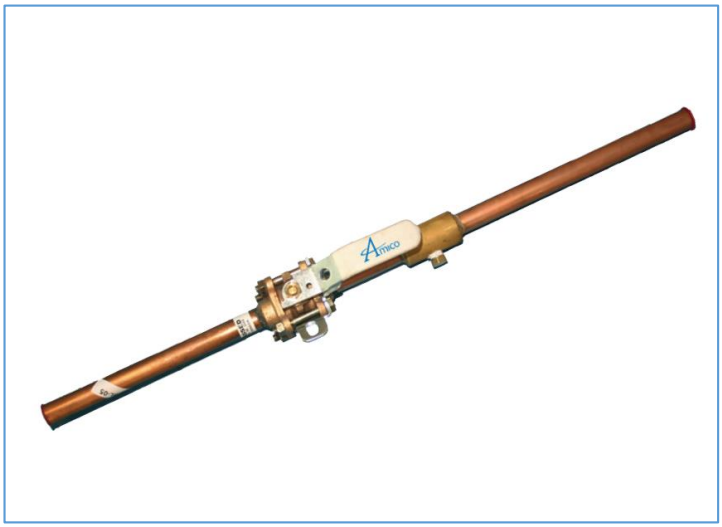


Ilustración 25 Válvula de bola (Fuente: Amico, 2016)

Tipos de válvulas:

- Válvula de fuente, debe ser colocada inmediatamente después de la conexión de la fuente del sistema a la red de tubería de distribución. Esta válvula tiene como objetivo poder aislar la fuente completamente de la red (incluyendo accesorios).

  Esta válvula debe estar ubicada aguas arriba de la válvula de corte de la línea principal, además de estar situada cercana al equipo que suministra el AGM (tanto manifold, compresores o mezclador).

- Válvula de línea principal, está válvula de cierre debe ubicarse en la línea principal de suministro al edificio. Debe estar localizada de forma que solamente el personal autorizado tenga acceso.

  La localización de esta válvula debe ser fuera del recinto de la fuente de AGM, y aguas debajo de la válvula de fuente.
- Válvula de montante, se utiliza en las elevaciones que salen de la línea principal. Este tipo de válvula de corte puede ubicarse en el techo, pero deben mantenerse accesibles.
- Válvulas de servicio, se utilizan para permitir mantenimiento y/o modificaciones en ramales de tubería o en montantes sin necesidad de cerrar la línea principal, el montante o la red. Para cada ramal de un montante se requiere una válvula de servicio, independiente de la cantidad de gabinetes de zonificación.

  La ubicación de estas válvulas debe ser en los ramales de tubería previo a gabinetes de zonificación. Pueden estar localizadas en gabinetes con acceso con cerradura o en el techo, aseguradas en la posición abierto.
- Válvulas de zona, todas las tomas deben ser alimentadas a través de una válvula de zona. La misma debe ser situada de forma que exista una pared divisoria entre la válvula y las tomas que controla, debe servir solamente a las válvulas ubicadas en un mismo piso. No debe ubicarse en la misma habitación con las salidas que controla.

  Esta categoría de válvula debe estar instalada de modo que cualquier persona las pueda manipular en el caso de una emergencia.

  Adicionalmente, en las estaciones salida/entrada se debe instalar un indicador de presión. Estos gabinetes deben instalarse donde estén visibles y accesibles. Una válvula de zona debe ser instalada fuera de cada recinto donde se ubiquen servicios de cuidados críticos, anestesia y soporte vital.
- Válvulas en línea, este tipo de válvula es opcional y es utilizada para aislar o cerrar la tubería que alimenta un cuarto o área, esto con la finalidad de poder realizar trabajos según se requiera.

  Estas válvulas deben estar ubicadas en áreas restringidas, y en posición *abierto.*
- Válvulas para conexiones futuras, dado que estas válvulas son solamente previstas deben estar en posición *cerrado* hasta que vayan a ser utilizadas.
- Válvulas check en línea (antiretorno).

Las válvulas deben estar aseguradas en posición operativa, abierto, debidamente identificadas y ubicadas en lugares seguros (a excepción de las válvulas de zona que deben ser instaladas en gabinetes que permitan la operación manual de las válvulas).

3.2.3 Ubicación de alarmas

Los sistemas de alarmas permiten el monitoreo constante de los sistemas de gases médicos, para este fin utilizan señales visuales y audibles. Según normativa NFPA 99 los sistemas de alarmas deben cumplir con ciertos requisitos básicos:

- Indicadores visuales diferentes para cada condición monitoreada.
- Indicadores visuales que permanezcan en alarma hasta que la situación que causó la alarma sea resuelta.
- Una señal audible cancelable para condición de alarma, que produzca un sonido con un nivel mínimo de 80 dBA a 0,92 m (3 ft).
- Señal visual y audible que indique que el cableado hacia un dispositivo que inicie (detone) una alarma esté desconectado.
- Indicadores debidamente etiquetados, que muestren la condición monitoreada.
- Paneles de alarma etiquetados con el área de vigilancia.
- Reiniciación de la señal audible si ocurre otra condición de alarma mientras la alarma audible está silenciada.
- La energía eléctrica para las alarmas debe provenir de la alimentación de emergencia.

Las alarmas pueden ser de tres tipos distintos: maestra, de área o local.

Alarma maestra

El objetivo de las alarmas maestras es el de monitorear la operación y condición de las fuentes de suministro, las fuentes de reserva y la presión de las líneas principales para cada fluido del sistema de tubería de gases medicinales y de vacío. En el caso del Hospital México esto incluye: oxígeno, aire médico, vacío y extracción de gases anestésicos.

El sistema de alarma maestra debe contar como mínimo con dos tableros en lugares distintos, el primer tablero debe estar ubicado en la zona de trabajo del responsable de los sistemas de tubería de gases medicinales y vacío. Para este rediseño se decidió mantener los equipos para suministro de AGM en la ubicación actual, donde se cuenta con un técnico encargado laborando veinticuatro horas, siete días por semana, y es también donde debe ubicarse el primero de los tableros.

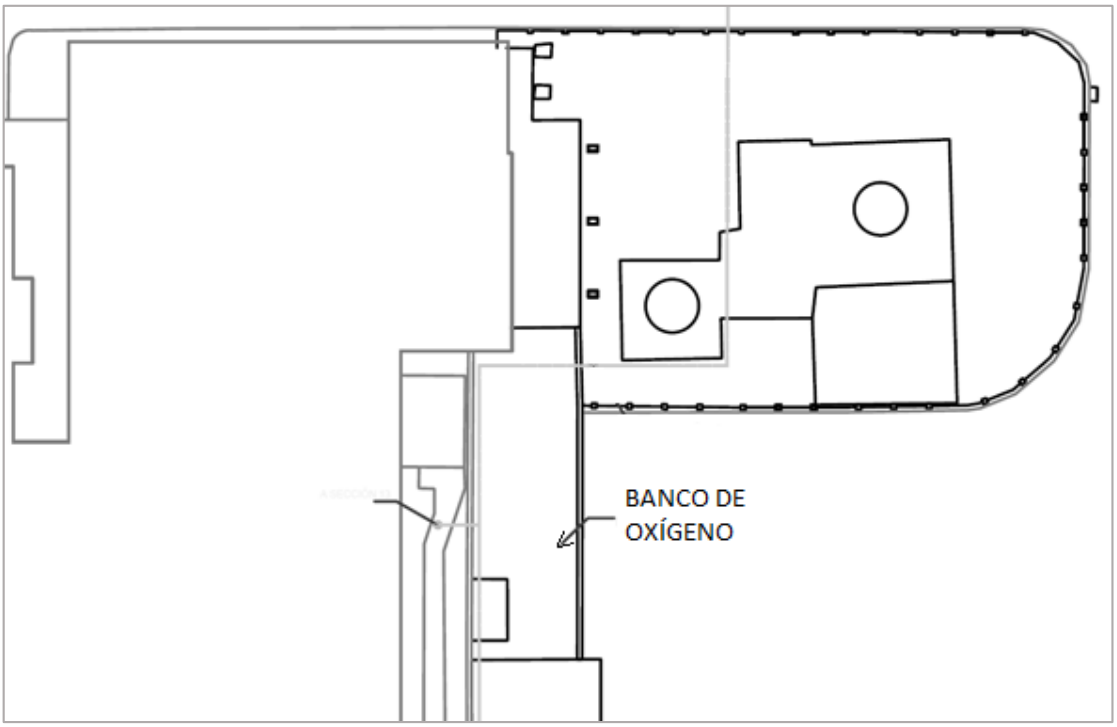


Ilustración 26 Ubicación primer tablero de alarma maestra (Fuente: autor,2018)

Un segundo tablero de alarma maestra debe ubicarse en un área de observación ininterrumpida, para garantizar la vigilancia constante de los sistemas de gases medicinales y de vacío. Para cumplir con este requisito se decidió que el segundo tablero se ubique en la central de monitoreo del Hospital.

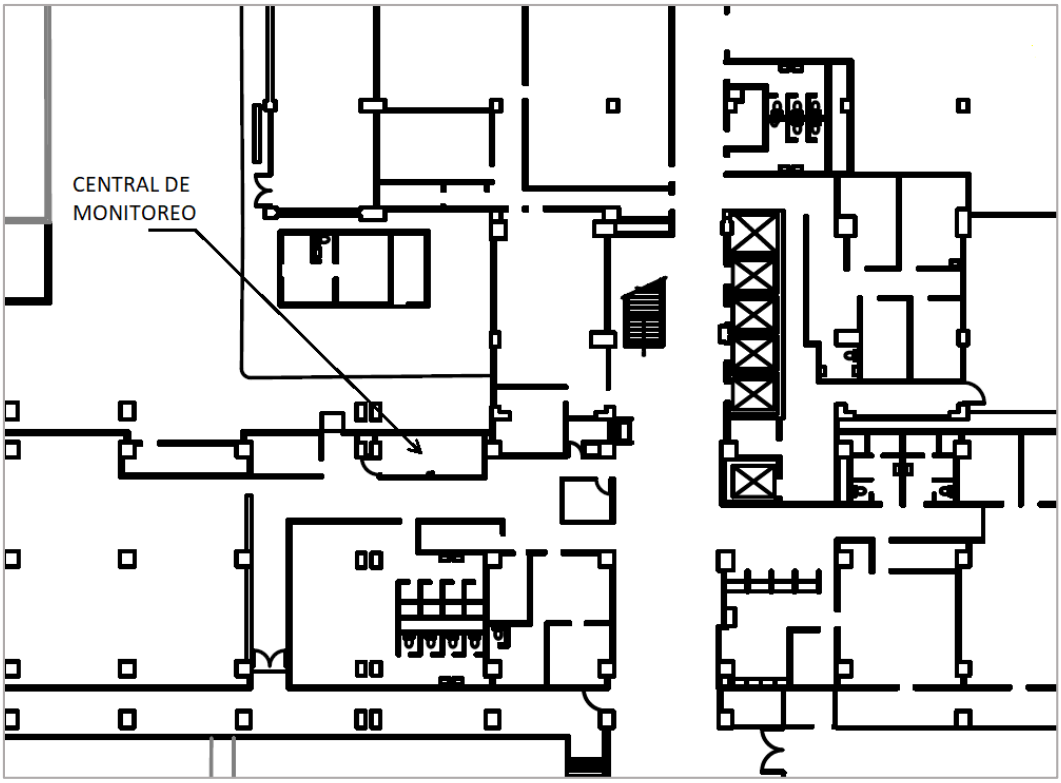


Ilustración 27 Ubicación segundo tablero de alarma maestra (Fuente: autor,2018)

Las alarmas maestras deben incluir las siguientes señales:

- Señal que indique cuando ocurre el cambio del sistema de suministro principal al de reserva.
- Señal que alerte cuando el contenido del brazo de la central de cilindros de reserva está por debajo del suministro promedio de un día.
- Señal que advierta cuando la presión en la línea principal, de cada sistema individual de gases medicinales, aumente o disminuye un 20% de la presión operativa normal.
- Señal de alarma para alto punto de rocío, en cada sistema de aire medicinal, que indique cuando el punto de rocío de presión de línea sea mayor a 2 °C (35 °F).
- Indicador de alarma si la producción de la fuente primaria o la reserva se detiene en un mezclador de aire sintético.

Alarma de área

Las alarmas de área monitorean los sistemas de gases medicinales que alimentan áreas de administración de sedación (moderada, profunda y anestesia total) y áreas de cuidado crítico (unidades de cuidados intensivos, emergencia, sala de shock, recuperación post anestesia).

Aunque la normativa NFPA 99 solamente indica estos dos tipos de recintos para instalación de alarma de área, se decidió incluir varias alarmas por piso seccionando en el mayor de los casos por ala. El propósito de este tipo de alarma es el de alertar al personal que es necesario algún tipo de acción en el caso de que se presente un problema en el suministro de los gases medicinales, y así prevenir riesgos a los pacientes.

Este tipo de alarma debe ser ubicada en puestos de enfermas, o áreas similares en las que haya personal, que note la condición de alarma en el caso de que se presente. Las alarmas de área deben mostrar si la presión de las líneas en las áreas que monitorean aumenta o disminuye en un 20% de la presión de línea normal.

Alarma local

Las alarmas locales se instalan para monitorear la operación ya sea del sistema de compresores de AGM, o de los sistemas mezcladores. Si hay más de un sistema en diferentes lugares es necesario que cada ubicación tenga alarmas distintas en todos los tableros de alarma maestra.

Las señales de las alarmas deben conectadas de modo que la alarma maestra incluya al menos una señal de los equipos de fuente para indicar cualquier problema que se presente en el equipo fuente.

Las alarmas locales deben incluir los siguientes indicadores para el AGM:

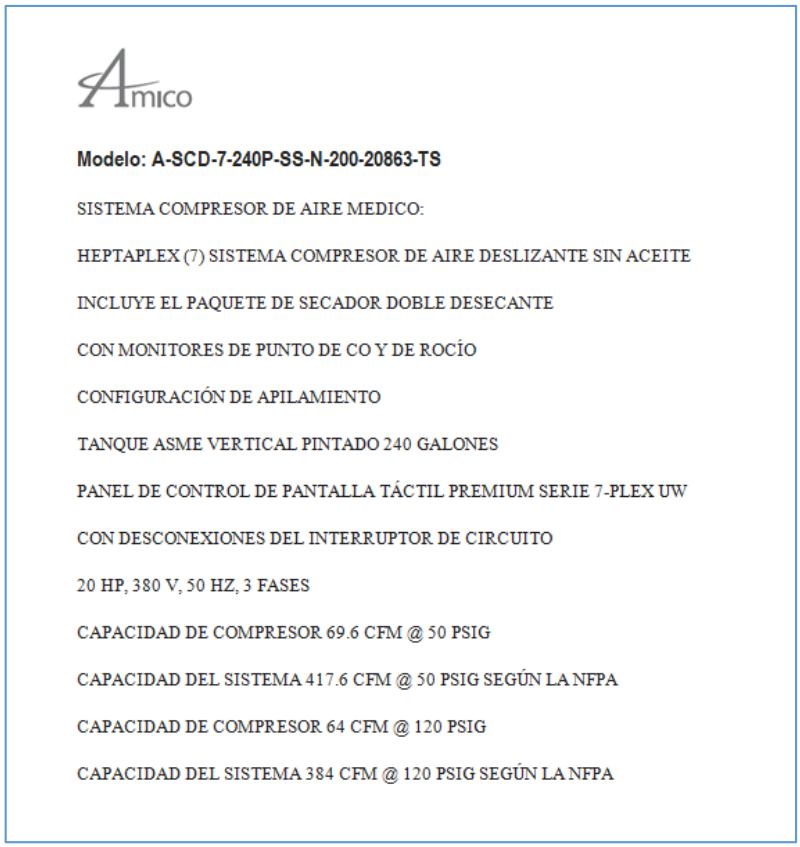
- En un sistema de compresores, señal que indique cuando el último de los compresores haya recibido señal de arranque.
- Alto nivel de monóxido de carbono, debe activarse si el nivel de CO es de 10 ppm o más alto.
- Alto nivel de punto de rocío, debe activarse cuando el punto de rocío de línea de presión sea mayor a 2 °C (35 °F).

3.3 Equipos

3.3.1 Compresores

Los compresores fueron seleccionados según la capacidad determinada en el punto 3.1.1 (433, 11 CFM). La capacidad requerida para este rediseño es mayor a lo que comúnmente se maneja en el mercado, por lo que las fichas técnicas no se encuentran disponibles en catálogos.

Se realizó la consulta a distribuidores a nivel nacional e incluso a fabricantes directamente, y se obtuvo respuesta por parte de la empresa Amico por medio del representante autorizado Ingeniería Hospitalaria OCR S.A. El modelo del equipo seleccionado fue el A-SCD-7-240P-SS-N-200-20863-TS. De este compresor no se cuenta con ficha técnica, ya que por lo alto de su capacidad y la complejidad del sistema la fábrica tendría que hacer una ficha técnica especialmente para el equipo siempre y cuando se les asegure que se les va a realizar la compra. Sin embargo, fue posible obtener las características básicas del mismo:



Amico

Modelo: A-SCD-7-240P-SS-N-200-20863-TS

SISTEMA COMPRESOR DE AIRE MEDICO:

HEPTAPLEX (7) SISTEMA COMPRESOR DE AIRE DESLIZANTE SIN ACEITE

INCLUYE EL PAQUETE DE SECADOR DOBLE DESECANTE

CON MONITORES DE PUNTO DE CO Y DE ROCÍO

CONFIGURACIÓN DE APILAMIENTO

TANQUE ASME VERTICAL PINTADO 240 GALONES

PANEL DE CONTROL DE PANTALLA TÁCTIL PREMIUM SERIE 7-PLEX UW

CON DESCONEXIONES DEL INTERRUPTOR DE CIRCUITO

20 HP, 380 V, 50 HZ, 3 FASES

CAPACIDAD DE COMPRESOR 69.6 CFM @ 50 PSIG

CAPACIDAD DEL SISTEMA 417.6 CFM @ 50 PSIG SEGÚN LA NFPA

CAPACIDAD DE COMPRESOR 64 CFM @ 120 PSIG

CAPACIDAD DEL SISTEMA 384 CFM @ 120 PSIG SEGÚN LA NFPA

Ilustración 28 Especificaciones Técnicas para compresores modelo A-SCD-7-240P-SS-N-200-20863-TS, marca Amico (Fuente: Ingeniería Hospitalaria, 2018)

El banco de compresores estará compuesto por 7 unidades, que generarán 69,6 CFM cada uno, para un total de 417,6 CFM a 50 psig.

A modo de referencia, se muestra a continuación un sistema de compresores tipo scroll hexaplex de la marca Patton´s Medical, modelo 62-63-205-PDS.

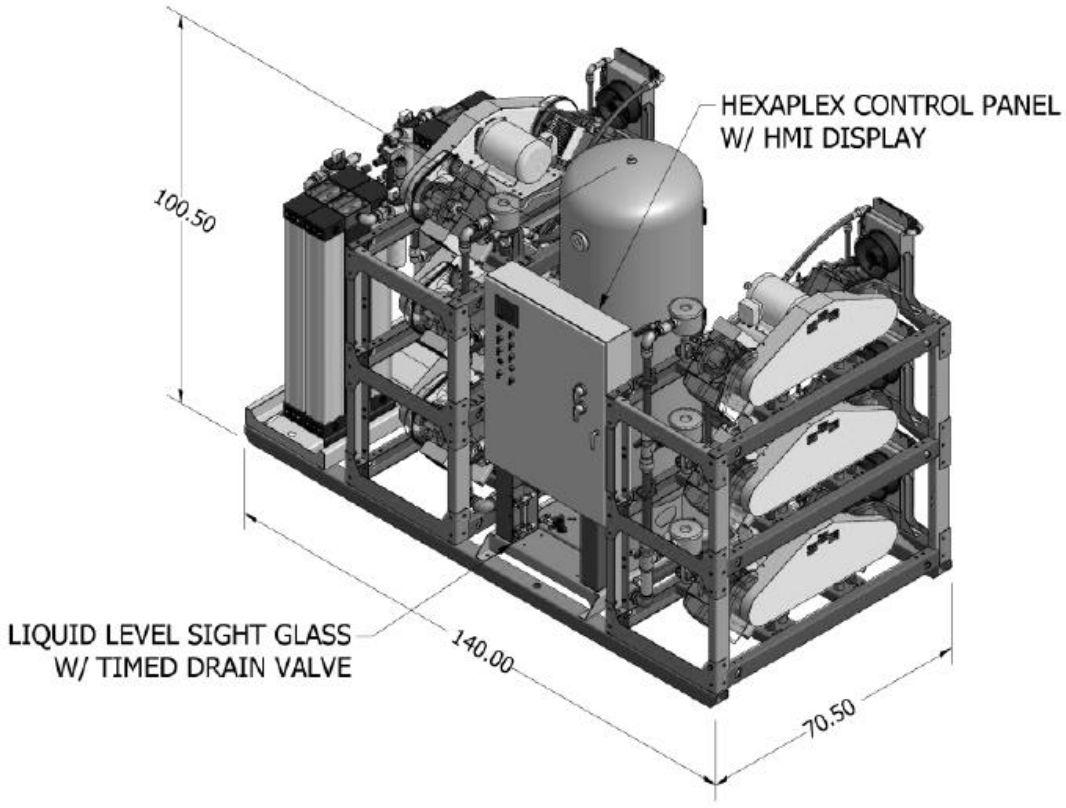


Ilustración 29 Compresor Hexaplex (Fuente: Patton's Medical, 2012).

3.3.2 Mezclador

A inicios de este año se tomó la decisión en el Hospital de implementar un mezclador de AGM. El equipo es el primero que se instaló en el país y está funcionando oficialmente desde abril de este año. El mezclador instalado es de la marca Witt, modelo MED-MG200-2ME GB A, y opera con un tanque receptor de 500 l.

Ilustración 30 Placa de mezclador instalado (Fuente: autor, 2018)

Dado que no se contaban con las instalaciones requeridas, se dedicó un área verde cercana a los tanques de oxígeno y nitrógeno existentes para la instalación de un contenedor adaptado para cumplir con los requisitos de la normativa NFPA 99.

El mezclador instalado tiene la capacidad de suplir hasta 200 CFM. Este equipo no fue seleccionado según el caudal estimado en este documento debido a que es un plan piloto, por lo que de implementar la red como en este se indica será necesario sustituirlo por uno de mayor capacidad.

Ilustración 31 Labores de instalación de contenedor (Fuente: autor, 2018)

Ilustración 32 Contenedor para mezclador de AGM (Fuente: autor, 2018)

Ilustración 33 Equipos instalados de gases médicos (Fuente: autor, 2018)

Para el suministro de gases criogénicos se emplean dos tanques, uno de Nitrógeno con capacidad de 3000 galones y uno de Oxígeno con capacidad de 3000 galones.

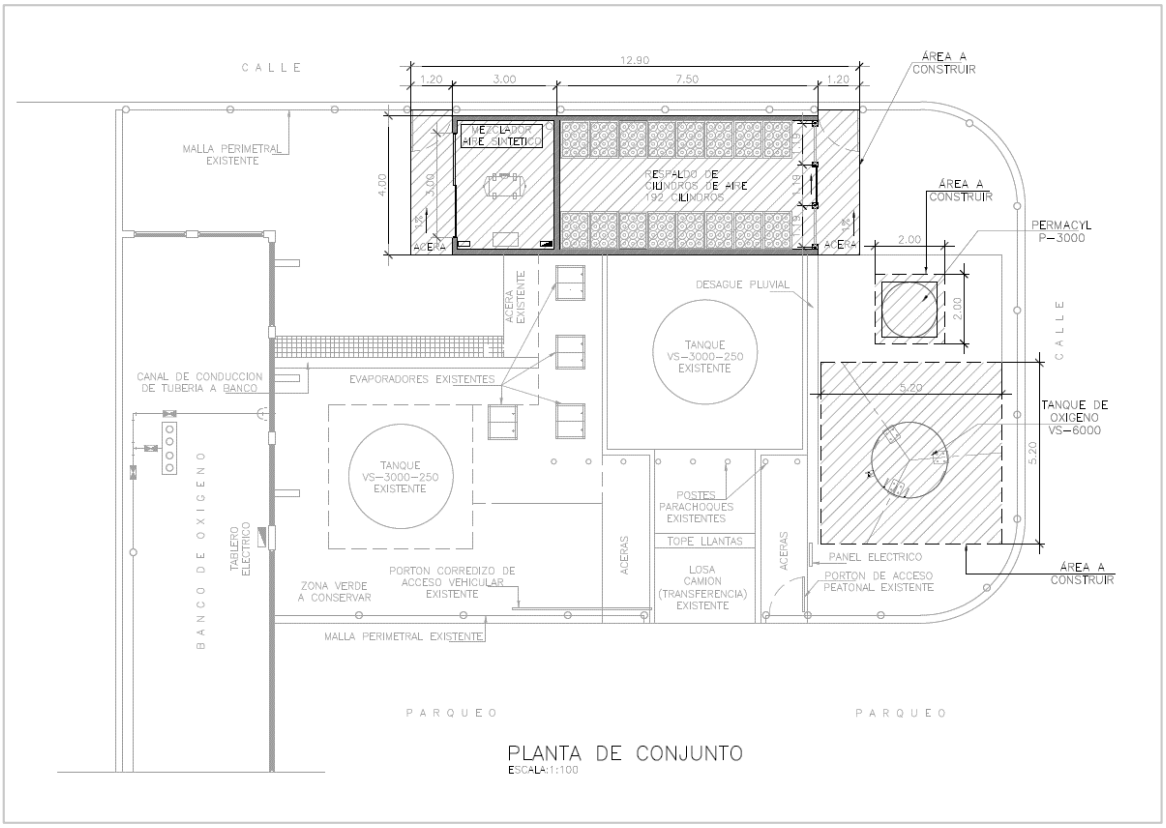


Ilustración 34 Planta de conjunto, banco de Oxígeno (Fuente: Praxair, 2017)

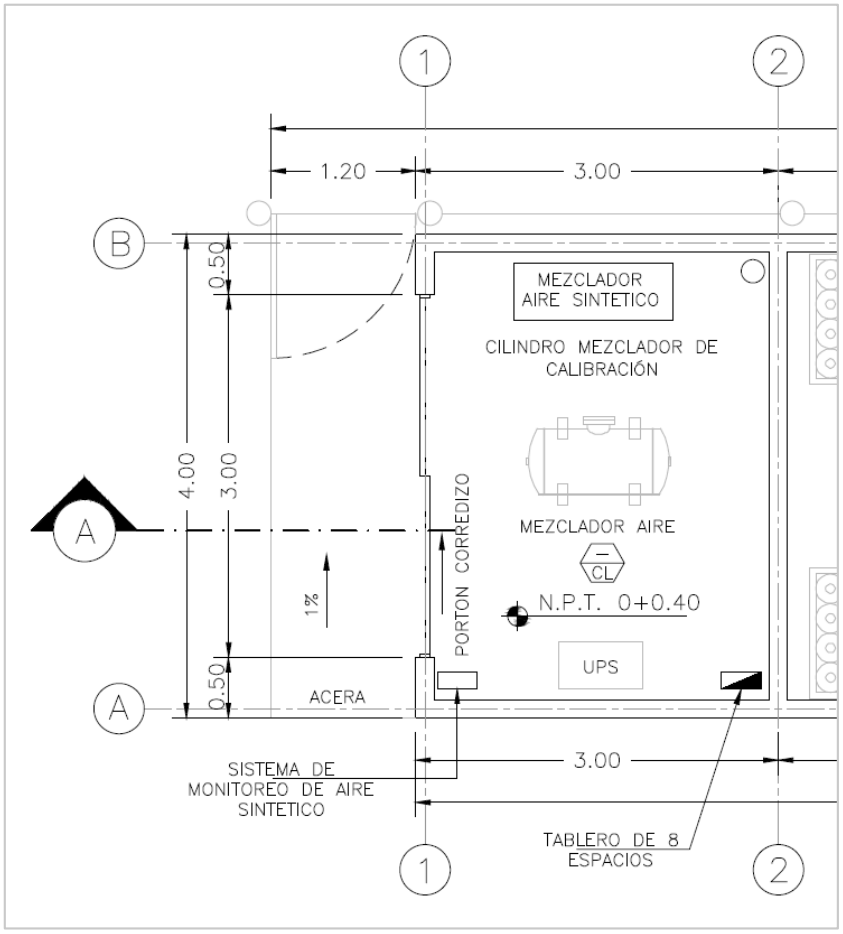


Ilustración 35 Planta del mezclador de aire sintético (Fuente: Praxair, 2017)

Dado que en el Hospital se cuenta también con compresores de AGM el mezclador está operando durante la mitad del día, específicamente de 6 pm a 6 am. La preferencia por la operación en horas de la noche se debe al menor nivel de ruido y de demanda de AGM en el Hospital. En horas de la noche no se programan cirugías usualmente, con excepción de las emergencias, lo cual reduce la demanda de AGM.

Durante los últimos meses se ha podido observar el consumo real, que se muestra en la siguiente tabla.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Consumo de AGM (kg)	21 552,61	12 848,67	15 086,83	10 610,52	12 417,91

Tabla 37 Consumo de AGM en mezclador (Fuente: autor, 2018).

Durante el mes de abril el consumo de aire clínico, como se denomina a la mezcla producida en sitio, fue más elevado ya que se utilizaron los compresores durante las 24 horas del día con el objetivo de probar que el funcionamiento de los mismos fuera el correcto. Posterior a esto los valores se han mantenido bastante estables.

Como se mencionó previamente, aunque el mezclador actual ha sido capaz de suplir el consumo del Hospital, al implementar los cambios expuestos en este rediseño ya el equipo no va a ser apto. Según el caudal estimado (373,06 CFM), por lo que se escogió el mezclador MED-MG500-2ME GB A de la marca Witt. Este equipo tiene la capacidad de suplir hasta 500 CFM.

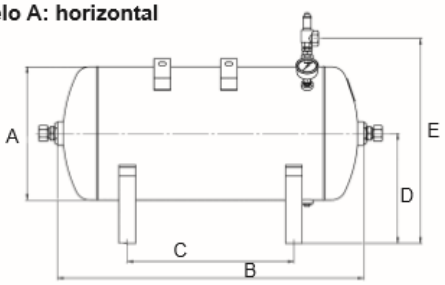
Type	MED-Receiver	Order-No.
MED-MG 50-2ME GB A	≥ 100 l	605-515
MED-MG 100-2ME GB A	≥ 250 l	606-516
MED-MG 200-2ME GB A	≥ 500 l	607-513
MED-MG 500-2ME GB A	≥ 2000 l	on request

Ilustración 36 Modelos de Mezclador de aire sintético disponibles (Fuente: Witt, 2018)

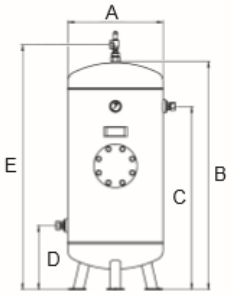
Ilustración 37 Mezclador de aire modelo MED-MG 500-2ME GB A (Fuente: Witt, 2018)

Para el tamaño del mezclador seleccionado, se requiere un tanque de almacenamiento de volumen mínimo de 2000 l. Se seleccionó el modelo B, con capacidad de 2000 L, vertical para así ahorrar espacio.

Modelo A: horizontal



Modelo B: vertical



	Volumen [Litros]	presión máx. en barÜ	A/ Ø [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	Peso [kg]	[1] Conexiones del depósito Entrada + Salida	Conexión SV para tubería de purga
Modelo A	20	10/16	246	500	260	196	320	12.5	WITTFIX AD15 mm o clavija 9	1/2"NPT H
	100	10/16	400	920	500	330	615	49.0	WITTFIX AD22 mm	1/2"NPT H/G1 H
	250	11/16	550	1185	600	355	717	94.0	WITTFIX AD22 mm	G1-G1.1/4 H
Modelo B	250	11/16	550	1319	1059	371	1416	89.0	WITTFIX AD22 mm	G1-G1.1/4 H
	500	11/16	600	2058	1803	365	2155	160.0	WITTFIX AD22 mm	G1-G1.1/2 H
	1000	11/16	800	2270	1970	390	2393	290.0	WITTFIX AD22 mm	G1-G2 H
	2000	11/16	1152	2340	1900	610	2463	540.0	Extremo para soldar 35 mm	G1.1/2 H

Todos los valores son aproximados

Ilustración 38 Modelos de tanque de aire sintético disponibles (Fuente: Witt, 2018)

Ilustración 39 Tanque receptor modelo B, de 2000 L (Fuente: Witt, 2018)

Respecto al mantenimiento, las rutinas de mantenimiento preventivo que se están realizando de acuerdo al fabricante incluyen, según frecuencia:

- Frecuencia semanal
    - Calibración de células de medición.
- Frecuencia mensual
    - Limpieza de la parte exterior del equipo
    - Inspección de exteriores y conexiones del equipo
    - Prueba de funcionamiento a los reguladores de presión
    - Prueba de funcionamiento a las células de medición
- Frecuencia semestral
    - Cambio de filtros
- Frecuencia anual
    - Prueba de funcionamiento a interruptores de caudal
    - Cambio de filtros

    - Inspección de gas de calibración, presiones de entrada, presión de trabajo, módulo de alarma, unidades de control, manómetros, válvulas solenoides, señales de salida análogas y digitales.
- Frecuencia bienal (cada dos años)
    - Cambio de válvulas solenoides, válvulas antirretorno, batería de reserva de controlador y batería de reserva del módulo de alarma.
- Frecuencia trienal (cada tres años)
    - Cambio de manómetros
- Frecuencia quinquenal
    - Cambio de regulador de fluido y unidades de control

Siempre que se realicen trabajos en las conexiones se debe verificar que no haya existencia de fugas.

3.3.3 Equipos complementarios

Caja de válvulas y Alarmas

Las alarmas de zona y caja de válvulas escogidas son módulos que vienen en “combo”, de modo que se simplifique la instalación y sea más eficiente. Debido a que el Hospital cuenta con una infraestructura existente que en ocasiones limita la instalación de equipos. Como se indicó en planos, en las zonas donde se aplica sedación a pacientes las cajas de válvulas deberán tener la opción de ser utilizado para los cuatro gases medicinales principales: oxígeno, AGM, vacío y extracción de gases anestésicos. En el resto de las áreas sólo se requieren los tres primeros gases.

Las cajas de válvulas ser instaladas a una altura de entre 1,2 y 1,5 m del nivel de piso terminado al centro de la Caja de Válvulas (según normativa NFPA 99). Como se estableció en apartados previos, las alarmas maestras son en total dos, ubicadas en el Banco de Oxígeno y en la Central de Monitoreo.

La instalación debe ser realizada según los lineamientos de NFPA 99, los accesorios serán tipo soldados en todas las juntas y conexiones utilizando figuras de cobre con soldadura de plata al 15% (sin revestimiento), certificados ASME B16.22. La soldadura debe ser realizada utilizando varillas de aleaciones de plata cuyo punto de fusión exceda los 538 °C (1000 °F), para así mantener la integridad del sistema de tuberías en caso de exposición al fuego.

Las uniones cobre-cobre deben ser soldadas con soldadura autógena tipo cobre-fosforado (Serie BCuP) sin fundente.

Componente	Especificación
Alarmas de zona (caja de válvulas)	Marca: Amico Modelo: AVS (Tubería principal) Marca: Amico Modelo: VBS (Empotrado en pared)
Alarmas maestras remotas, panel (Banco de Oxígeno y Central de Monitoreo)	Marca: Amico Modelo: A2P-MAST-S-ISO
Salidas de pared	Marca: Allied Healthcare Products Modelo: 64-02-5053P
Tubería	En cobre tipo L, certificado ASTM B 819, según diámetros y longitudes especificadas
Accesorios para instalación	En cobre, certificados ASME B16.22
Soldadura	Plata al 15% (sin revestimiento), certificado ASME B16.22 Serie BCuP, sin fundente.

Tabla 38 Componentes de la instalación de AGM (Fuente: autor, 2018)

Manifold

Según la normativa NFPA 99, un cabezal de cilindros debe proveer el suministro promedio de al menos un día. La demanda pico calculada dio como resultado 433,11 CFM, o 12 264,31 lpm. Para un respaldo de veinticuatro horas se requerirán 17 660 606,4 litros. Se escogió utilizar cilindros tipo H, cuyo contenido es de 6030 litros. Por lo que para un respaldo de doce horas se requerirían 2929 cilindros aproximadamente.

Disminuyendo el tiempo de respaldo a 12 horas, se requerirían 1465 cilindros. Esta condición seguiría teniendo un impacto demasiado alto en espacio físico, además de que el cambio de 1465 cilindros de AGM cada doce horas representa un desgaste demasiado alto e innecesario para el personal.

Por este motivo se descarta el uso del cabezal de distribución de cilindros para el Hospital México.

3.4 Dimensionamiento de las tuberías

La normativa NFPA 99 especifica que los sistemas de tubería deben ser diseñados y dimensionados de modo que sean adecuados para suministrar los caudales de gases médicos a las presiones de operación requeridas. La tubería debe ser de cobre tipo L, certificado ASTM B 819.

En cuanto a dimensiones mínimas, la normativa NFPA 99 define que las tuberías principales y los ramales no pueden tener un tamaño menor a DN 15 mm (NPS ½"). Las bajantes para las estaciones individuales de salida (tomas) no deben menores a DN 15 mm (NPS ½") y los tramos que alimentan tableros de alarma, conexión a manómetros y dispositivos de alarma deben ser mayor o iguales a DN 8 mm (NPS ¼").

La tubería debe ser protegida contra corrosión y daño físico, y en el caso de ser instalada en forma subterránea dentro de edificios o empotrada (pisos o paredes de concreto) debe ser instalada en un conducto continuo.

Para poder dimensionar la tubería se determinaron los puntos críticos, o más alejados, en los cuales según normativa NFPA 99 no debe haber una caída de presión superior 0,345 bar (5 psig). Para este diseño los puntos críticos son:

- Quirófanos de Oftalmología, en la consulta externa
- La unidad de tratamiento intensivo, en el sétimo piso del edificio principal
- Segundo piso del edificio de Radioterapia y Quimioterapia

En el caso de la Torre de Quirófanos dado que los planos aún no son definitivos, no fue posible realizar el estudio del tramo que suministra AGM a esta área. Los cálculos para determinar las caídas de presión fueron realizados por medio de una hoja de Excel que se encuentra adjunta.

El punto de inicio para los cálculos fue "PPL", el fue definido previamente en los planos, a partir de éste se presentan las caídas de presión. La hoja de cálculo permite ingresar el nombre de cada tramo, seguido por la longitud del mismo. Para cada tramo se incluyeron los datos de cantidad de cajas de válvulas y salidas de AGM, con su respectiva equivalencia en longitud.

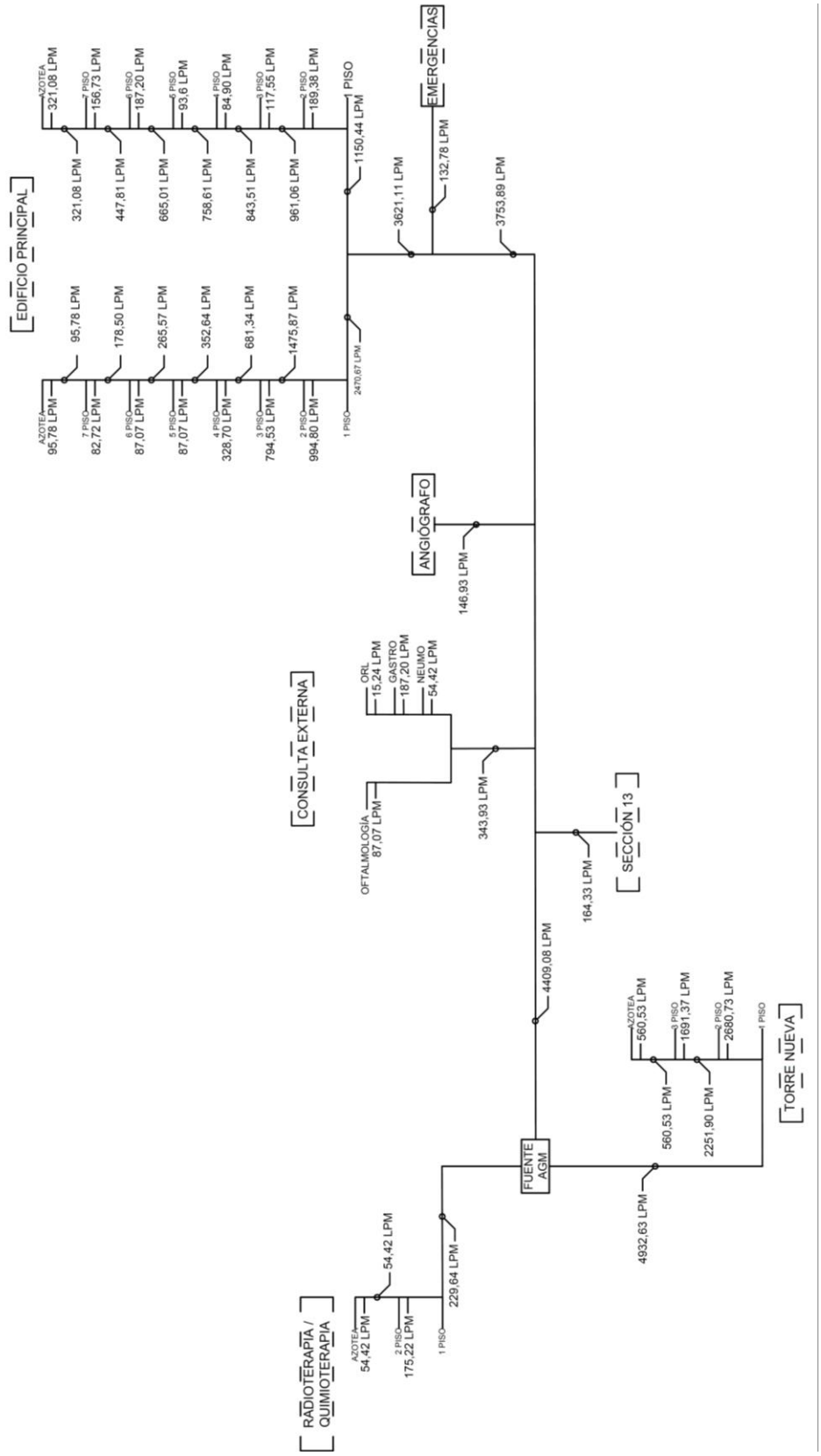


Ilustración 40 Distribución de Caudales (Fuente: autor, 2018)

Longitud Estimada para Elementos Especiales		
Elemento:	**Longitud Adicional:**	
	m	**pies**
Caja de Válvulas	4	13,12
Salidas de gases	1,5	4,92

Tabla 39 Longitud de elementos especiales (Fuente: NFPA 99, 2012)

Estos datos fueron sumados para cada tramo, y este dato se multiplicó por un 1,5 para contabilizar las pérdidas que se dan a través de los accesorios (Tes, codos, reducciones, uniones, válvulas y demás), el resultado obtenido es la "Longitud Efectiva".

La "Presión al inicio del tramo" correspondió a la presión existente al inicio de cada sección de la tubería, según normativa NFPA 99 el AGM debe mantenerse la presión en un rango de 50 psig +/- 5 psig. Para este rediseño se estableció la presión inicial en 60 psig debido a las grandes distancias de tubería. La columna de "caída de presión disponible" se utilizó para comprobar que el rango de las pérdidas de presión se mantuviera dentro de los valores aceptables. Para cada tramo se indicó el "caudal de diseño por salida" que corresponde a 15 litros por minuto (lpm) y se calculó el "caudal de diseño por tramo" el cual correspondió al total según la cantidad de salidas. Se indicó también el factor de uso, para calcular el caudal ajustado. A este valor se le aplicaron los factores de corrección por altitud y ampliación, aplicados anteriormente. A continuación, se detalla un ejemplo de cálculo.

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	LPM CORREGIDO
NEUMOLOGÍA	Laboratorio de fisiología	1	15	50%	7,50	10,88
	Broncoscopía	1	15	50%	7,50	10,88
	Recuperación	3	15	50%	22,50	32,65
GASTRO	Ultrasonido	1	15	10%	1,50	2,18
	Invasivo Menor	4	15	75%	45,00	65,30
	Recuperación	11	15	50%	82,50	119,72
ORL	Examen	7	15	10%	10,50	15,24
OFTALM	Quirófanos	4	15	100%	60,00	87,07
					237,00	**343,93**

Tabla 40 Cálculo de caudal para derivación de Consulta Externa (Fuente: autor, 2018)

Para cada tramo se estableció en la columna “Diámetro de tubería” el tamaño seleccionado. Posteriormente, con base en el caudal de diseño y el diámetro de la tubería se encontró la caída de presión existente en cada 100 pies de tubería equivalente. Este valor se multiplicó por la longitud equivalente y se obtuvo la caída de presión en cada tramo. El valor obtenido se le restó a la presión inicial del tramo, para obtener la presión final, la cual debió tener como mínimo un valor de 50 psig.

En algunos de los tramos el valor obtenido de presión final, que corresponde a la salida o toma de AGM el valor es superior al recomendado por lo que para estos casos se debe instalar un regulador de presión.

Por medio de los planos y caudales calculados se comprobaron las rutas críticas ya que, si para éstas la presión está dentro del rango adecuado, entonces el resto de la red también lo está.

Tramo	Longitud Medida de tubería		Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
PPL - QT/RT	50,11	164,40	246,60	60,0000	5,0000	229,64	1"	0,0360	0,0888	59,9112
PPL - TORRE	200,00	656,17	984,25	60,0000	5,0000	4932,63	2 1/2"	0,1170	1,1516	58,8484
PPL-HOSP	104,97	344,39	516,58	60,0000	5,0000	4409,08	2 1/2"	0,0970	0,5011	59,4989

Tabla 41 Caídas de presión a derivaciones principales (Fuente: autor, 2018)

Tramo	Longitud Medida de tubería		Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
PPL - CSLT EXT	53,25	174,70	262,06	60,0000	5,0000	4409,08	2 1/2"	0,0970	0,2542	59,7458
CLST EXT - TEC A	55,43	181,86	272,79	59,7458	4,7458	343,93	1"	0,0720	0,1964	59,5494
TEC A- TEC B	62,00	203,41	305,12	59,5494	4,5494	87,07	3/4"	0,0230	0,0702	59,4792
TEC A - TEC C	14,55	47,74	71,60	59,5494	4,7458	256,86	1"	0,0410	0,0294	59,5200
TEC C - TEC D	7,27	23,85	35,78	59,5200	4,4792	15,24	3/4"	0,0020	0,0007	59,5193
TEC C - TEC E	21,85	71,69	107,53	59,5200	4,4792	241,62	1"	0,0410	0,0441	59,4760
TEC E - TEC F	9,08	29,79	44,69	59,4760	4,4351	187,20	1"	0,0260	0,0116	59,4643
TEC E - TEC G	32,60	106,96	160,43	59,4760	4,4351	54,42	3/4"	0,0110	0,0176	59,4583

Tabla 42 Caídas de presión en techo de Consulta Externa (Fuente: autor, 2018)

Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
TEC B -A	15,57	51,08	0,00	0,00	76,62	59,4792	4,4792	87,07	3/4"	0,0230	0,01762	59,4616
A-B	4,29	14,07	1,00	13,12	40,80	59,4616	4,4616	43,54	3/4"	0,0080	0,00326	59,4583
B-B1	1,78	5,84	0,00	0,00	8,76	59,4583	4,4583	21,77	1/2"	0,0200	0,00175	59,4566
B-B2	3,24	10,63	0,00	0,00	15,94	59,4583	4,4583	21,77	1/2"	0,0200	0,00319	59,4551
A-C	3,47	11,38	1,00	13,12	36,76	59,4616	4,4616	43,54	3/4"	0,0080	0,00294	59,4587
C-C1	1,78	5,84	0,00	0,00	8,76	59,4587	4,4587	21,77	1/2"	0,0200	0,00175	59,4569
C-C2	3,24	10,63	0,00	0,00	15,94	59,4587	4,4587	21,77	1/2"	0,0200	0,00319	59,4555

Tabla 43 Caídas de presión en Oftalmología, Consulta Externa (Fuente: autor, 2018)

Los cálculos completos se detallan en los anexos.

Detalles para la instalación de tuberías

Toda la instalación horizontal se soportará a intervalos, según la siguiente tabla:

Diámetro nominal - Sistema Americano (pulgada)	Diámetro nominal - Sistema Internacional (cm)	Espaciamiento (m)
¼	0,635	1,52
⅜	0,953	1,83
½	1,27	1,83
¾	1,91	2,13
1	2,54	2,44
1 ¼	3,175	2,74
1 ½	3,81	3,05

Tabla 44 Soportes (Fuente: NFPA 99, 2012)

Las tuberías verticales deben ser soportadas en cada nivel de piso, siempre y cuando la altura no exceda los 4,57 metros. En donde existen cerchas, las tuberías deben ser fijadas a ellas con agarraderas galvanizadas, pero no fijadas a las vigas.

En la fijación de soportes debe hacerse el trabajo de modo que no perjudique los muros, vigas o cualquier otro elemento de construcción. La soportería deberá fijarse firmemente a la estructura, no permitiendo fijarse en madera o algún otro material que esté sujetado a la estructura del edificio, se utilizarán gazas acordes a la soportería y diámetro de la tubería.

La cinta y pasta selladora de uniones roscadas (Teflón) a utilizar en las tuberías de gases medicinales será del tipo resistente al oxígeno, que no genere un riesgo de combustión, de material politetrafluoroetileno (PTFE), igual o superior a Mill-Rose Full-Density Green Thread Seal
Tape.

Todas las tuberías incluidas en este proyecto, deben identificarse conforme a la norma ISO, mediante etiquetas. Cada tubería de gases médicos debe ser identificada con etiquetas adhesivas que indiquen el nombre del gas que transporta la tubería y la dirección de flujo de dicho gas. Los colores de estas etiquetas serán acordes con lo descrito antes para los colores de las tuberías, según el estándar ISO.

El tamaño de la leyenda será como se indica a continuación:

Diámetro de la tubería (mm)	**Altura de las letras**
50-62-75	30
32-38	20
Menor que 32	10

Tabla 45 Altura de letras (Fuente: NFPA 99, 2012)

Se debe colocar la identificación de acuerdo con lo siguiente:

- A una distancia de 0,5 m de cada válvula.
- A una distancia de 0,90 m de todos ambos lados de una tee.
- A una distancia de 0,90m de cada codo.
- En intervalos no mayores a 3 m (arriba de techos suspendidos) o 6 m (tubería expuesta).
- A cada lado de la tubería cuando ésta atraviesa una pared alta que impida ver la continuación de la tubería.

Se debe pintar todas las tuberías que van enterradas, de forma que se cubra todo el tubo. Cada mano tendrá un espesor mínimo de 50 micrones de película seca.

Las tuberías expuestas no deben ser pintada, sino que serán identificadas por medio de etiquetas con los colores que correspondientes, el material de la etiqueta deberá ser de primera calidad, deberá contar con resistencia certificada a para trabajar en interiores y exteriores, abrasión, humedad y variaciones de temperatura, será autoadhesiva.

Todas las tuberías, ductos y equipos deberán estar debidamente identificados, con etiquetas autoadhesivas.

Ilustración 41 Etiquetado de tubería (Fuente: autor, 2018)

Se requiere etiquetar dirección del flujo:

- La dirección del flujo del fluido debe indicarse con una flecha situada próxima al texto.
- La flecha se debe pintar directamente sobre la tubería.

Separación de la Información Complementaría y Dirección del Flujo:

- A una distancia de 500 mm de cada válvula.
- A una distancia de 1 metro de todos los lados de una tee.
- A una distancia de 100 mm de un codo.
- A una distancia de 3 metros máxima en tramos ocultos y de 600 mm en tramos expuestos a la vista.
- La abreviatura del fluido, deberá estar junto al nombre del mismo, a su vez la flecha de
- Dirección de Flujo, se deberá ubicar a 100 mm de cada abreviatura.

Las válvulas serán identificadas con colillas de aluminio o latón, de un tamaño no menor de tres centímetros (3 cm) de diámetro, con leyenda estampada identificando su uso.

3.5 Comparación de equipos

A la fecha la capacidad de suministro de AGM ha resultado suficiente, sin embargo, según cálculos realizados de presentarse un pico en el consumo el sistema actual no sería capaz de cubrir los requerimientos de pico de demanda poniendo en riesgo la vida de los pacientes. Dada la vida de útil que la red ha resistido se puede inferir que esta fue sobredimensionada.

Para el diseño original del Hospital se utilizaron normas mexicanas, y las memorias de cálculo no se encuentran disponibles para revisión. El sobredimensionamiento de la red se pudo comprobar por cuanto se han realizado ampliaciones no sólo en la cantidad de salidas de AGM y equipos, sino que adicionalmente al pasar el tiempo las pérdidas por fugas y por suciedad propiamente en la tubería van repercutiendo en pérdidas de presión mayores.

Los cálculos para el dimensionamiento de la fuente arrojaron resultados muy variables, si bien las hojas de cálculo parecían ser similares los resultados no lo fueron. Esto se debió a la clasificación que cada fabricante ha establecido, después de realizar un análisis e investigar sobre la confiabilidad de los fabricantes se procedió a utilizar como base el resultado obtenido con la hoja de Ohio Medical.

Para los equipos se seleccionaron en el caso de los compresores la marca Amico, que tiene representación autorizada en el país por parte de la empresa Ingeniería Hospitalaria OCR.; mientras que el mezclador instalado es marca Witt distribuido por Praxair en Costa Rica.

El rediseño incluyó un factor de ampliación de 20%, tomando en consideración que los equipos utilizados, así como las instalaciones del Hospital propiamente van cambiando. El AGM resulta de vital importancia en el Hospital, dado que este asiste en la respiración a los pacientes que así lo requieren sin crear la dependencia que hace el oxígeno cuando se administra en forma pura durante un periodo prolongado.

Para aumentar la seguridad de los pacientes se están utilizando tres sistemas en el Hospital: compresores, mezclador de AGM y manifold de cilindros. El modo de operación durante los últimos meses ha sido utilizar compresores en un horario de 6 am a 6 pm, cambiando al mezclador de 6 pm a 6 am. El manifold de cilindros utiliza como un segundo respaldo en caso de que los dos sistemas fallen, lo cual hasta el momento no ha sido necesario.

Dada la adquisición del mezclador de AGM, ha sido necesario mantener en uso ambos sistemas. Los compresores no pueden ser completamente detenidos para evitar daños, por lo que se prefirió que se utilicen durante el día dado que son equipos que producen mayor ruido. Este aspecto resulta de gran importancia en una aplicación como es el ámbito hospitalario, donde lo ideal es facilitar a los pacientes el descanso por las noches.

El mezclador de AGM presenta una serie de ventajas que lo hacen más apropiados para el uso en el Hospital, entre ellos está el hecho de que tiene menos componentes que puedan presentar falla, específicamente el caso de los secadores que son los que han presentado según experiencia la mayor cantidad de problemas. El mal funcionamiento de los secadores puede repercutir tanto en un paro completo del suministro, como en que se dé presencia de humedad en el AGM suministrado al paciente. La humedad en la tubería es un riesgo ya que no solamente puede dañar los ventiladores, sino que también propicia lo que es el crecimiento de microbios.

4. Conclusiones

1. Se debe utilizar como referencia la NFPA 99 edición 2012 o el equivalente en las versiones más recientes, para lo que es protección de áreas de almacenamiento de gases medicinales; esto según lo establecido en el “Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios” del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

2. La normativa NFPA 99 para Instalaciones del Cuidado de la Salud establece criterios de diseño para gases medicinales, sin embargo, estos deben ser complementados con información proveniente de normas que detallen en forma más específica los requerimientos que pueden presentarse. Adicionalmente, es imperativo trabajar con los diferentes Servicios del Hospital para determinar las necesidades que puedan tener, y que en ocasiones distan de lo establecido por las normativas.

3. El sistema de AGM actual del Hospital México no tiene la capacidad de satisfacer las necesidades actuales de la institución en pico de demanda, ni para lo que se refiere a cantidad de salidas necesarias ni a la fuente de suministro, por lo que el rediseño y su posterior implementación es crítica para el Hospital.

4. De acuerdo al estudio realizado, tomando en cuenta ampliación de salidas y un crecimiento estimado de la red, se determinó que el caudal de AGM requerido para el Hospital México es de 433,11 CFM.

5. Existen tres fuentes principales para el suministro de AGM: compresores, mezclador y banco de cilindros. Dado el tamaño del sistema requerido en el Hospital México, el banco de cilindros no puede ser considerado ni siquiera como un sistema de respaldo. El rediseño incluye un mezclador de AGM como fuente de suministro principal, y un banco de compresores como respaldo.

6. La fuente principal de suministro más adecuada para el Hospital es el mezclador de aire, que tiene ventajas para un establecimiento de salud, como por ejemplo un menor el nivel de ruido, menor consumo energético y un nivel superior de pureza de AGM que recibe el paciente.

5. Recomendaciones

1. Con base en la experiencia que se tiene hasta el momento con el mezclador de AGM, se recomienda aumentar la frecuencia del mantenimiento que se realiza a los sensores de calidad de la mezcla. Actualmente, el mezclador se utiliza medio día y la frecuencia del mantenimiento es semanal, por lo que en el caso de incrementar el uso será necesario que también los mantenimientos sean como mínimo dos veces por semana. Estos sensores son de suma importancia, ya que garantizan que la mezcla suministrada a los pacientes cumpla con los requisitos establecidos según normativa.

2. Se recomienda mantener una cantidad reducida de cilindros de AGM en almacenamiento, para que en el caso de averías o mantenimientos en los que sea necesario aislar áreas se pueda seguir trabajando con normalidad al utilizarlos como fuente de suministro.

3. Según clasificación establecida normativa NFPA 99 el Hospital México es una edificación categoría 1, lo cual implica que una falla en los equipos o sistemas de AGM es probable que cause lesiones graves o la muerte a los pacientes o al personal. Es imperativo establecer rutinas de mantenimiento para cada parte del sistema, y velar por el correcto cumplimiento de las mismas.

4. El personal de mantenimiento debe ser capacitado en el funcionamiento de los nuevos equipos. Además, el personal médico debe recibir capacitaciones para el uso correcto de la red de modo que se concientice sobre la importancia de la misma.

5. Todo cambio o ampliación en la red debe ser actualizada en los planos para facilitar la labor de personal nuevo o que no esté familiarizado con las instalaciones. Este elemento también resulta de gran beneficio en el caso de que se presenten emergencias, mejorando tiempos de respuesta.

6. Utilizando los planos generados como base se recomienda el rediseño de los demás gases medicinales utilizados en el Hospital: oxígeno y vacío. Las cajas de válvulas indicadas en planos toman en cuenta el uso de estos gases según las zonas que alimentan.

Bibliografía

1. Alberta Infraestructura and Transportation. (2005) *Technical Design Guidelines for Health Care Facilities.* Recuperado de http://infrastructure.alberta.ca/Content/docType486/Production/BlueBook-2005.pdf

2. Algarra, A. (2016). *Normativa de los Gases Medicinales.* [Presentación en PowerPoint] Recuperado de http://slideflix.net/doc/814530/normativa-de-los-gases-medicinales

3. Allen, M. (s.f.) *Profile: Beacon Meades*. Recuperado de http://www.airbestpractices.com/industries/medical/profile-beacon-medaes

4. Alvarado, J. (2006). *Introducción a los gases*. [Presentación en PowerPoint]

5. AMICO. (2016). *Air and Vacuum Systems.* Recuperado de http://www.amico.com/files/product/files/as_br_source_brochure_lr.pdf

6. AMICO. (2015). *Source Equipment: Air Compressors.* Recuperado de http://www.amico.com/files/product/files/as_dg_nfpa_air_compressors.pdf

7. American Institute of Architects. (2001). *Guidelines for design and construction of hospital and health care facilities: workbook*. Washington, D.C.

8. Arango, M. (1991). *Toxicidad del Oxígeno.* Recuperado de http://www.revcolanestold.com.co/pdf/esp/1991/1991%20Enero%20%20Marzo/mejo/Toxicidad%20del%20oxigeno.pdf

9. ASSE International. (2017). *ASSE/IAPMO/ANSI SERIES 6000, Medical gas system certifications.* Recuperado de http://www.asse-plumbing.org/6000.html

10. Baer, D. (s.f.) *Level 1 NFPA Medical Compressed Air Systems.* Recuperado de http://www.airbestpractices.com/industries/medical/level-1-nfpa-medical-compressed-air-systems

11. BeaconMedaes. (2005). *BeaconMedaes Design Guide for Medical Gas Systems.*

12. CCSS. (2017). *Hospital México.* Recuperado de https://www.ccss.sa.cr/hospitales?v=18

13. Carburos Médica. (2010). *Mezclador de Aire Medicinal.* Recuperado de http://www.carburosmedica.com/PDF/HP5143-Mezclador-de-aire-medicinal.pdf

14. Canadian Standards Association. (2012) *CSA Z7396.1 Medigal Gas Pipeline Systems.* Recuperado de https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=CSA%20Z7396%2E1&item_s_key=00484142&item_key_date=870031

15. Chaves, F. (2013) *Hospital México.* [Presentación en PowerPoint]. Recuperado de https://prezi.com/z-oz5hetwvco/hospital-mexico/?webgl=0

16. Chisholm, D. (2012) *What is Medical Grade Air?* Recuperado de http://www.medgascerts.com/what-is-medical-grade-air.html

17. Department of Veteran Affairs, Office of Construction & Facilities Management. (2011) *Hospital Design Guides.* Recuperado de https://www.cfm.va.gov/til/dGuide.asp

18. DH Estates and Facilities Directorate. (2006). *Medical gases: Health Technical Memorandum 02-01: Medical gas pipeline systems*. London: Stationery Office.

19. Dint-Tech Control Pvt. Ltd. (s.f.) *Medical Air Systems – Centralized.* Recuperado de http://www.dtcpl.in/medical-air-systems/

20. Facultad de Ingeniería de Olavarría. (2002). *Manual de Tipos de Gases*. Recuperado de https://www.fio.unicen.edu.ar%2Fusuario%2Fsegumar%2FLaura%2Fmaterial%2FManual%2520tipos%2520de%2520gases.doc&usg=AFQjCNEJ-MMwO_EZgtUSZ8zhVhuFAo6zjw

21. Girón, E. *"Sistema de gases médicos: una guía práctica para el diseño"*. Ingnovación. Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. Diciembre de 2011 – Mayo de 2012, Año 2, No. 3. pp.5-26. ISSN 2221-1136.

22. Hill-Rom Medaes. (1998). *Piped Medical Gas Systems, Design Guide.*

23. Jiménez, M. (2004) *Memoria 35 Aniversario, Hospital México.* Recuperado de http://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhm/mexico/hmexico35.pdf

24. López, G. (2006) Rediseño de los sistemas de gases médicos, inventario y manuales de mantenimiento para los equipos industriales del Hospital Nacional de Niños. Recuperado https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/445/Informe%20de%20practica%20profesional%20de%20especialidad.pdf

25. Ministerio de Salud, Argentina. (2000). *Resolución 1130/2000 Gases Medicinales.* Recuperado de http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/col2006/pdf/G-Res1130.PDF

26. Mora, L. (2006). *Criterios para selección y puesta en marcha de equipos hospitalarios: Compresores de aire grado médico.* (Tesis de Maestría) Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Recuperado de http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1092/1/27019.pdf

27. National Fire Protection Association. *NFPA 99 Standard for Health Care Facilities*, edición 2012.

28. Pettigrew, M. (2016). *ACFM (Actual Cubic Feet per Minute) vs. SCFM (Standard Cubic Feet per Minute).* Recuperado de https://www.vmacair.com/blog/acfm-actual-cubic-feet-per-minute-vs-scfm-standard-cubic-feet-per-minute/

29. Reglamento "RTCR 470:2014 Productos Farmacéuticos, Medicamentos de Uso Humano. Disposiciones Administrativas para Bioequivalencia, Propiedad Intelectual, Medicamentos Homeopáticos y Registro Sanitario e Importación", Decreto Ejecutivo 39294. La Gaceta N°230. San José, Costa Rica. Noviembre, 2015.

30. Research Foundation of Hospital and Healthcare Administration (s.f.) *World Standards for Medical Gas Systems, a Comparison.* Recuperado de

http://www.rfhha.org/images/pdf/event/Manifold_Systems_A_comparison_of_Standards.pdf

31. Revelo, P. (2015). *Diseño de procedimientos para el desarrollo de buenas prácticas de manufactura en la producción de aire medicinal en el centro médico Imbanaco en la ciudad de Santiago de Cali. (Pasantía Institucional). Universidad Autónoma de Occidente.* Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/8583/1/T06396.pdf

32. Ros, J. y Viayna, M. (2011). *Producción de Aire Medicinal en centros sanitarios* [Presentación en PowerPoint]. Recuperado de http://www.sefh.es/sefhpublicaciones/documentos/56_congreso/jueves_16.30_sala25_gegasme_viaina_aymar.pdf

33. Royo, E. (1991). *Aire comprimido*. Madrid: Paraninfo.

34. SeisaMed. (2017) *¿Qué conoces de gases medicinales?* Recuperado de http://www.seisamed.com/que-conoces-de-gases-medicinales

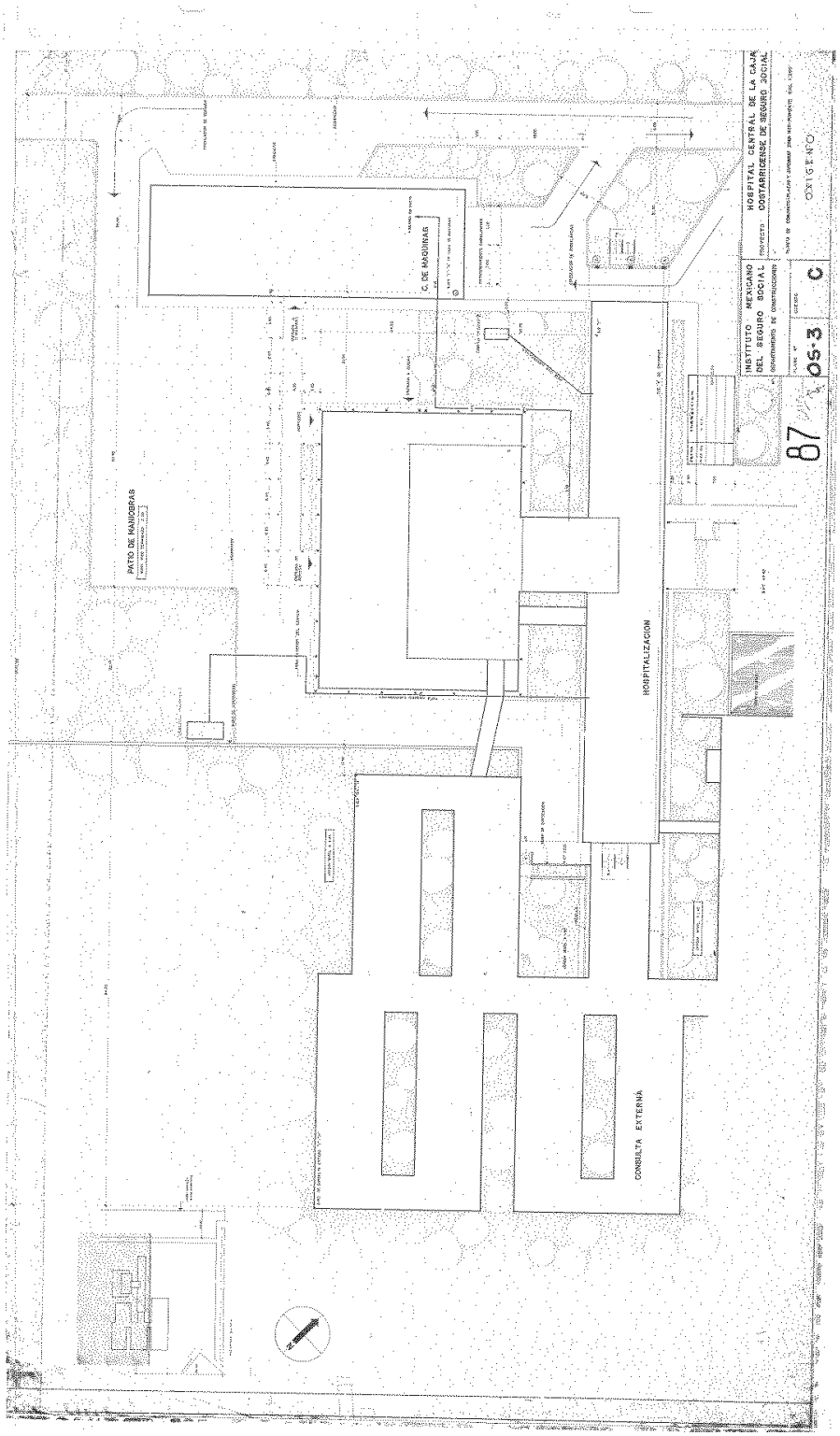
35. Sistema de Gestión INDURA S.A. (2015) *Hojas de Datos de Seguridad.* Recuperado de http://www.indura.cl/Descargar/Ox%C3%ADgeno%20Criog%C3%A9nico?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2Ffa3a072657874b489f801080e549707f.pdf

36. Witt Gas (2018) *GAS MIXER MED-MG for synthetic air.* Recuperado dehttps://www.wittgas.com/fileadmin/user_upload/Dateien/data_sheets/english/gas_control/gas_mixer_med_mg50_100_200_2me_gba_uk.pdf

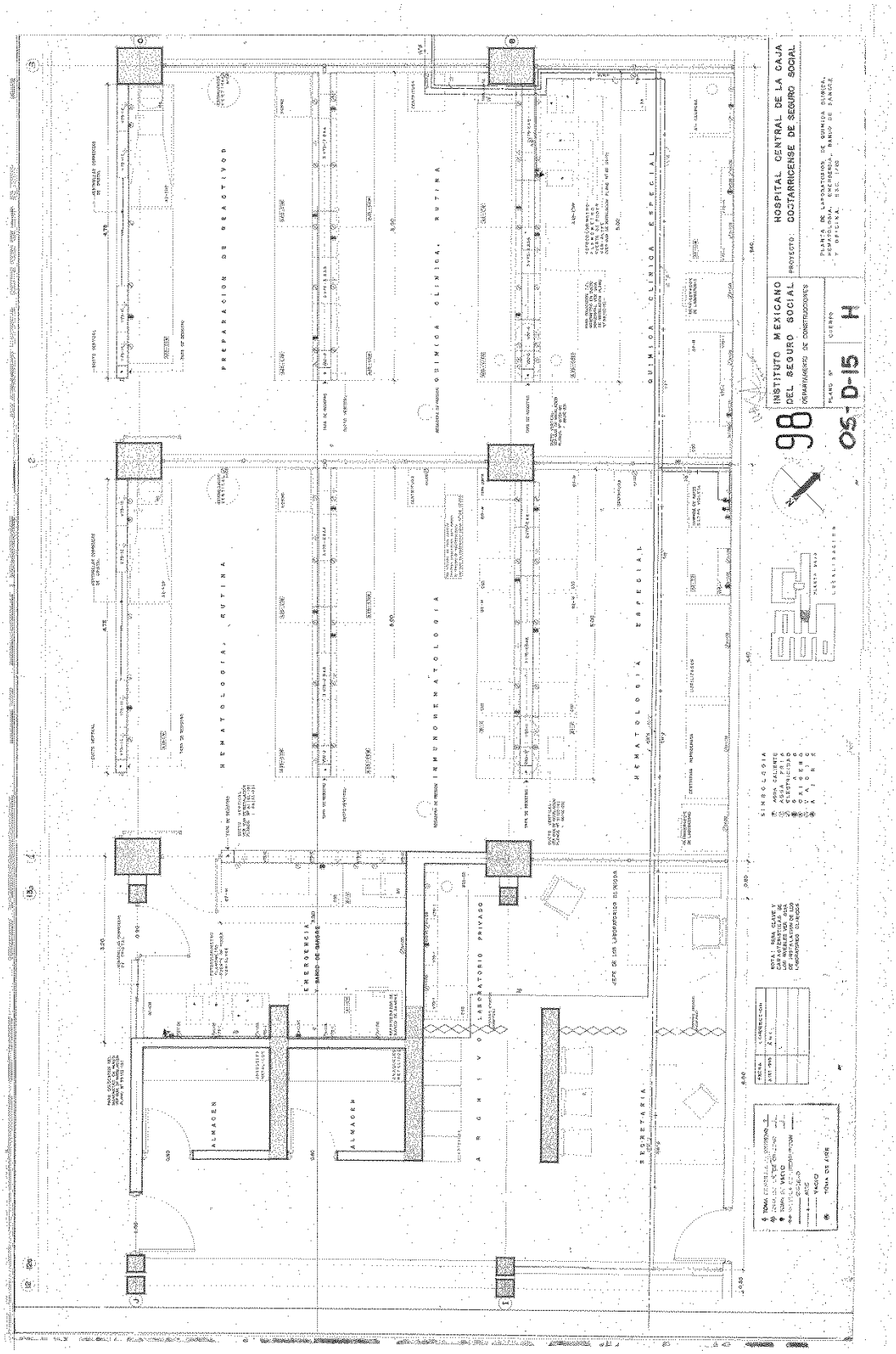
37. Witt Gas (2018) *DEPOSITOS PARA MEZCLAS DE GAS.* Recuperado de https://www.wittgas.com/fileadmin/user_upload/Dateien/data_sheets/spanish/gas_control/depositos_sp.pdf

38. Witt Gas (2018) *Your gas mixture – just the way you need it to be*. Recuperado de https://www.wittgas.com/fileadmin/user_upload/Dateien/brochures/english/Gas_mixers_EN.pdf

Anexos



Anexo 1 Anexo



Anexo 2 Plano

Anexo 3 Datos climáticos promedio para Aeropuerto de Pavas (Fuente: IMN, 2018)

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INFORMACION
PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMATICOS
(estaciones automáticas)

ESTACION : 84 195 AEROP. PAVAS OESTE **Latitud: 09 ° 57 ' N Longitud: 84 ° 08 ' O Altitud. 997 m.s.n.m**

Elementos	Periodos		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.	Total
LLUVIA	1996	2014	10.2	12.8	11.7	66.5	223.3	204.3	157.8	205.3	297.2	279.1	132.5	30.2	**135.9**	1630.9
TEM.MAX.	1996	2014	26.1	26.9	27.8	28.6	27.9	27.5	27.1	27.4	27.3	26.5	26.1	26.0	**27.1**	
TEM.MIN.	1996	2014	18.1	18.1	18.3	19.0	19.1	18.9	19.1	18.8	18.3	18.4	18.5	18.4	**18.6**	
TEM.MED.	1996	2014	22.1	22.5	23.1	23.8	23.5	23.2	23.1	23.1	22.8	22.5	22.3	22.2	**22.9**	
HUMEDAD	1996	2014	68.6	67.0	66.7	68.7	77.8	80.3	77.3	78.7	83.3	84.1	78.6	71.9	**75.3**	
VIENTO VEL.	1996	2014	22.5	22.1	20.8	17.8	12.6	10.9	13.2	11.8	8.9	9.3	13.8	19.2	**15.2**	
RADIACION	1996	2014	14.8	15.8	16.5	15.9	12.5	12.3	12.8	12.4	12.7	11.9	10.9	12.7	**13.4**	
PRESION	1999	2015	902.7	902.6	902.4	902.3	902.2	902.2	902.5	902.4	902.3	902.0	901.7	902.4	**902.3**	

														Total
VIENTO DIR. PREDOMINANTE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Promedio dias con lluvia >= 0.1 mm.	3	4	4	9	21	22	20	22	25	25	18	8	183	

Lluvia en milímetros: 1mm = 1 litro de agua por m². Radiación Solar global en Megajulios(MJ/m²)
Temperatura en Grados Celsius (°C). Evaporación en mm. Viento en km/h. Humedad Relativa en Porcentaje (%).
VIENTO DIR PREDOM : 1 Norte, 2 Noreste , 3 Este, 4 Sureste, 5 Sur, 6 Suroeste, 7 Oeste, 8 Noreste, 9 Variable
Brillo Solar en horas y décimas de horas. Presión hPa.

TABLE 14.35 AIA Guidelines for Vacuum and Air Systems for Hospital Facilities Station Outlets for Oxygen, Vacuum (Suction), and Medical Air Systems in Hospitals*

Location	Oxygen	Vacuum	Medical Air
Patient rooms (medical and surgical)	1/bed	1/bed	—
Examination/treatment (medical, surgical, and postpartum care)	1/room	1/room	—
Isolation—infectious and protective (medical and surgical)	1/bed	1/bed	—
Security room (medical, surgical, and postpartum)	1/bed	1/bed	—
Critical care (general)	3/bed	3/bed	1/bed
Isolation (critical)	3/bed	3/bed	1/bed
Coronary critical care	3/bed	2/bed	1/bed
Pediatric critical care	3/bed	3/bed	1/bed
Newborn intensive care	3/bassinet	3/bassinet	3/bassinet
Newborn nursery (full-term)	1/4 bassinets†	1/4 bassinets[2]	1/4 bassinets[2]
Pediatric and adolescent	1/bed	1/bed	1/bed
Pediatric nursery	1 /bassinet	1/bassinet	1/bassinet
Psychiatric patient rooms	—	—	—
Seclusion treatment room	—	—	—
General operating room	2/room	3/room	—
Cardio, ortho, neurological	2/room	3/room	—
Orthopedic surgery	2/room	3/room	—
Surgical cysto and endo	1/room	3/room	—
Postanesthesia care unit	1/bed	3/bed	1/bed
Anesthesia workroom	1 per workstation	—	1 per workstation
Phase II recovery‡	1/bed	3/bed	—
Postpartum bedroom	1/bed	1/bed	—
Cesarean/delivery room	2/room	3/room	1/room
Infant resuscitation station§	1 /bassinet	1/bassinet	1 /bassinet
Labor room	1/room	1/room	1/room
OB recovery room	1/bed	3/bed	1/room
Labor/delivery/recovery (LDR)¶	2/bed	2/bed	—
Labor/delivery/recovery/postpartum (LDRP)[5]	2/bed	2/bed	—
Initial emergency management	1/bed	1/bed	—
Triage area (definitive emergency care)	1/station	1/station	—
Definitive emergency care exam/treatment rooms	1/bed	1/bed	1/bed
Definitive emergency care holding area	1/bed	1/bed	—
Trauma/cardiac room(s)	2/bed	3/bed	1/bed
Orthopedic and cast room	1/room	1/room	—
Cardiac catheterization lab	2/bed	2/bed	2/bed
Autopsy room	—	1 per workstation	1 per workstation

*For any area or room not described above, the facility clinical staff shall determine outlet requirements after consultation with the authority having jurisdiction.
†Four bassinets may share one outlet that is accessible to each bassinet.
‡If Phase II recovery are is a separate area from the PACU, only one vacuum per bed or station shall be required.
§When infant resuscitation takes place in a room such as cesarean section/delivery or LDRP, then the infant resuscitation services must be provided in that room in addition to the minimum service required for the mother.
¶Two outlets for mother and two for one bassinet.

Anexo 4 Guía para cantidad de tomas de gases médicos (Fuente: Instituto Americano de Arquitectos)

Estimated Peak Demand for Medical Air

	Free Air Design Flow in SCFM (LPM) Per				Simultaneous
	Unit	Bed	Room	Outlet	Usage Factor %
Anesthetizing Locations					
SpecialProcedure (Open Heart, Transplant, Orthopedic	---	---	0.5 (14)	---	100
Major/Outpatient O.R.	---	---	0.5 (14)	---	100
Minor O.R.	---	---	0.5 (14)	---	75
Cytoscopy/Endoscopy	---	---	1.0 (30)	---	10
Emergency Operating Room	---	---	0.5 (14)	---	50
Cardiac Catheterization	---	---	0.5 (14)	---	50
Delivery/C-Section Room	---	---	0.5 (14)	---	100
Acute Care Locations					
Recovery Room (PACU)	---	---	2.0 (60)	---	50
ICU/CCU/PICU	---	---	2.0 (60)	---	50
Ventilators[1]	2.0-3.5 (56-100)	---	---	---	100
Neonatal ICU (Level II & III)	---	---	1.5 (42)	---	75
Emergency Room (Trauma, Cardiac)	---	---	2.0 (60)	---	25
Subacute Care Locations					
Respiratory Therapy	---	1.0 (30)	---	---	50
Patient Room	---	0.5 (14)	---	---	10
Pre-Op Holding	---	---	---	1.5 (42)	10
ER (Cast Room, O.B./Gyn)	---	---	---	1.0 (30)	10
Exam, Treatment, Blood Bank, Donor Room	---	---	1.0 (30)	---	10
Radiology, Dialysis	---	---	---	0.5 (14)	10
Well Baby Nursery (Level I)	---	---	---	0.5 (14)	25
Pulmonary Function Lab	---	---	---	1.0 (30)	50
Birthing/LDRP	---	---	1.0 (30)	---	50
Stress Test (EEG & EKG)	---	---	---	1.0 (30)	50
Other Areas					
Anesthesia/Nursery Workroom	---	---	1.5 (42)	---	10
Autopsy/Morgue	---	---	1.5 (42)	---	10
Respiratory Workroom	---	---	1.5 (42)	---	10
Equipment Repair	---	---	---	1.5 (42)	10
Medical Laboratory[2]/Pharmacy	---	---	---	1.5 (42)	25

Notes:

[1] Based on typical ventilator requirements. For specific ventilator requirements, check with ventilator manufacturer.

[2] Air outlets in laboratories used for analysis, research or teaching should be supplied by a separate compressed air system, not the medical air system.

Figure 4-7
Estimated Peak Demand for Medical Air

In furnishing this Design Guide, Hill-Rom MEDÆS makes no representations or warranties concerning the appropriate design or use of medical gas equipment in any given medical facility or setting.

Anexo 5 Factores de uso para diferentes aplicaciones (Fuente: Hill-Rom MEDAES, 1998)

Detail 11.16 Medical Air (55 psi) Piping Pressure Loss Data

Air Flow			Pressure Drop for Air in Pounds per Square Inch per 100 feet of Type L Copper Pipe for Air at 55 psi Gauge Pressue and 68°F Temperature (Nominal Pipe Diameters are shown in Bold)				
Liters per Minute	Standard CFM	Actual CFM					
@ 68°F & 14.7 psia		at 68°F & 55 psig					
			1/2″				
10	0.35	0.07	0.003	***3/4″***			
20	0.71	0.15	0.006	0.002			
30	1.06	0.22	0.020	0.004			
40	1.41	0.30	0.032	0.006			
50	1.77	0.37	0.047	0.008			
60	2.12	0.45	0.064	0.011			
70	2.47	0.52	0.083	0.015			
80	2.83	0.60	0.105	0.019			
90	3.18	0.67	0.129	0.023	***1″***		
100	3.53	0.74	0.155	0.028	0.008		
120	4.24	0.89	0.213	0.038	0.011		
140	4.94	1.04	0.279	0.049	0.014		
160	5.65	1.19	0.352	0.062	0.018		
180	6.36	1.34	0.433	0.076	0.022		
200	7.06	1.49	0.521	0.092	0.026		
220	7.77	1.64	0.616	0.108	0.031		
240	8.48	1.79	0.719	0.126	0.036		
260	9.18	1.94	0.828	0.145	0.041		
280	9.89	2.08	0.944	0.165	0.046		
300	10.59	2.23	1.067	0.187	0.052		
320	11.30	2.38	1.196	0.209	0.059		
340	12.01	2.53	1.332	0.233	0.065		
360	12.71	2.68	1.475	0.258	0.072		
380	13.42	2.83	1.624	0.283	0.079	***1 1/4″***	
400	14.13	2.98	1.780	0.310	0.087	0.032	
450	15.89	3.35	2.196	0.382	0.107	0.039	
500	17.66	3.72	2.652	0.461	0.129	0.047	
550	19.42	4.01	3.146	0.546	0.152	0.056	
600	21.19	4.47	3.677	0.637	0.178	0.065	
650	22.95	4.84	4.247	0.735	0.205	0.075	
700	24.72	5.21	4.853	0.839	0.234	0.086	
750	26.49	5.58		0.949	0.264	0.097	***1 1/2″***
800	28.25	5.96		1.065	0.296	0.108	0.047
850	30.02	6.33		1.187	0.330	0.121	0.053
900	31.78	6.70		1.315	0.365	0.134	0.058
950	33.55	7.07		1.449	0.402	0.147	0.064
1000	35.31	7.45		1.589	0.441	0.161	0.070

Anexo 6 Pérdidas de Presión en psi por 100 pies de tubería tipo L de cobre para aire médico (Fuente: BeaconMedaes, 2006)

Detail 11.16 Medical Air (55 psi) Piping Pressure Loss Data

Air Flow			Pressure Drop for Air in Pounds per Square Inch per 100 feet of Type L Copper Pipe for Air at 55 psi Gauge Pressue and 68°F Temperature (Nominal Pipe Diameters are shown in Bold)						
Liters per Minute	Standard CFM	Actual CFM							
@ 68°F & 14.7 psia		at 68°F & 55 psig							
				3/4″	***1″***	***1 1/4″***	***1 1/2″***		
1100	38.85	8.19		1.886	0.523	0.191	0.083		
1200	42.38	8.94		2.206	0.611	0.223	0.097		
1300	45.91	9.68		2.548	0.705	0.257	0.112		
1400	49.44	10.42		2.913	0.806	0.293	0.128		
1500	52.97	11.17		3.300	0.912	0.332	0.144	***2″***	
1600	56.50	11.91		3.709	1.024	0.373	0.162	0.043	
1700	60.03	12.66		4.140	1.142	0.415	0.180	0.048	
1800	63.57	13.40		4.592	1.266	0.460	0.200	0.053	
1900	67.01	14.15		5.066	1.396	0.507	0.220	0.058	***2 1/2″***
2000	70.63	14.89			1.532	0.556	0.241	0.064	0.023
2250	79.46	16.75			1.895	0.687	0.298	0.079	0.028
2500	88.29	18.62			2.293	0.831	0.360	0.095	0.034
2750	97.12	20.48			2.726	0.987	0.428	0.113	0.040
3000	105.9	22.34			3.193	1.155	0.500	0.132	0.047
3250	114.8	24.20			3.694	1.335	0.578	0.153	0.054
3500	123.6	26.06			4.228	1.527	0.660	0.174	0.062
3750	132.4	27.92			4.796	1.731	0.748	0.197	0.070
4000	141.3	29.79				1.946	0.841	0.222	0.078
4250	150.1	31.65				2.173	0.938	0.247	0.087
4500	158.9	33.51				2.411	1.041	0.274	0.097
4750	167.7	35.37				2.661	1.148	0.302	0.107
5000	176.6	37.23				2.922	1.260	0.331	0.117
5500	194.2	40.96	***3″***			3.477	1.499	0.394	0.139
6000	211.9	44.68	0.069			4.077	1.756	0.461	0.162
6500	229.6	48.40	0.080			4.721	2.032	0.533	0.188
7000	247.2	52.12	0.091				2.326	0.609	0.214
7500	264.9	55.85	0.103				2.638	0.691	0.243
8000	282.5	59.57	0.116	***4″***			2.969	0.777	0.273
8500	300.2	63.29	0.129	0.033			3.318	0.867	0.305
9000	317.8	67.02	0.143	0.037			3.684	0.962	0.338
9500	335.5	70.74	0.158	0.041			4.069	1.062	0.373
10000	353.2	74.46	0.173	0.045			4.471	1.166	0.409
10500	370.8	78.19	0.189	0.049			4.890	1.275	0.447
11000	388.5	81.91	0.206	0.053				1.388	0.486
11500	406.1	85.63	0.223	0.057				1.505	0.527
12000	423.8	89.36	0.241	0.062				1.627	0.570
13000	459.1	96.80	0.279	0.072				1.884	0.659

Anexo 7 Pérdidas de Presión en psi por 100 pies de tubería tipo L de cobre para aire médico (Fuente: BeaconMedaes, 2006)

Apéndices

Patton's Medical

Medical Air Source Sizing

U.S. Typical Method

Enter the quantity of the units requested:		Counting Units		Use in SCFM		Simul. Use %		Total Usage
Surgical Procedures								
PreOp Holding	7	Bed(s)	@	1,5	ea. x	10%	=	1,05
Major Invasive	39	Room(s)	@	0,5	ea. x	100%	=	19,5
Minor Invasive	8	Room(s)	@	0,5	ea. x	75%	=	3
Trauma and Emergency	2	Room(s)	@	0,5	ea. x	25%	=	0,25
Catherization & Lab work		Room(s)	@	0,5	ea. x	25%	=	
Endoscopy		Room(s)	@	1	ea. x	10%	=	
Recovery	95	Bed(s)	@	2	ea. x	25%	=	47,5
Tests and Outpatient Procedures								
X-ray, CAT, NMR, PET scans		Room(s)	@	0,5	ea. x	10%	=	
Dialysis	6	Bed(s)	@	0,5	ea. x	10%	=	0,3
Exam and Minor Treatment	10	Room(s)	@	1	ea. x	10%	=	1
EEG/EKG		Room(s)	@	1	ea. x	50%	=	
Pulmonary Function	1	Bed or station	@	1	ea. x	50%	=	0,5
Respiratory Care		Bed or station	@	1	ea. x	50%	=	
Observation	42	Bed or station	@	1,5	ea. x	10%	=	6,3
Perinatal and Pediatric								
Birthing or LDRP	11	Room(s)	@	1	ea. x	50%	=	5,5
Delivery Room	4	Room(s)	@	0,5	ea. x	100%	=	2
Nursery		Bed(s)	@	0,5	ea. x	25%	=	
NICU	17	Bed(s)	@	1,5	ea. x	75%	=	19,125
Intensive Care								
Adult ICU, CCU, etc.	74	Bed(s)	@	2	ea. x	50%	=	74
Pediatric ICU (Except NICU)		Bed(s)	@	2	ea. x	50%	=	
Emergency (not surgical)		Bed(s)	@	2	ea. x	10%	=	
Equipment Maintenance								
Workrooms	1	Station(s)	@	1,5	ea. x	10%	=	0,15
Laboratory								
Medical Lab Uses		Station(s)	@	1,5	ea. x	25%	=	
Other								
Patient rooms	473	Room(s)	@	0,5	ea. x	10%	=	23,65
			@		ea. x		=	
						Overall Base Total		*203,83*
Ventilators								
Ventilator add in	56	Unit(s)	@	2	ea. x	50%	=	56
WAGD								
WAGD (if dual use)		Room(s)						
Peak Calculated Demand				**259,825 SCFM (, lpm) at 50 psig**				

Apéndice 1 Hoja dimensionamiento, Patton's Medical

BEACONMEDÆS™

Continuing Education Publication

Detail 5.6

Medical Air Source Sizing

US Typical Method

Occupancy	*#*	*Units of Count*	*Usage (SCFM)*	*Simultaneous Use*	*Total*
Anesthesia Workroon	8	Station	1,5	10%	1,2
Animal research	0	Room	1,5	25%	0
Blood Donors	0	Station	1	10%	0
Cardiac Catherization	0	Room	0,5	75%	0
Cast room	0	Room	1	10%	0
Critical Care	0	Bed	2	50%	0
Decontamination	0	Station	1,5	25%	0
Demonstration (Inservice)	0	Station	0,5	10%	0
EENT	0	Bed	1	10%	0
Emergency Room / Triage	0	Room	2	10%	0
Induction / Holding	0	Bed	1,5	10%	0
Intensive care	74	Bed	2	50%	74
Isolation (Infection Disease)	20	Bed	0,5	10%	1
Laboratory	0	Station	1,5	25%	0
Minor Procedures / Treatment	11	Room	0,5	75%	4,125
Obstetrics					
Delivery Room	4	Room	0,5	100%	2
Labor Room	11	Bed	1	50%	5,5
Labor/Delivery/Recovery (LDR)	0	Bed	1	50%	0
Labor/Delivery/Recovery/Postpartum (LDRP)	0	Bed	1	50%	0
Postpartum Room	0	Bed	0,5	10%	0
Postpartum recovery	0	Bed	0,5	25%	0
Infant Resucitation	0	Station	0,5	50%	0
Operating Rooms					
Endo/Cysto	0	Room	0,5	10%	0
Major OR	39	Room	0,5	100%	19,5
Minor OR	8	Room	0,5	75%	3
Ortho/Neuro OR	0	Room	0,5	100%	0
Veterinary Surgery	0	Room	0,5	50%	0
Observation	28	Bed	2	10%	5,6
Pediatrics					
Ped. ICU	0	Bed	2	50%	0
Neonatal ICU (Level 3/4)	17	Bed	1,5	75%	19,125
Neonatal ICU (Level 1/2)	0	Bed	1,5	75%	0
Nursery	0	Bed	0,5	25%	0
Pediatric and Adolescent	0	Bed	0,5	10%	0
Recovery / PACU	95	Bed	2	25%	47,5
Patient Room (Single)	473	Room	0,5	10%	23,65
Patient Room (Double)	0	Room	0,5	10%	0
Respiratory Therapy	0	Station	1	50%	0
Trauma	2	Room	0,5	25%	0,25
VENTILATOR ADDER	56	each	3	50%	84
Peak Calculated Demand SCFM					**290,45**

Apéndice 2 Hoja dimensionamiento, BeaconMedaes

Ohio Medical Corporation®
always there | for life

Project:	Rediseño de la Red de Aire Grado Médico - Hospital México

Calculated Peak Demand for a Medical Air System in a Typical Short Term General Hospital

Qty	Medical Air Outlet Locations	Design Flow in SCFM (Free Air)				Simultaneous Use Factor %	Totals
		Per Unit	Per Room	Per Bed	Per Outlet		
	ANESTHETIZING LOCATIONS:						
	Special Surgery (Open Heart, Organ Transplant, Ortho)		0,5			100%	0
39	Major/Outpatient Surgery		0,5			100%	19,5
8	Minor Surgery		0,5			75%	3
	Emergency Surgery		0,5			50%	0
	Cardiac Catherization		0,5			50%	0
	Endoscopy/Cytoscopy		1,0			10%	0
	Delivery Room/C-Section		0,5			100%	0
	ACUTE CARE LOCATIONS:						
95	Recovery Room/Surgical			2,0		50%	95
	Recovery Room - OB			0,5		25%	0
74	ICU/CCU & Pediatric ICU			2,0		50%	74
8	Emergency Room (Trauma, Cardiac)			2,0		50%	8
2	Anesthesia Workroom		1,5			10%	0,3
17	Neonatal ICU			1,5		75%	19,125
	Pre-Op Holding				1,5	10%	0
6	Dialysis Unit, Radiology				0,5	10%	0,3
56	Ventilators Adult	3,5				50%	98
	Ventilators Infants	3,5				50%	0
	SUBACUTE CARE LOCATIONS:						
	Pediatric Croup Tents	2,0				50%	0
14	Nursery Full Term & Isolation				0,5	25%	1,75
	ER (Cast Room, OB/GYN)		1,0			10%	0
501	Patient Rooms (Medical & Surgical)			0,5		10%	25,05
	EEG & EKG				1,0	50%	0
10	Exam & Treatment		1,0			10%	1
	Respiratory Care			1,0		50%	0
1	Pulmonary Function Lab				1,0	50%	0,5
11	Birthing & LDRP			1,0		50%	5,5
	OTHER:						
	Respiratory Care Workroom		1,5			10%	0
	Autopsy/Morgue		1,5			10%	0
	Equipment Repair			1,5		10%	0
	Total Estimated Peak Flow (In SCFM @ 50 PSIG)						351,025

Apéndice 3 Hoja dimensionamiento, Ohio Medical Corporation

Source Equipment

Guía De Dimensionamiento Del Equipo NFPA - Sistema de Aire

INGRESE LA INFORMACIÓN REQUERIDA EN LAS ÁREAS ABAJO SOMBREADAS EN AZUL							
UBICACIÓN DE SALIDAS		AIRE MÉDICO – Método Típico US					
		Unidades Requeridas	Unidades	Salida CFM	% de Uso Simultaneo	Salida CFM
Procedimientos Quirúrgicos						
1	Reten de Preparación Preoperatoria	7	Cama(s)	1	10	0.70
2	Invasivo Mayor	39	Habitación(es)	3.5	100	136.50
3	Invasivo Menor	8	Habitación(es)	2	100	16.00
4	Trauma y Emergencia	2	Habitación(es)	3	100	6.00
5	Cateterismo & Trabajo de Laboratorio		Habitación(es)	1	10	0.00
6	Endoscopia		Habitación(es)	2	100	0.00
7	Recuperación	95	Cama(s)	1.5	50	71.25
Exámenes y Procedimientos Ambulatorios						
1	Rayos-X, TAC, RMN, Exploración PET		Habitación(es)	1.5	30	0.00
2	Diálisis	6	Cama(s)	1.5	30	2.70
3	Examen y Tratamiento Menor	10	Habitación(es)	1	10	1.00
4	EEG/EKG		Habitación(es)	1	10	0.00
5	Función Pulmonar	1	Cama o Salida	1.5	30	0.45
6	Cuidado Respiratorio		Cama o Salida	1.5	30	0.00
7	Observación	28	Cama o Salida	1	10	2.80
Perinatal y Pediátrico						
1	Parto o LDPR	15	Habitación(es)	1	100	15.00
2	Sala de Parto		Habitación(es)	0.5	100	0.00
3	Guardería		Cama(s)	0.5	10	0.00
4	UCIN	17	Cama(s)	1.5	50	12.75
Cuidados Intensivos						
1	UCI Adulto, UCC, etc.	74	Cama(s)	2	50	74.00
2	UCI Pediátrica (Excepto UCIN)		Cama(s)	2	50	0.00
3	Emergencia (no quirúrgica)		Cama(s)	2	10	0.00
Mantenimiento de Equipo						
1	Salas de Trabajo	1	Salida(s)	1.5	10	0.15
Laboratorio						
1	Aplicaciones de Laboratorio Clínico		Salida(s)	1.5	25	0.00
Otro						
1	Sala de Paciente	112	Habitación(es)	0.5	10	5.60
2	Ventilador	56	Unidad(es)	3	50	84.00
3			Salida(s)			
Expansión Futura						0.00
					PICO DE DEMANDA CALCULADA EN SCFM:	428.90

Firma del Cliente

Fecha

Amico Source Corporation | 85 Fulton Way, Richmond Hill, ON L4B 2N4, Canada | 71 East Industry Court, Deer Park, NY 11729, USA
Teléfono Gratuito: 1.877.462.6426 | TLF: 905.764.0800 | Fax: 905.764.0862
www.amico.com

Apéndice 4 Hoja dimensionamiento, Amico

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
PRIMER PISO	Expulsivos	6	15	50%	45,00	65,30
	Hospitalización	12	15	10%	18,00	26,12
	Salas	2	15	100%	30,00	43,54
	Labor	4	15	50%	30,00	43,54
	Recuperación	1	15	50%	7,50	10,88
					130,50	**189,38**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEGUNDO	Angiógrafo	3	15	100%	45,00	65,30
	Hospitalización	24	15	10%	36,00	52,24
					81,00	**117,55**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
TERCER PISO	Trasplante Hepático	5	15	10%	7,50	10,88
	Hospitalización	34	15	10%	51,00	74,01
					58,50	**84,90**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
CUARTO	Bodega	1	15	10%	1,50	2,18
	Hospitalización	42	15	10%	63,00	91,43
					64,50	**93,60**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
QUINTO PISO	Hospitalización	36	15	10%	54,00	78,36
	Unidad Coronaria	4	15	50%	30,00	43,54
	Cuidados Interm	6	15	50%	45,00	65,30
					129,00	**187,20**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	
SEXTO PISO	Diálisis	6	15	10%	9,00	13,06
	Cuidados Interm	6	15	50%	45,00	65,30
	Hospitalización	36	15	10%	54,00	78,36
					108,00	**156,73**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEPTIMO	UTI	28	15	50%	210,00	304,75
	Invasivo Menor	1	15	75%	11,25	16,33
					221,25	**321,08**
LPM ALA IZQUIERDA					**792,75**	**1150,44**

Apéndice 5 Consumos, Edificio Principal Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
PRIMER PISO	Hospitalización	47	15	10%	70,50	102,31
	Neonatos General	11	15	25%	41,25	59,86
	Neonatos Intensivos	39	15	75%	438,75	636,71
	Prematuros	12	15	75%	135,00	195,91
					685,50	**994,80**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEGUNDO PISO	Salas Viejas	10	15	100%	150,00	217,68
	Salas Nuevas	15	15	100%	225,00	326,52
	Recuperación	23	15	50%	172,50	250,33
					547,50	**794,53**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
TERCER PISO	Hospitalización	26	15	10%	39,00	56,60
	Cuidados Intermedios	12	15	50%	90,00	130,61
	UTI	7	15	50%	52,50	76,19
	EmergenciasQuirúrgicas	6	15	50%	45,00	65,30
	Hospitalización	30	15	10%	45,00	65,30
					226,50	**328,70**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
CUART	Hospitalización	40	15	10%	60,00	87,07
					60,00	**87,07**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
QUINT	Hospitalización	40	15	10%	60,00	87,07
					60,00	**87,07**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEXTO PISO	Trasplante médula ósea	3	15	10%	4,50	6,53
	Aislamiento	2	15	10%	3,00	4,35
	Hospitalización	33	15	10%	49,50	71,83
					57,00	**82,72**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEPTIMO PISO	Trasplante hepático	4	15	10%	6,00	8,71
	Sala de operaciones	2	15	100%	30,00	43,54
	Hospitalización	20	15	10%	30,00	43,54
					66,00	**95,78**

LPM ALA DERECHA	**1702,50**	**2470,67**

Apéndice 6 Consumos, Edificio Principal Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

Consulta Externa

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
NEUMOLOGÍA	Laboratorio de fisiología	1	15	50%	7,50	10,88
	Broncoscopia	1	15	50%	7,50	10,88
	Recuperación	3	15	50%	22,50	32,65
GASTRO	Ultrasonido	1	15	10%	1,50	2,18
	Invasivo Menor	4	15	75%	45,00	65,30
	Recuperación	11	15	50%	82,50	119,72
ORL	Examen	7	15	10%	10,50	15,24
Oftal	Quirófanos	4	15	100%	60,00	87,07
					237,00	**343,93**

Sección 13

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
RT	Aceleradores	2	56,62	100%	113,24	164,33
					113,24	**164,33**

EMERGENCIAS

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
ER	Cirugía	4	15	100%	60,00	87,07
	Sala de Shock	2	15	25%	7,50	10,88
	Observación	16	15	10%	24,00	34,83
					91,50	**132,78**

ANGIÓGRAFO

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
ANGIOGRAFO	Recuperación	9	15	50%	67,50	97,96
	Angiógrafo (Inv Mayor)	3	15	75%	33,75	48,98
					101,25	**146,93**

Apéndice 7 Consumos, Consulta Externa, Emergencias y Angiógrafo

(Fuente: autor, 2018)

RT QT

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
1 PISO	Aceleradores	2	56,62	100%	113,24	164,33
	Tomógrafo simulador	1	15	10%	1,50	2,18
	Observación	4	15	10%	6,00	8,71
					120,74	**175,22**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
2 PISO	Sala aplicación drogas	25	15	10%	37,50	54,42
					37,50	**54,42**

TORRE NUEVA

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
PRIMER PISO	Sala de labor de parto	6	15	50%	45,00	65,30
	Sala de cirugía obstétrica	6	15	100%	90,00	130,61
	Sala expulsivo	3	15	50%	22,50	32,65
	Atención al recién nacido	5	15	10%	7,50	10,88
	Recuperación post parto	8	15	50%	60,00	87,07
	Sala labor de parto aislados	1	15	50%	7,50	10,88
	Hospitalización	42	15	10%	63,00	91,43
	Recuperación aislados	4	15	50%	30,00	43,54
	Recuperación	36	15	50%	270,00	391,82
	Quirófanos	57	15	100%	855,00	1240,78
	Preanestesia	7	15	10%	10,50	15,24
	Cubículo ICU	46	15	50%	345,00	500,66
	Cubículo ICU aislados	4	15	50%	30,00	43,54
	Sala procedimientos	1	15	75%	11,25	16,33
					1847,25	**2680,73**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
SEGUNDO PISO	Recuperación aislados	4	15	50%	30,00	43,54
	Recuperación	36	15	50%	270,00	391,82
	Quirófanos	57	15	100%	855,00	1240,78
	Preanestesia	7	15	10%	10,50	15,24
					1165,50	**1691,37**

	Tipo	Cantidad	LPM/tomas	% Uso	LPM Total	CORREGIDO
TERCER PISO	Cubículo ICU	46	15	50%	345,00	500,66
	Cubículo ICU aislados	4	15	50%	30,00	43,54
	Sala procedimientos	1	15	75%	11,25	16,33
					386,25	**560,53**
					3399,00	**4932,63**

Apéndice 8 Consumos, Radioterapia y Torre Nueva (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal		Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	pies	psi	psi	lpm		pulg	psi/pie	psi	psi
	PPL - QT/RT	50,11	164,40	246,60	60,0000	5,0000	229,64		1"	0,0360	0,0888	59,9112
	PPL - TORRE	200,00	656,17	984,25	60,0000	5,0000	4932,63		2 1/2"	0,1170	1,1516	58,8484
	PPL-HOSP	104,97	344,39	516,58	60,0000	5,0000	4409,08		2 1/2"	0,0970	0,5011	59,4989
RT	PPL - QT/RT	50,11	164,40	246,60	60,0000	5,0000	229,64		1"	0,0360	0,0888	59,9112
	QT/RT - F	54,11	177,53	266,29	59,9112	4,9112	54,42		3/4"	0,0110	0,0293	59,8819
	F-2 QT/RT	5,00	16,40	24,61	59,8819	4,8819	54,42		3/4"	0,0110	0,0027	59,8792
Sección 13	PPL-DER SECCIÓN 13	2,50	8,20	12,30	60,0000	5,0000	5,00		2 1/2"	0,0970	0,0119	59,9881
	DER SECCIÓN 13-SECCIÓN13	5,30	17,39	26,08	59,9881	4,9881	164,33		3/4"	0,0760	0,0198	59,9682
	SECCIÓN 13 - A	26,26	86,15	129,23	59,9682	4,9682	164,33		3/4"	0,0760	0,0982	59,8700
	A-B	1,80	5,91	8,86	59,8700	4,8700	164,33		3/4"	0,0760	0,0067	59,8633
	A-C	1,80	5,91	8,86	59,8633	4,8633	164,33		3/4"	0,0760	0,0067	59,8566
Consulta Externa	PPL - CSLT EXT	53,25	174,70	262,06	60,0000	5,0000	4409,08		2 1/2"	0,0970	0,2542	59,7458
	CLST EXT - TEC A	55,43	181,86	272,79	59,7458	4,7458	343,93		1"	0,0720	0,1964	59,5494
	TEC A- TEC B	62,00	203,41	305,12	59,5494	4,5494	87,07		3/4"	0,0230	0,0702	59,4792
	TEC A - TEC C	14,55	47,74	71,60	59,5494	4,7458	256,86		1"	0,0410	0,0294	59,5200
	TEC C - TEC D	7,27	23,85	35,78	59,5200	4,4792	15,24		3/4"	0,0020	0,0007	59,5193
	TEC C - TEC E	21,85	71,69	107,53	59,5200	4,4792	241,62		1"	0,0410	0,0441	59,4760
	TEC E - TEC F	9,08	29,79	44,69	59,4760	4,4351	187,20		1"	0,0260	0,0116	59,4643
	TEC E - TEC G	32,60	106,96	160,43	59,4760	4,4351	54,42		3/4"	0,0110	0,0176	59,4583

Apéndice 9 Dimensionamiento de tuberías principales (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
PPL	PPL-DER ANGIOGRÁFO	52,95	173,72	260,58	60,0000	5,0000	4409,08	2 1/2"	0,0970	0,2528	59,7472
	PPL-DER EMERGENCIAS	96,70	317,26	475,89	60,0000	5,0000	4409,08	2 1/2"	0,0970	0,4616	59,5384
	PPL-HOSP	104,97	344,39	516,58	60,0000	5,0000	4409,08	2 1/2"	0,0970	0,5011	59,4989
Ala Izquierda	HOSP-1PI	48,43	158,89	238,34	59,4989	4,4989	1150,44	1 1/2"	0,0970	0,2312	59,2677
	1PI-2PI	3,60	11,81	17,72	59,2677	4,2677	961,06	1 1/2"	0,0700	0,0124	59,2553
	2PI-3PI	3,60	11,81	17,72	59,2553	4,2553	843,51	1 1/2"	0,0530	0,0094	59,2459
	3PI-4PI	3,60	11,81	17,72	59,2459	4,2459	758,61	1 1/2"	0,0470	0,0083	59,2376
	4PI-5PI	3,60	11,81	17,72	59,2376	4,2376	665,01	1 1/4"	0,0860	0,0152	59,2224
	5PI-6PI	3,60	11,81	17,72	59,2224	4,2224	447,81	1 1/4"	0,0470	0,0083	59,2140
	6PI-7PI	3,60	11,81	17,72	59,2140	4,2140	321,08	1"	0,0650	0,0115	59,2025
Ala Derecha	HOSP-1PD	45,65	149,77	224,66	59,4989	4,4989	2470,67	2 1/2"	0,0340	0,0764	59,4225
	IPD-2PD	3,60	11,81	17,72	59,4225	4,4225	1475,87	1 1/2"	0,1440	0,0255	59,3970
	2PD-3PD	3,60	11,81	17,72	59,3970	4,3970	681,34	1 1/4"	0,0860	0,0152	59,3818
	3PD-4PD	3,60	11,81	17,72	59,3818	4,3818	352,64	1"	0,0720	0,0128	59,3690
	4PD-5PD	3,60	11,81	17,72	59,3690	4,3690	265,57	1"	0,0460	0,0081	59,3609
	5PD-6PD	3,60	11,81	17,72	59,3609	4,3609	178,50	1"	0,0220	0,0039	59,3570
	6PD-7PD	3,60	11,81	17,72	59,3570	4,3570	95,78	1"	0,0080	0,0014	59,3556

Apéndice 10 Dimensionamiento de tuberías principales (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
Oftalmología	TEC B -A	15,57	51,08	0,00	0,00	76,62	59,4792	4,4792	87,07	3/4"	0,0230	0,01762	59,4616
	A-B	4,29	14,07	1,00	13,12	40,80	59,4616	4,4616	43,54	3/4"	0,0080	0,00326	59,4583
	B-B1	1,78	5,84	0,00	0,00	8,76	59,4583	4,4583	21,77	1/2"	0,0200	0,00175	59,4566
	B-B2	3,24	10,63	0,00	0,00	15,94	59,4583	4,4583	21,77	1/2"	0,0200	0,00319	59,4551
	A-C	3,47	11,38	1,00	13,12	36,76	59,4616	4,4616	43,54	3/4"	0,0080	0,00294	59,4587
	C-C1	1,78	5,84	0,00	0,00	8,76	59,4587	4,4587	21,77	1/2"	0,0200	0,00175	59,4569
	C-C2	3,24	10,63	0,00	0,00	15,94	59,4587	4,4587	21,77	1/2"	0,0200	0,00319	59,4555
Otorrinolaringología	TEC D - A	12,11	39,73	1,00	13,12	79,2815	59,5193	4,4785	15,24	3/4"	0,0020	0,00159	59,5177
	A-A1	4,92	16,14	0,00	0,00	24,2126	59,5177	4,4769	2,17	1/2"	0,0030	0,00073	59,5170
	A-B	3,95	12,96	0,00	0,00	19,4390	59,5177	4,4769	13,06	1/2"	0,0060	0,00117	59,5166
	B-B1	2,64	8,66	0,00	0,00	12,9921	59,5166	4,4758	2,17	1/2"	0,0030	0,00039	59,5162
	B-C	0,66	2,17	0,00	0,00	3,2480	59,5166	4,4758	10,89	1/2"	0,0060	0,00019	59,5164
	C-C1	4,47	14,67	0,00	0,00	21,9980	59,5164	4,4751	2,17	1/2"	0,0030	0,00066	59,5157
	C-D	0,15	0,49	0,00	0,00	0,7382	59,5164	4,4756	8,71	1/2"	0,0030	0,00002	59,5164
	D-D1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,4528	59,5164	4,4755	2,17	1/2"	0,0030	0,00046	59,5159
	D-E	7,14	23,43	0,00	0,00	35,1378	59,5164	4,4755	6,53	1/2"	0,0030	0,00105	59,5153
	E-E1	2,10	6,89	0,00	0,00	10,3346	59,5153	4,4745	2,17	1/2"	0,0030	0,00031	59,5150
	E-F	0,88	2,89	0,00	0,00	4,3307	59,5153	4,4745	4,36	1/2"	0,0030	0,00013	59,5152
	F-F1	2,59	8,50	0,00	0,00	12,7461	59,5152	4,4744	2,17	1/2"	0,0030	0,00038	59,5148
	F-G	7,23	23,72	0,00	0,00	35,5807	59,5152	4,4744	2,17	1/2"	0,0030	0,00107	59,5141

Apéndice 11 Dimensionamiento de tuberías, Consulta Externa (Fuente: autor, 2018)

Gastroenterología

Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
TEC F - A	8,50	27,89	1,00	13,12	61,5158	59,4643	4,4235	187,20	1"	0,0260	0,0160	59,4483
A-A1	6,75	22,15	0,00	0,00	33,2185	59,4483	4,4075	16,33	1/2"	0,0060	0,0020	59,4463
A-B	2,90	9,51	0,00	0,00	14,2717	59,4483	4,4075	170,87	3/4	0,0760	0,0108	59,4375
B-B1	6,75	22,15	0,00	0,00	33,2185	59,4375	4,3967	16,33	1/2"	0,0060	0,0020	59,4355
B-C	1,52	4,99	0,00	0,00	7,4803	59,4375	4,3967	154,54	3/4	0,0620	0,0046	59,4329
C-D	1,33	4,36	0,00	0,00	6,5453	59,4329	4,3920	34,82	3/4	0,0060	0,0004	59,4325
D-D1	6,75	22,15	0,00	0,00	33,2185	59,4325	4,3916	16,33	1/2"	0,0060	0,0020	59,4305
D-E	5,18	16,99	0,00	0,00	25,4921	59,4325	4,3916	18,49	3/4	0,0020	0,0005	59,4320
E-E1	4,88	16,01	0,00	0,00	24,0157	59,4320	4,3911	16,33	1/2"	0,0060	0,0014	59,4305
E-F	4,15	13,62	0,00	0,00	20,4232	59,4325	4,3911	2,18	1/2	0,0030	0,0006	59,4319
F-F1	4,88	16,01	0,00	0,00	24,0157	59,4319	4,3905	2,18	1/2"	0,0030	0,0007	59,4311
C-H	6,40	21,00	0,00	0,00	31,4961	59,4329	4,3920	119,68	3/4	0,0380	0,0120	59,4209
H-H1	4,62	15,16	0,00	0,00	22,7362	59,4209	4,3801	10,88	1/2"	0,0060	0,0014	59,4195
H-I	1,90	6,23	0,00	0,00	9,3504	59,4209	4,3801	108,80	3/4	0,0380	0,0036	59,4173
I-I1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4173	4,3765	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4161
I-J	0,16	0,52	0,00	0,00	0,7874	59,4173	4,3765	97,92	3/4	0,0280	0,0002	59,4171
J-J1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4171	4,3763	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4158
J-K	1,74	5,71	0,00	0,00	8,5630	59,4171	4,3763	87,04	3/4	0,0230	0,0020	59,4151
K-K1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4151	4,3743	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4139
K-L	0,16	0,52	0,00	0,00	0,7874	59,4151	4,3743	76,16	3/4	0,0190	0,0001	59,4150
L-L1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4150	4,3742	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4137
L-M	1,90	6,23	0,00	0,00	9,3504	59,4150	4,3742	65,28	3/4	0,0150	0,0014	59,4136
M-M1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4136	4,3728	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4123
M-N	0,05	0,16	0,00	0,00	0,2461	59,4136	4,3728	54,40	3/4	0,0110	0,00003	59,4136
N-N1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4136	4,3727	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4123
N-O	1,50	4,92	0,00	0,00	7,3819	59,4136	4,3727	43,52	3/4	0,0080	0,0006	59,4130
O-O1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4130	4,3722	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4117
O-P	0,37	1,21	0,00	0,00	1,8209	59,4130	4,3722	32,64	3/4	0,0060	0,0001	59,4129
P-P1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4129	4,3720	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4116
P-Q	1,16	3,81	0,00	0,00	5,7087	59,4129	4,3720	21,76	3/4	0,0040	0,0002	59,4126
Q-Q1	4,30	14,11	0,00	0,00	21,1614	59,4126	4,3718	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4114
Q-R	5,07	16,63	0,00	0,00	24,9508	59,4126	4,3718	10,88	1/2"	0,0060	0,0015	59,4111

Apéndice 12 Dimensionamiento de tuberías, Gastroenterología

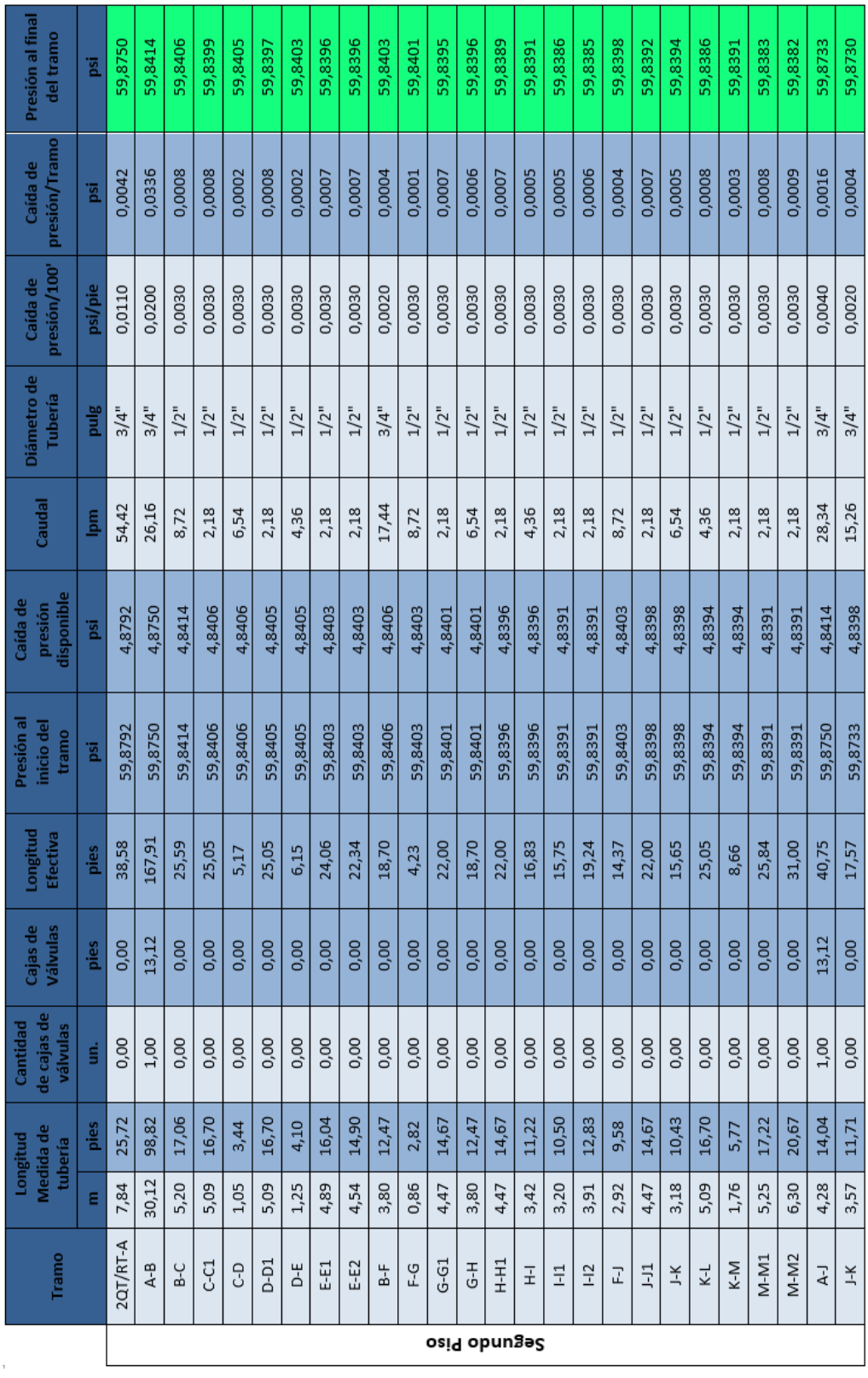
(Fuente: autor, 2018)

Neumología	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	TEC G - A	20,01	65,65	1,00	13,12	118,1595	59,4760	4,4175	54,42	3/4"	0,0110	0,0130	59,4630
	A-A1	8,05	26,41	0,00	0,00	39,6161	59,4630	4,4045	10,88	1/2"	0,0060	0,0024	59,4606
	A-B	1,40	4,59	0,00	0,00	6,8898	59,4630	4,4045	43,54	3/4	0,0080	0,0006	59,4624
	B-B1	8,54	28,02	0,00	0,00	42,0276	59,4624	4,4039	10,88	1/2"	0,0060	0,0025	59,4599
	B-C	3,64	11,94	0,00	0,00	17,9134	59,4624	4,4039	32,65	3/4	0,0060	0,0011	59,4613
	C-C1	4,54	14,90	0,00	0,00	22,3425	59,4613	4,4029	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4600
	C-D	1,75	5,74	0,00	0,00	8,6122	59,4613	4,4029	21,77	3/4	0,0040	0,0003	59,4610
	D-D1	4,54	14,90	0,00	0,00	22,3425	59,4610	4,4025	10,88	1/2"	0,0060	0,0013	59,4596
	D-E	6,29	20,64	0,00	0,00	30,9547	59,4610	4,4025	10,88	1/2"	0,0060	0,0019	59,4591

Apéndice 13 Dimensionamiento de tuberías, Neumología (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
Primer Piso	PPL-QT/RT	4,86	15,94	0,00	0,00	23,92	59,9112	4,9112	229,64	1"	0,0360	0,0086	59,9026
	QT/RT-A	33,16	108,78	0,00	0,00	163,16	59,9026	4,9026	229,64	1"	0,0360	0,0587	59,8439
	A-F	19,85	65,12	0,00	0,00	97,69	59,8439	4,8439	54,42	3/4"	0,0110	0,0107	59,8331
	A-B	7,10	23,29	1,00	13,12	54,63	59,8439	4,8439	175,22	1"	0,0220	0,0120	59,8319
	B-C	1,41	4,63	0,00	0,00	6,94	59,8319	4,8319	8,71	1/2"	0,0030	0,0002	59,8316
	C-C1	4,59	15,06	0,00	0,00	22,59	59,8316	4,8316	2,18	1/2"	0,0030	0,0007	59,8310
	C-D	1,63	5,35	0,00	0,00	8,02	59,8316	4,8316	6,54	1/2"	0,0030	0,0002	59,8314
	D-D1	4,59	15,06	0,00	0,00	22,59	59,8314	4,8314	2,18	1/2"	0,0030	0,0007	59,8307
	D-E	1,14	3,74	0,00	0,00	5,61	59,8314	4,8314	4,36	1/2"	0,0030	0,0002	59,8312
	E-E1	4,59	15,06	0,00	0,00	22,59	59,8312	4,8312	2,18	1/2"	0,0030	0,0007	59,8306
	E-F	5,94	19,49	0,00	0,00	29,23	59,8312	4,8312	2,18	1/2"	0,0030	0,0009	59,8304
	B-G	27,73	90,98	0,00	0,00	136,47	59,8319	4,8319	166,51	1"	0,0220	0,0300	59,8018
	G-H	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,8018	4,8018	82,17	3/4"	0,0230	0,0020	59,7998
	G-I	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,8018	4,8018	84,34	3/4"	0,0230	0,0050	59,7969
	I-I1	14,56	47,77	0,00	0,00	71,65	59,7969	4,7969	2,18	1/2"	0,0030	0,0021	59,7947
	I-J	17,29	56,73	0,00	0,00	85,09	59,7969	4,7969	82,17	3/4"	0,0230	0,0196	59,7773

Apéndice 14 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Radioterapia y Quimioterapia (Fuente: autor, 2018)

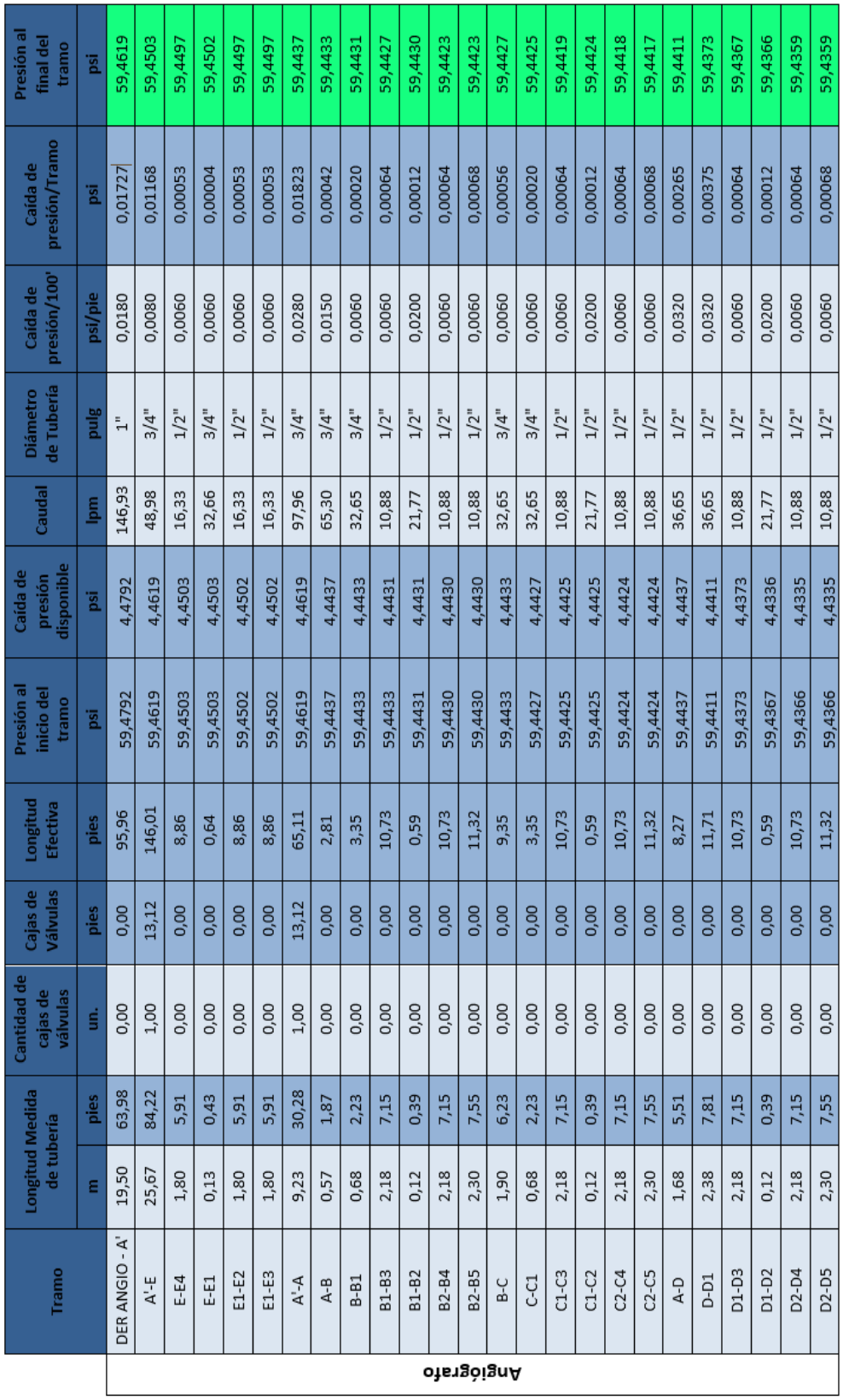


Segundo Piso	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal		Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm		pulg	psi/pie	psi	psi
	2QT/RT-A	7,84	25,72	0,00	0,00	38,58	59,8792	4,8792	54,42		3/4"	0,0110	0,0042	59,8750
	A-B	30,12	98,82	1,00	13,12	167,91	59,8750	4,8750	26,16		3/4"	0,0200	0,0336	59,8414
	B-C	5,20	17,06	0,00	0,00	25,59	59,8414	4,8414	8,72		1/2"	0,0030	0,0008	59,8406
	C-C1	5,09	16,70	0,00	0,00	25,05	59,8406	4,8406	2,18		1/2"	0,0030	0,0008	59,8399
	C-D	1,05	3,44	0,00	0,00	5,17	59,8406	4,8406	6,54		1/2"	0,0030	0,0002	59,8405
	D-D1	5,09	16,70	0,00	0,00	25,05	59,8405	4,8405	2,18		1/2"	0,0030	0,0008	59,8397
	D-E	1,25	4,10	0,00	0,00	6,15	59,8405	4,8405	4,36		1/2"	0,0030	0,0002	59,8403
	E-E1	4,89	16,04	0,00	0,00	24,06	59,8403	4,8403	2,18		1/2"	0,0030	0,0007	59,8396
	E-E2	4,54	14,90	0,00	0,00	22,34	59,8403	4,8403	2,18		1/2"	0,0030	0,0007	59,8396
	B-F	3,80	12,47	0,00	0,00	18,70	59,8406	4,8406	17,44		3/4"	0,0020	0,0004	59,8403
	F-G	0,86	2,82	0,00	0,00	4,23	59,8403	4,8403	8,72		1/2"	0,0030	0,0001	59,8401
	G-G1	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,8401	4,8401	2,18		1/2"	0,0030	0,0007	59,8395
	G-H	3,80	12,47	0,00	0,00	18,70	59,8401	4,8401	6,54		1/2"	0,0030	0,0006	59,8396
	H-H1	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,8396	4,8396	2,18		1/2"	0,0030	0,0007	59,8389
	H-I	3,42	11,22	0,00	0,00	16,83	59,8396	4,8396	4,36		1/2"	0,0030	0,0005	59,8391
	I-I1	3,20	10,50	0,00	0,00	15,75	59,8391	4,8391	2,18		1/2"	0,0030	0,0005	59,8386
	I-I2	3,91	12,83	0,00	0,00	19,24	59,8391	4,8391	2,18		1/2"	0,0030	0,0006	59,8385
	F-J	2,92	9,58	0,00	0,00	14,37	59,8403	4,8403	8,72		1/2"	0,0030	0,0004	59,8398
	J-J1	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,8398	4,8398	2,18		1/2"	0,0030	0,0007	59,8392
	J-K	3,18	10,43	0,00	0,00	15,65	59,8398	4,8398	6,54		1/2"	0,0030	0,0005	59,8394
	K-L	5,09	16,70	0,00	0,00	25,05	59,8394	4,8394	4,36		1/2"	0,0030	0,0008	59,8386
	K-M	1,76	5,77	0,00	0,00	8,66	59,8394	4,8394	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,8391
	M-M1	5,25	17,22	0,00	0,00	25,84	59,8391	4,8391	2,18		1/2"	0,0030	0,0008	59,8383
	M-M2	6,30	20,67	0,00	0,00	31,00	59,8391	4,8391	2,18		1/2"	0,0030	0,0009	59,8382
	A-J	4,28	14,04	1,00	13,12	40,75	59,8750	4,8414	28,34		3/4"	0,0040	0,0016	59,8733
	J-K	3,57	11,71	0,00	0,00	17,57	59,8733	4,8398	15,26		3/4"	0,0020	0,0004	59,8730

Apéndice 15 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Radioterapia y Quimioterapia (Fuente: autor, 2018)

Segundo Piso	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	K-K1	4,17	13,68	0,00	0,00	20,52	59,8730	4,8394	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,8724
	K-L	0,12	0,39	0,00	0,00	0,59	59,8724	4,8388	13,08	3/4"	0,0020	0,0000	59,8724
	L-L1	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,8724	4,8388	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,8718
	L-M	2,77	9,09	0,00	0,00	13,63	59,8724	4,8388	10,90	3/4"	0,0020	0,0003	59,8721
	M-M1	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,8721	4,8385	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,8716
	M-N	4,16	13,65	0,00	0,00	20,47	59,8721	4,8385	8,72	1/2"	0,0030	0,0006	59,8715
	N-N1	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,8715	4,8379	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,8709
	N-O	2,77	9,09	0,00	0,00	13,63	59,8715	4,8379	6,54	1/2"	0,0030	0,0004	59,8711
	O-O1	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,8711	4,8375	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,8705
	O-P	1,38	4,53	0,00	0,00	6,79	59,8711	4,8375	4,36	1/2"	0,0030	0,0002	59,8709
	P-P1	4,17	13,68	0,00	0,00	20,52	59,8709	4,8373	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,8703
	P-P2	7,07	23,20	0,00	0,00	34,79	59,8709	4,8373	2,18	1/2"	0,0030	0,0010	59,8698
	J-Q	3,08	10,10	0,00	0,00	15,16	59,8733	4,8398	13,08	3/4"	0,0020	0,0003	59,8730
	Q-Q1	4,05	13,29	0,00	0,00	19,93	59,8730	4,8395	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,8724
	Q-R	2,77	9,09	0,00	0,00	13,63	59,8730	4,8395	10,90	3/4"	0,0020	0,0003	59,8728
	R-R1	4,05	13,29	0,00	0,00	19,93	59,8728	4,8392	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,8722
	R-S	4,16	13,65	0,00	0,00	20,47	59,8728	4,8392	8,72	1/2"	0,0030	0,0006	59,8722
	S-S1	4,05	13,29	0,00	0,00	19,93	59,8722	4,8386	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,8716
	S-T	2,77	9,09	0,00	0,00	13,63	59,8722	4,8386	6,54	1/2"	0,0030	0,0004	59,8718
	T-T1	6,38	20,93	0,00	0,00	31,40	59,8718	4,8382	2,18	1/2"	0,0030	0,0009	59,8708
	T-U	0,97	3,18	0,00	0,00	4,77	59,8718	4,8382	4,36	1/2"	0,0030	0,0001	59,8716
	U-U1	6,38	20,93	0,00	0,00	31,40	59,8716	4,8380	2,18	1/2"	0,0030	0,0009	59,8707
	U-U2	2,95	9,68	0,00	0,00	14,52	59,8716	4,8380	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,8712

Apéndice 16 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Radioterapia y Quimioterapia (Fuente: autor, 2018)



Angiógrafo	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	DER ANGlO - A'	19,50	63,98	0,00	0,00	95,96	59,4792	4,4792	146,93	1"	0,0180	0,01727	59,4619
	A'-E	25,67	84,22	1,00	13,12	146,01	59,4619	4,4619	48,98	3/4"	0,0080	0,01168	59,4503
	E-E4	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,4503	4,4503	16,33	1/2"	0,0060	0,00053	59,4497
	E-E1	0,13	0,43	0,00	0,00	0,64	59,4503	4,4503	32,66	3/4"	0,0060	0,00004	59,4502
	E1-E2	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,4502	4,4502	16,33	1/2"	0,0060	0,00053	59,4497
	E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,4502	4,4502	16,33	1/2"	0,0060	0,00053	59,4497
	A'-A	9,23	30,28	1,00	13,12	65,11	59,4619	4,4619	97,96	3/4"	0,0280	0,01823	59,4437
	A-B	0,57	1,87	0,00	0,00	2,81	59,4437	4,4437	65,30	3/4"	0,0150	0,00042	59,4433
	B-B1	0,68	2,23	0,00	0,00	3,35	59,4433	4,4433	32,65	3/4"	0,0060	0,00020	59,4431
	B1-B3	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4433	4,4431	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4427
	B1-B2	0,12	0,39	0,00	0,00	0,59	59,4431	4,4431	21,77	1/2"	0,0200	0,00012	59,4430
	B2-B4	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4430	4,4430	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4423
	B2-B5	2,30	7,55	0,00	0,00	11,32	59,4430	4,4430	10,88	1/2"	0,0060	0,00068	59,4423
	B-C	1,90	6,23	0,00	0,00	9,35	59,4433	4,4433	32,65	3/4"	0,0060	0,00056	59,4427
	C-C1	0,68	2,23	0,00	0,00	3,35	59,4427	4,4427	32,65	3/4"	0,0060	0,00020	59,4425
	C1-C3	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4425	4,4425	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4419
	C1-C2	0,12	0,39	0,00	0,00	0,59	59,4425	4,4425	21,77	1/2"	0,0200	0,00012	59,4424
	C2-C4	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4424	4,4424	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4418
	C2-C5	2,30	7,55	0,00	0,00	11,32	59,4424	4,4424	10,88	1/2"	0,0060	0,00068	59,4417
	A-D	1,68	5,51	0,00	0,00	8,27	59,4437	4,4437	36,65	1/2"	0,0320	0,00265	59,4411
	D-D1	2,38	7,81	0,00	0,00	11,71	59,4411	4,4411	36,65	1/2"	0,0320	0,00375	59,4373
	D1-D3	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4373	4,4373	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4367
	D1-D2	0,12	0,39	0,00	0,00	0,59	59,4367	4,4336	21,77	1/2"	0,0200	0,00012	59,4366
	D2-D4	2,18	7,15	0,00	0,00	10,73	59,4366	4,4335	10,88	1/2"	0,0060	0,00064	59,4359
	D2-D5	2,30	7,55	0,00	0,00	11,32	59,4366	4,4335	10,88	1/2"	0,0060	0,00068	59,4359

Apéndice 17 Dimensionamiento de tuberías, Angiógrafo (Fuente: autor, 2018)

Emergencias	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	DER E -A	27,40	89,90	0,00	0,00	134,84	59,5384	4,5384	132,78	1"	0,0140	0,01888	59,5195
	A-B	4,74	15,54	1,00	13,12	43,00	59,5195	4,5195	17,42	3/4"	0,0020	0,00086	59,5187
	B-C	2,95	9,68	0,00	0,00	14,53	59,5187	4,5187	6,53	1/2"	0,0030	0,00044	59,5182
	C-C1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5182	4,5182	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5179
	C-D	1,85	6,07	0,00	0,00	9,10	59,5182	4,5182	4,35	1/2"	0,0030	0,00027	59,5179
	D-D1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5179	4,5179	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5177
	D-E	6,22	20,41	0,00	0,00	30,61	59,5179	4,5179	2,18	1/2"	0,0030	0,00092	59,5170
	B-F	5,69	18,67	0,00	0,00	28,00	59,5187	4,5187	10,89	3/4"	0,0020	0,00056	59,5181
	F-G	5,32	17,45	0,00	0,00	26,18	59,5181	4,5181	6,53	1/2"	0,0030	0,00079	59,5173
	G-G1	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,5173	4,5173	2,18	1/2"	0,0030	0,00032	59,5170
	G-G2	1,49	4,89	0,00	0,00	7,33	59,5173	4,5173	4,35	1/2"	0,0030	0,00022	59,5171
	G2-G3	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5171	4,5171	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5168
	G2-G4	2,26	7,41	0,00	0,00	11,12	59,5171	4,5171	2,18	1/2"	0,0030	0,00033	59,5168
	F-H	5,30	17,40	0,00	0,00	26,10	59,5181	4,5181	4,35	1/2"	0,0030	0,00078	59,5173
	H-H1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5173	4,5173	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5170
	H-H2	3,76	12,35	0,00	0,00	18,52	59,5173	4,5173	2,18	1/2"	0,0030	0,00056	59,5168
	A-I	3,41	11,19	0,00	0,00	16,78	59,5195	4,5195	115,36	3/4"	0,0380	0,00638	59,5131
	I-J	6,35	20,83	1,00	13,12	50,94	59,5131	4,5131	10,88	3/4"	0,0020	0,00102	59,5121
	J-J1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5121	4,5121	5,44	1/2"	0,0030	0,00028	59,5118
	J-J2	3,64	11,95	0,00	0,00	17,93	59,5121	4,5121	5,44	1/2"	0,0030	0,00054	59,5116
	I-K	0,85	2,79	0,00	0,00	4,18	59,5131	4,5131	104,48	3/4"	0,0380	0,00159	59,5115
	K-L	6,04	19,82	1,00	13,12	49,41	59,5115	4,5115	43,54	3/4"	0,0080	0,00395	59,5076
	L-L1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5076	4,5076	21,77	1/2"	0,0200	0,00188	59,5057
	L-L2	3,76	12,34	0,00	0,00	18,50	59,5076	4,5076	21,77	1/2"	0,0200	0,00370	59,5039
	K-M	1,95	6,40	0,00	0,00	9,60	59,5115	4,5115	60,94	3/4"	0,0110	0,00106	59,5105
	M-N	13,01	42,68	1,00	13,12	83,71	59,5105	4,5048	43,54	3/4"	0,0080	0,00670	59,5038
	N-N1	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5038	4,4982	21,77	1/2"	0,0200	0,00188	59,5019
	N-N2	3,63	11,91	0,00	0,00	17,86	59,5038	4,4982	21,77	1/2"	0,0200	0,00357	59,5002
	M-O	9,13	29,94	1,00	13,12	64,59	59,5105	4,5105	17,42	1/2"	0,0060	0,00388	59,5066

Apéndice 18 Dimensionamiento de tuberías, Emergencias (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caida de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
Emergencias	O-P	2,54	8,32	0,00	0,00	12,48	59,5066	4,5066	6,53	1/2"	0,0030	0,00037	59,5062
	P-P1	2,36	7,74	0,00	0,00	11,61	59,5062	4,5062	2,18	1/2"	0,0030	0,00035	59,5059
	P-P2	1,48	4,86	0,00	0,00	7,28	59,5062	4,5062	4,35	1/2"	0,0030	0,00022	59,5060
	P2-P3	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5060	4,5060	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5057
	P2-P4	2,41	7,91	0,00	0,00	11,86	59,5060	4,5060	2,18	1/2"	0,0030	0,00036	59,5057
	O-Q	5,80	19,03	0,00	0,00	28,54	59,5066	4,5066	10,89	3/4"	0,0020	0,00057	59,5060
	Q-R	2,54	8,32	0,00	0,00	12,48	59,5060	4,5060	6,53	1/2"	0,0030	0,00037	59,5057
	R-R1	2,36	7,74	0,00	0,00	11,61	59,5057	4,5057	2,18	1/2"	0,0030	0,00035	59,5053
	R-R2	1,48	4,86	0,00	0,00	7,28	59,5057	4,5057	4,35	1/2"	0,0030	0,00022	59,5055
	R2-R3	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,5055	4,5055	2,18	1/2"	0,0030	0,00028	59,5052
	R2-R4	2,41	7,91	0,00	0,00	11,86	59,5055	4,5055	2,18	1/2"	0,0030	0,00036	59,5051
	Q-S	2,38	7,81	0,00	0,00	11,71	59,5060	4,5060	4,36	1/2"	0,0030	0,00035	59,5057
	S-S1	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,5057	4,5057	2,18	1/2"	0,0030	0,00066	59,5050
	S-S2	3,62	11,88	0,00	0,00	17,81	59,5057	4,5057	2,18	1/2"	0,0030	0,00053	59,5052

Apéndice 19 Dimensionamiento de tuberías, Emergencias (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO - ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
1PI-A	4,34	14,24	0,00	0,00	21,36	59,2677	4,2677	189,38	1"	0,0260	0,0056	59,2622
A-B	27,33	89,67	1,00	13,12	154,18	59,2622	4,2622	145,84	3/4"	0,0620	0,0956	59,1666
B-C	0,32	1,05	0,00	0,00	1,57	59,1666	4,1666	19,59	1/2"	0,0060	0,0001	59,1665
C-C1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1665	4,1665	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1659
C1-C2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1659	4,1659	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1656
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1659	4,1659	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1657
C3-C4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1657	4,1657	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1654
C3-C5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1657	4,1657	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1653
C-D	2,75	9,02	0,00	0,00	13,53	59,1665	4,1665	13,06	1/2"	0,0060	0,0008	59,1657
D-D1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1657	4,1657	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1652
D1-D2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1652	4,1652	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1649
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1652	4,1652	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1649
D3-D4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1649	4,1649	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1646
D3-D5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1649	4,1649	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1645
D-E	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,1657	4,1657	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,1650
E-E1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1650	4,1650	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1645
E1-E2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1645	4,1645	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1642
E2-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1645	4,1645	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1642
E3-E4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1642	4,1642	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1639
E3-E5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1642	4,1642	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1638
B-F	4,13	13,55	0,00	0,00	20,32	59,1666	4,1666	126,25	3/4"	0,0490	0,0100	59,1566
F-F1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1566	4,1566	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1561
F1-F2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1561	4,1561	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1558
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1561	4,1561	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1558
F3-F4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1558	4,1558	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1555
F3-F5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1558	4,1558	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1554

Apéndice 20 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO – ALA IZQUIERDA															
Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caida de presión disponible	Caudal		Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo	
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm		pulg	psi/pie	psi	psi	
F-G		3,26	10,70	0,00	0,00	16,04	59,1566	4,1566	119,72		3/4"	0,0380	0,0061	59,1505	
G-G1		4,74	15,55	0,00	0,00	23,33	59,1505	4,1505	32,65		1/2"	0,0200	0,0047	59,1459	
G1-G2		3,35	10,99	0,00	0,00	16,49	59,1459	4,1459	10,88		1/2"	0,0030	0,0005	59,1454	
G1-G3		3,11	10,20	0,00	0,00	15,31	59,1459	4,1459	21,77		1/2"	0,0060	0,0009	59,1449	
G3-G4		1,86	6,10	0,00	0,00	9,15	59,1449	4,1449	10,88		1/2"	0,0030	0,0003	59,1447	
G3-G5		2,94	9,65	0,00	0,00	14,47	59,1449	4,1449	10,88		1/2"	0,0030	0,0004	59,1445	
G-H		1,83	6,00	0,00	0,00	9,01	59,1505	4,1505	87,07		3/4"	0,0230	0,0021	59,1485	
H-H1		4,74	15,55	0,00	0,00	23,33	59,1485	4,1485	32,65		1/2"	0,0200	0,0047	59,1438	
H1-H2		3,35	10,99	0,00	0,00	16,49	59,1438	4,1438	10,88		1/2"	0,0030	0,0005	59,1433	
H1-H3		3,11	10,20	0,00	0,00	15,31	59,1438	4,1438	21,77		1/2"	0,0060	0,0009	59,1429	
H3-H4		1,86	6,10	0,00	0,00	9,15	59,1429	4,1429	10,88		1/2"	0,0030	0,0003	59,1426	
H3-H5		2,94	9,65	0,00	0,00	14,47	59,1429	4,1429	10,88		1/2"	0,0030	0,0004	59,1424	
H-I		13,29	43,60	0,00	0,00	65,40	59,1485	4,1485	54,42		3/4"	0,0110	0,0072	59,1413	
I-I1		6,84	22,44	0,00	0,00	33,66	59,1413	4,1413	10,89		1/2"	0,0030	0,0010	59,1402	
I-J		0,66	2,17	0,00	0,00	3,25	59,1413	4,1413	43,54		3/4"	0,0080	0,0003	59,1410	
J-J1		10,51	34,48	0,00	0,00	51,72	59,1410	4,1410	10,88		1/2"	0,0030	0,0016	59,1394	
J-K		2,34	7,68	0,00	0,00	11,52	59,1410	4,1410	32,66		3/4"	0,0040	0,0005	59,1405	
K-K1		10,29	33,76	0,00	0,00	50,64	59,1405	4,1405	10,89		1/2"	0,0030	0,0015	59,1390	
K-L		4,08	13,39	0,00	0,00	20,08	59,1405	4,1405	21,78		1/2"	0,0060	0,0012	59,1393	
L-L1		10,51	34,48	0,00	0,00	51,72	59,1393	4,1393	10,89		1/2"	0,0030	0,0016	59,1378	
L-L2		6,98	22,90	0,00	0,00	34,35	59,1393	4,1393	10,89		1/2"	0,0030	0,0010	59,1383	
A-M		11,79	38,68	0,00	0,00	58,02	59,2622	4,2622	43,54		3/4"	0,0060	0,0035	59,2587	
M-M1		6,38	20,93	0,00	0,00	31,40	59,2587	4,2587	21,77		1/2"	0,0060	0,0019	59,2568	
M-M2		2,13	6,99	0,00	0,00	10,48	59,2587	4,2587	21,77		1/2"	0,0060	0,0006	59,2581	

Apéndice 21 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

SEGUNDO PISO – ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
2PI-A	4,33	14,21	0,00	0,00	21,31	59,2553	4,2553	117,55	3/4"	0,0380	0,0081	59,2472
A-B	27,33	89,67	0,00	0,00	134,50	59,2472	4,2472	52,25	3/4"	0,0080	0,0108	59,2365
B-C	0,33	1,08	0,00	0,00	1,62	59,2365	4,2365	32,65	3/4"	0,0040	0,0001	59,2364
C-C1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2364	4,2364	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2359
C1-C2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2359	4,2359	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2356
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2359	4,2359	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2356
C3-C4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2356	4,2356	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2353
C3-C5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2356	4,2356	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2352
C-D	2,78	9,12	0,00	0,00	13,68	59,2364	4,2364	26,12	3/4"	0,0040	0,0005	59,2359
D-D1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2359	4,2359	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2353
D1-D2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2353	4,2353	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2350
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2353	4,2353	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2351
D3-D4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2351	4,2351	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2348
D3-D5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2351	4,2351	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2347
D-E	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,2359	4,2359	19,59	3/4"	0,0020	0,0004	59,2354
E-E1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2354	4,2354	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2349
E1-E2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2349	4,2349	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2346
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2349	4,2349	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2346
E3-E4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2346	4,2346	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2343
E3-E5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2346	4,2346	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2342
E-F	1,96	6,43	0,00	0,00	9,65	59,2354	4,2354	13,06	1/2"	0,0060	0,0006	59,2348
F-F1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2348	4,2348	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2343
F1-F2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2343	4,2343	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2340
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2343	4,2343	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2341
F3-F4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2341	4,2341	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2338
F3-F5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2341	4,2341	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2337

Apéndice 22 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

SEGUNDO PISO – ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
F-G	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,2348	4,2348	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,2342
G-G1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2342	4,2342	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2336
G1-G2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2336	4,2336	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2333
G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2336	4,2336	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2334
G3-G4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2334	4,2334	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2331
G3-G5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2334	4,2334	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2330
B-H	4,09	13,42	0,00	0,00	20,13	59,2365	4,2365	19,60	1/2"	0,0060	0,0012	59,2353
H-H1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2353	4,2353	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2347
H1-H2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2347	4,2347	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2344
H1-H3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2347	4,2347	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2345
H3-H4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2345	4,2345	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2342
H3-H5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2345	4,2345	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2341
H-I	1,96	6,43	0,00	0,00	9,65	59,2353	4,2353	13,07	1/2"	0,0030	0,0003	59,2350
I-I1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2350	4,2350	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2344
I1-I2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2344	4,2344	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2341
I1-I3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2344	4,2344	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2342
I3-I4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2342	4,2342	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2339
I3-I5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2342	4,2342	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2338
I-J	4,44	14,57	0,00	0,00	21,85	59,2350	4,2350	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,2343
J-J1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2343	4,2343	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2338
J1-J2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2338	4,2338	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2335
J1-J3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2338	4,2338	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2335
J3-J4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2335	4,2335	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2332
J3-J5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2335	4,2335	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2331
J-PREV	13,05	42,81	0,00	0,00	64,22	59,2343	4,2343	6,53	1/2"	0,0030	0,0019	59,2324
A-K	10,09	33,10	1,00	13,12	69,34	59,2472	4,2472	65,30	3/4"	0,0150	0,0104	59,2368
K-K1	0,15	0,49	0,00	0,00	0,74	59,2368	4,2368	21,77	1/2"	0,0060	0,0000	59,2368

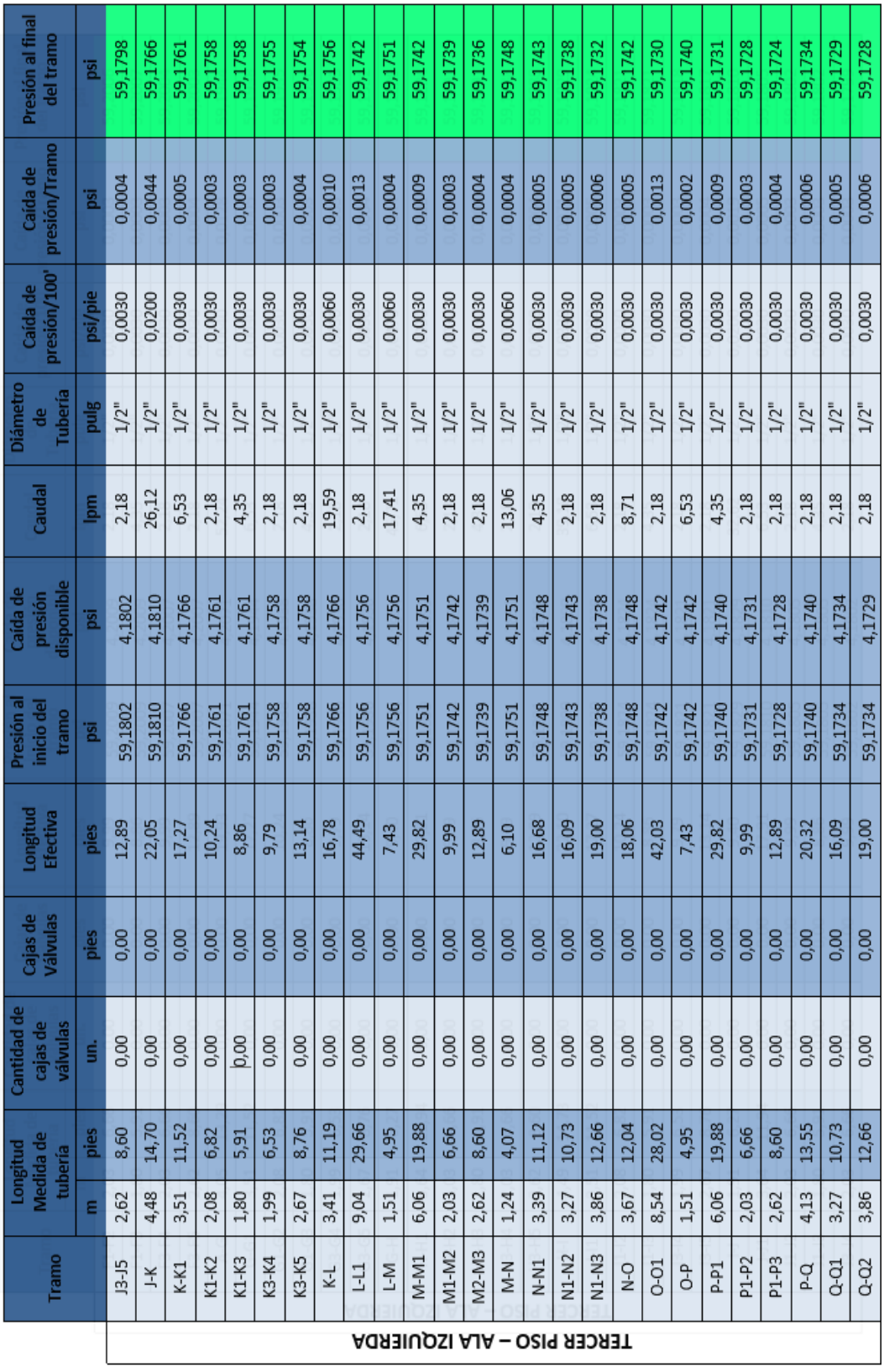
Apéndice 23 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

TERCER PISO – ALA IZQUIERDA													
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
3PI-A	30,29	99,38	1,00	13,12	168,75	59,2459	4,2459	84,90	3/4"	0,0230	0,0388	59,2071
A-B	0,42	1,38	0,00	0,00	2,07	59,2071	4,2071	32,66	1/2"	0,0200	0,0004	59,2067
B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2067	4,2067	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2062
B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2062	4,2062	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2059
B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2062	4,2062	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2059
B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2059	4,2059	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2056
B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2059	4,2059	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2055
B-C	2,73	8,96	0,00	0,00	13,44	59,2067	4,2067	26,13	1/2"	0,0200	0,0027	59,2040
C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2040	4,2040	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2035
C1-C2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2035	4,2035	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2032
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2035	4,2035	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2032
C3-C4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2032	4,2032	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2029
C3-C5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2032	4,2032	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2028
C-D	4,51	14,80	0,00	0,00	22,19	59,2040	4,2040	19,60	1/2"	0,0060	0,0013	59,2027
D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2027	4,2027	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2022
D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2022	4,2022	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2019
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2022	4,2022	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2019
D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2019	4,2019	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2016
D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2019	4,2019	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2015
D-E	1,90	6,23	0,00	0,00	9,35	59,2027	4,2027	13,07	1/2"	0,0060	0,0006	59,2021
E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,2021	4,2021	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2016
E1-E2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,2016	4,2016	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2013
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2016	4,2016	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2013
E3-E4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,2013	4,2013	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2011
E3-E5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,2013	4,2013	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2010
E-F	4,51	14,80	0,00	0,00	22,19	59,2021	4,2021	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,2015
F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,2015	4,2015	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,2009

Apéndice 24 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

TERCER PISO – ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2009	4,2009	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2006
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,2009	4,2009	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,2007
F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,2007	4,2007	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,2004
F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,2007	4,2007	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,2003
A-G	4,05	13,29	0,00	0,00	19,93	59,2071	4,2071	52,24	1/2"	0,0640	0,0128	59,1944
G-G1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1944	4,1944	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1938
G1-G2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1938	4,1938	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1935
G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1938	4,1938	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1936
G3-G4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1936	4,1936	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1933
G3-G5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1936	4,1936	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1932
G-H	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,1944	4,1944	45,71	1/2"	0,0470	0,0044	59,1899
H-H1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1899	4,1899	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1894
H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1894	4,1894	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1891
H1-H3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1894	4,1894	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1891
H3-H4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1891	4,1891	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1888
H3-H5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1891	4,1891	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1888
H-I	4,49	14,73	0,00	0,00	22,10	59,1899	4,1899	39,18	1/2"	0,0320	0,0071	59,1829
I-I1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1829	4,1829	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1824
I1-I2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1824	4,1824	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1821
I1-I3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1824	4,1824	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1821
I3-I4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1821	4,1821	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1818
I3-I5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1821	4,1821	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1817
I-J	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,1829	4,1829	32,62	1/2"	0,0200	0,0019	59,1810
J-J1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1810	4,1810	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1805
J1-J2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1805	4,1805	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1802
J1-J3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1805	4,1805	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1802
J3-J4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1802	4,1802	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1799

Apéndice 25 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)



TERCER PISO – ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
J3-J5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1802	4,1802	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1798
J-K	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,1810	4,1810	26,12	1/2"	0,0200	0,0044	59,1766
K-K1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1766	4,1766	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1761
K1-K2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1761	4,1761	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1758
K1-K3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1761	4,1761	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1758
K3-K4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1758	4,1758	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1755
K3-K5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1758	4,1758	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1754
K-L	3,41	11,19	0,00	0,00	16,78	59,1766	4,1766	19,59	1/2"	0,0060	0,0010	59,1756
L-L1	9,04	29,66	0,00	0,00	44,49	59,1756	4,1756	2,18	1/2"	0,0030	0,0013	59,1742
L-M	1,51	4,95	0,00	0,00	7,43	59,1756	4,1756	17,41	1/2"	0,0060	0,0004	59,1751
M-M1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1751	4,1751	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1742
M1-M2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1742	4,1742	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1739
M2-M3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1739	4,1739	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1736
M-N	1,24	4,07	0,00	0,00	6,10	59,1751	4,1751	13,06	1/2"	0,0060	0,0004	59,1748
N-N1	3,39	11,12	0,00	0,00	16,68	59,1748	4,1748	4,35	1/2"	0,0030	0,0005	59,1743
N1-N2	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,1743	4,1743	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,1738
N1-N3	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,1738	4,1738	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1732
N-O	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,1748	4,1748	8,71	1/2"	0,0030	0,0005	59,1742
O-O1	8,54	28,02	0,00	0,00	42,03	59,1742	4,1742	2,18	1/2"	0,0030	0,0013	59,1730
O-P	1,51	4,95	0,00	0,00	7,43	59,1742	4,1742	6,53	1/2"	0,0030	0,0002	59,1740
P-P1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1740	4,1740	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1731
P1-P2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1731	4,1731	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1728
P1-P3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1728	4,1728	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1724
P-Q	4,13	13,55	0,00	0,00	20,32	59,1740	4,1740	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1734
Q-Q1	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,1734	4,1734	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,1729
Q-Q2	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,1734	4,1729	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1728

Apéndice 26 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

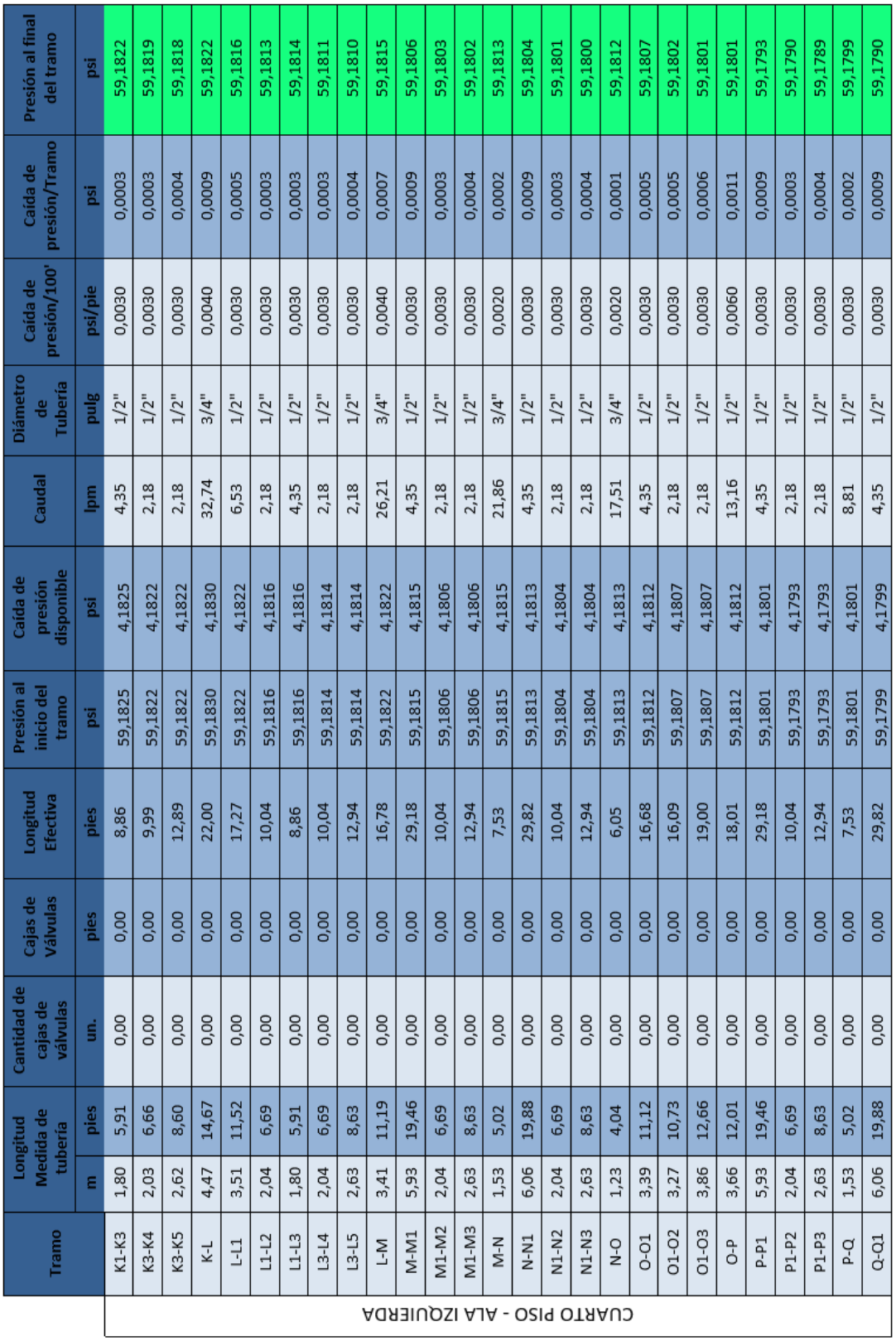
CUARTO PISO - ALA IZQUIERDA

Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
4PI-A	31,78	104,27	1,00	13,12	176,08	59,2376	4,2376	93,60	3/4"	0,0280	0,0493	59,1883
A-B	0,42	1,38	0,00	0,00	2,07	59,1883	4,1883	34,83	1/2"	0,0320	0,0007	59,1876
B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1876	4,1876	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1871
B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1871	4,1871	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1868
B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1871	4,1871	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1868
B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1868	4,1868	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1865
B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1868	4,1868	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1865
B-C	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,1876	4,1876	28,30	1/2"	0,0200	0,0027	59,1849
C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1849	4,1849	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1844
C1-C2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1844	4,1844	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1841
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1844	4,1844	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1842
C3-C4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1842	4,1842	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1839
C3-C5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1842	4,1842	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1838
C-D	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,1849	4,1849	21,77	1/2"	0,0060	0,0013	59,1836
D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1836	4,1836	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1831
D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1831	4,1831	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1828
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1831	4,1831	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1828
D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1828	4,1828	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1825
D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1828	4,1828	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1824
D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,1836	4,1836	15,24	1/2"	0,0060	0,0006	59,1831
E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1831	4,1831	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1825
E1-E2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1825	4,1825	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1822
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1825	4,1825	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1823
E3-E4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1823	4,1823	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1820
E3-E5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1823	4,1823	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1819
E-F	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,1831	4,1831	8,71	1/2"	0,0030	0,0007	59,1824
F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1824	4,1824	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1818

Apéndice 27 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

CUARTO PISO - ALA IZQUIERDA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1818	4,1818	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1815
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1818	4,1818	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1816
F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1816	4,1816	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1813
F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1816	4,1816	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1812
F-G	6,85	22,47	0,00	0,00	33,71	59,1824	4,1824	2,18	1/2"	0,0030	0,0010	59,1814
G-G1	5,68	18,64	0,00	0,00	27,95	59,1814	4,1814	2,18	1/2"	0,0030	0,0008	59,1805
A-H	4,04	13,25	0,00	0,00	19,88	59,1883	4,1883	58,86	3/4"	0,0110	0,0022	59,1861
H-H1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1861	4,1861	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1856
H1-H2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1856	4,1856	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1853
H1-H3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1856	4,1856	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1853
H3-H4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1853	4,1853	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1850
H3-H5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1853	4,1853	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1849
H-I	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,1861	4,1861	52,33	3/4"	0,0080	0,0008	59,1854
I-I1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1854	4,1854	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1848
I1-I2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1848	4,1848	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1845
I1-I3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1848	4,1848	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1846
I3-I4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1846	4,1846	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1843
I3-I5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1846	4,1846	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1842
I-J	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,1854	4,1854	45,80	3/4"	0,0080	0,0018	59,1836
J-J1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1836	4,1836	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1831
J1-J2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1831	4,1831	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1828
J1-J3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1831	4,1831	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1828
J3-J4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1828	4,1828	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1825
J3-J5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1828	4,1828	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1824
J-K	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,1836	4,1836	39,27	3/4"	0,0060	0,0006	59,1830
K-K1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1830	4,1830	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1825
K1-K2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1825	4,1825	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1822

Apéndice 28 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

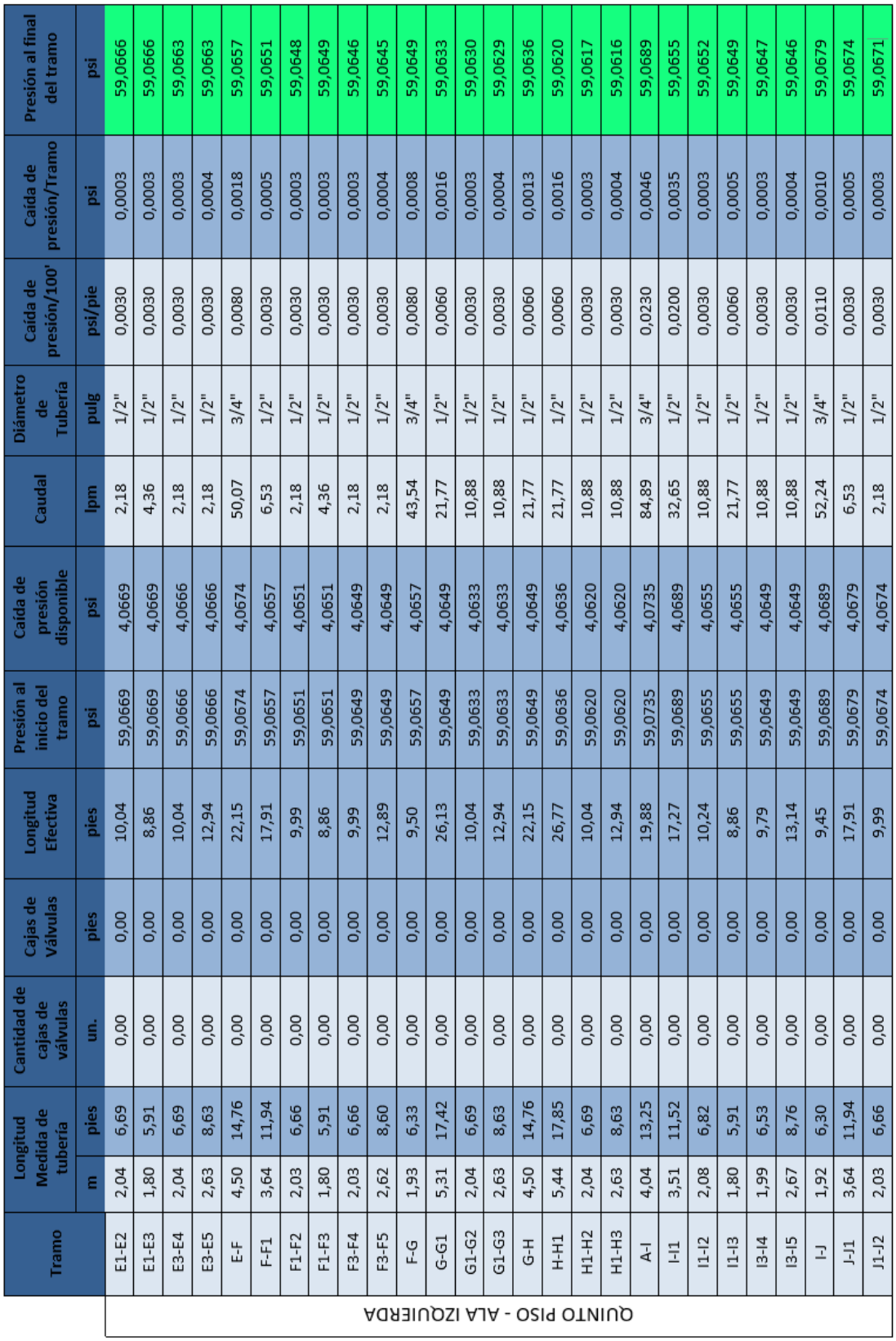


	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
CUARTO PISO - ALA IZQUIERDA	K1-K3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1825	4,1825	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1822
	K3-K4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1822	4,1822	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1819
	K3-K5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1822	4,1822	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1818
	K-L	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,1830	4,1830	32,74	3/4"	0,0040	0,0009	59,1822
	L-L1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1822	4,1822	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1816
	L1-L2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1816	4,1816	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1813
	L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1816	4,1816	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1814
	L3-L4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1814	4,1814	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1811
	L3-L5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1814	4,1814	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1810
	L-M	3,41	11,19	0,00	0,00	16,78	59,1822	4,1822	26,21	3/4"	0,0040	0,0007	59,1815
	M-M1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,1815	4,1815	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1806
	M1-M2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1806	4,1806	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1803
	M1-M3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1806	4,1806	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1802
	M-N	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,1815	4,1815	21,86	3/4"	0,0020	0,0002	59,1813
	N-N1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1813	4,1813	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1804
	N1-N2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1804	4,1804	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1801
	N1-N3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1804	4,1804	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1800
	N-O	1,23	4,04	0,00	0,00	6,05	59,1813	4,1813	17,51	3/4"	0,0020	0,0001	59,1812
	O-O1	3,39	11,12	0,00	0,00	16,68	59,1812	4,1812	4,35	1/2"	0,0030	0,0005	59,1807
	O1-O2	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,1807	4,1807	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,1802
	O1-O3	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,1807	4,1807	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1801
	O-P	3,66	12,01	0,00	0,00	18,01	59,1812	4,1812	13,16	1/2"	0,0060	0,0011	59,1801
	P-P1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,1801	4,1801	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1793
	P1-P2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1793	4,1793	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1790
	P1-P3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1793	4,1793	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1789
	P-Q	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,1801	4,1801	8,81	1/2"	0,0030	0,0002	59,1799
	Q-Q1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1799	4,1799	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1790

Apéndice 29 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
CUARTO PISO -	Q1-Q2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1790	4,1790	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1787
	Q1-Q3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1790	4,1790	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1786
	Q-R	4,12	13,52	0,00	0,00	20,28	59,1799	4,1799	4,36	1/2"	0,0030	0,0006	59,1793
	R-R1	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,1793	4,1793	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,1788
	R-R2	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,1793	4,1793	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1787
QUINTO PISO - ALA IZQUIERDA	5PI-A	28,88	94,75	1,00	13,12	161,81	59,2224	4,2224	187,20	3/4"	0,0920	0,1489	59,0735
	A-B	0,42	1,38	0,00	0,00	2,07	59,0735	4,0735	102,31	3/4"	0,0280	0,0006	59,0729
	B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0729	4,0729	32,65	1/2"	0,0200	0,0036	59,0693
	B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0693	4,0693	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0690
	B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0693	4,0693	21,77	1/2"	0,0060	0,0005	59,0688
	B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0688	4,0688	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0685
	B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0688	4,0688	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0684
	B-C	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,0729	4,0729	69,66	3/4"	0,0150	0,0020	59,0709
	C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0709	4,0709	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0704
	C1-C2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0704	4,0704	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0701
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0704	4,0704	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0701
	C3-C4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0701	4,0701	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0698
	C3-C5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0701	4,0701	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0697
	C-D	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,0709	4,0709	63,13	3/4"	0,0110	0,0024	59,0685
	D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0685	4,0685	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0679
	D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0679	4,0679	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0676
	D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0679	4,0679	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0677
	D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0677	4,0677	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0674
	D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0677	4,0677	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0673
	D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,0685	4,0685	56,60	3/4"	0,0110	0,0010	59,0674
	E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0674	4,0674	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0669

Apéndice 30 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)



QUINTO PISO - ALA IZQUIERDA

Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
E1-E2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0669	4,0669	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0666
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0669	4,0669	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0666
E3-E4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0666	4,0666	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0663
E3-E5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0666	4,0666	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0663
E-F	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,0674	4,0674	50,07	3/4"	0,0080	0,0018	59,0657
F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0657	4,0657	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0651
F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0651	4,0651	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0648
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0651	4,0651	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0649
F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0649	4,0649	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0646
F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0649	4,0649	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0645
F-G	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,0657	4,0657	43,54	3/4"	0,0080	0,0008	59,0649
G-G1	5,31	17,42	0,00	0,00	26,13	59,0649	4,0649	21,77	1/2"	0,0060	0,0016	59,0633
G1-G2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0633	4,0633	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0630
G1-G3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0633	4,0633	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0629
G-H	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,0649	4,0649	21,77	1/2"	0,0060	0,0013	59,0636
H-H1	5,44	17,85	0,00	0,00	26,77	59,0636	4,0636	21,77	1/2"	0,0060	0,0016	59,0620
H1-H2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0620	4,0620	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0617
H1-H3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0620	4,0620	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0616
A-I	4,04	13,25	0,00	0,00	19,88	59,0735	4,0735	84,89	3/4"	0,0230	0,0046	59,0689
I-I1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0689	4,0689	32,65	1/2"	0,0200	0,0035	59,0655
I1-I2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0655	4,0655	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0652
I1-I3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0655	4,0655	21,77	1/2"	0,0060	0,0005	59,0649
I3-I4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0649	4,0649	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0647
I3-I5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0649	4,0649	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0646
I-J	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,0689	4,0689	52,24	3/4"	0,0110	0,0010	59,0679
J-J1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0679	4,0679	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0674
J1-J2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0674	4,0674	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0671

Apéndice 31 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
QUINTO PISO - ALA IZQUIERDA	J1-J3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0674	4,0674	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0671
	J3-J4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0671	4,0671	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0668
	J3-J5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0671	4,0671	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0667
	J-K	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,0679	4,0679	45,71	3/4"	0,0080	0,0018	59,0661
	K-K1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0661	4,0661	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0656
	K1-K2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0656	4,0656	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0653
	K1-K3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0656	4,0656	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0653
	K3-K4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0653	4,0653	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0651
	K3-K5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0653	4,0653	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0650
	K-L	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,0661	4,0661	39,18	3/4"	0,0060	0,0006	59,0656
	L-L1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0656	4,0656	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0650
	L1-L2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0650	4,0650	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0647
	L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0650	4,0650	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0648
	L3-L4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0648	4,0648	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0645
	L3-L5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0648	4,0648	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0644
	L-M	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,0656	4,0656	32,65	3/4"	0,0040	0,0009	59,0647
	M-M1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0647	4,0647	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0642
	M1-M2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0642	4,0642	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0639
	M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0642	4,0642	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0639
	M3-M4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0639	4,0639	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0636
	M3-M5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0639	4,0639	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0635
	M-N	3,41	11,19	0,00	0,00	16,78	59,0647	4,0647	26,12	3/4"	0,0040	0,0007	59,0640
	N-N1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,0640	4,0640	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0631
	N1-N2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0631	4,0631	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0628
	N1-N3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,0631	4,0631	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0628
	N-O	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,0640	4,0640	21,76	3/4"	0,0020	0,0002	59,0639
	O-O1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,0639	4,0639	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0630

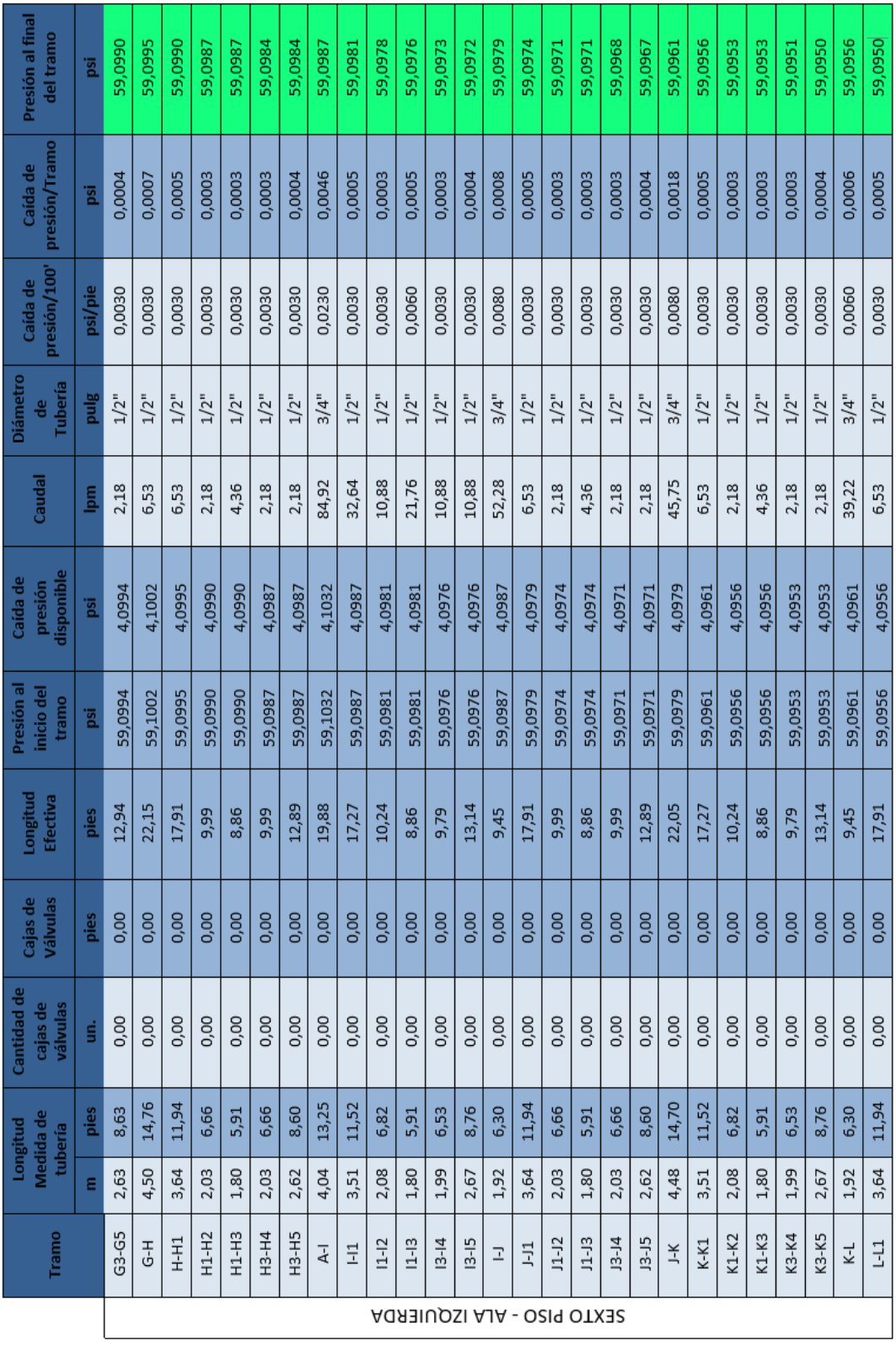
Apéndice 32 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
QUINTO PISO - ALA IZQUIERDA	O1-O2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0630	4,0630	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0627
	O1-O3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0630	4,0630	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0626
	O-P	1,23	4,04	0,00	0,00	6,05	59,0639	4,0639	17,40	3/4"	0,0020	0,0001	59,0637
	P-P1	3,39	11,12	0,00	0,00	16,68	59,0637	4,0637	4,36	1/2"	0,0030	0,0005	59,0632
	P1-P2	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,0632	4,0632	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,0628
	P1-P3	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,0632	4,0632	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,0627
	P-Q	3,66	12,01	0,00	0,00	18,01	59,0637	4,0637	13,04	1/2"	0,0060	0,0011	59,0627
	Q-Q1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,0627	4,0627	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0618
	Q1-Q2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0618	4,0618	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0615
	Q1-Q3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,0618	4,0618	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0614
	Q-R	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,0627	4,0627	8,68	1/2"	0,0030	0,0002	59,0624
	R-R1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,0624	4,0624	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0615
	R1-R2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0615	4,0615	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0612
	R1-R3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0615	4,0615	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0612
	R-S	4,12	13,52	0,00	0,00	20,28	59,0624	4,0624	4,36	1/2"	0,0030	0,0006	59,0618
	S-S1	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,0618	4,0618	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,0613
	S-S2	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,0618	4,0618	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,0613
SEXTO PISO								SEXTO PISO					
SEXTO PISO - ALA IZQUIERDA	6PI-A	32,32	106,04	1,00	13,12	178,74	59,2140	4,2140	156,73	3/4"	0,0620	0,1108	59,1032
	A-B	0,42	1,38	0,00	0,00	2,07	59,1032	4,1032	71,82	3/4"	0,0150	0,0003	59,1029
	B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1029	4,1029	32,64	1/2"	0,0030	0,0005	59,1024
	B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1024	4,1024	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1021
	B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1024	4,1024	21,76	1/2"	0,0060	0,0005	59,1018
	B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1018	4,1018	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1015
	B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1018	4,1018	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1015
	B-C	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,1029	4,1029	39,18	3/4"	0,0060	0,0008	59,1021
	C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1021	4,1021	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1016

Apéndice 33 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA IZQUIERDA	C1-C2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1016	4,1016	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1013
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1016	4,1016	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1013
	C3-C4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1013	4,1013	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1010
	C3-C5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1013	4,1013	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1009
	C-D	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,1021	4,1021	32,65	3/4"	0,0040	0,0009	59,1012
	D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1012	4,1012	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1007
	D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1007	4,1007	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1004
	D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1007	4,1007	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1004
	D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1004	4,1004	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1001
	D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1004	4,1004	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1000
	D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,1012	4,1012	26,12	3/4"	0,0040	0,0004	59,1008
	E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1008	4,1008	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1003
	E1-E2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1003	4,1003	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1000
	E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1003	4,1003	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1001
	E3-E4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1001	4,1001	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0998
	E3-E5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,1001	4,1001	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0997
	E-F	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,1008	4,1008	19,59	3/4"	0,0020	0,0004	59,1004
	F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1004	4,1004	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0999
	F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0999	4,0999	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0996
	F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0999	4,0999	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0996
	F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0996	4,0996	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0993
	F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0996	4,0996	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0992
	F-G	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,1004	4,1004	13,06	3/4"	0,0020	0,0002	59,1002
	G-G1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1002	4,1002	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0997
	G1-G2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0997	4,0997	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0994
	G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0997	4,0997	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0994
	G3-G4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0994	4,0994	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0991

Apéndice 34 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)



	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caida de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caida de presión/100'	Caida de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA IZQUIERDA	G3-G5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0994	4,0994	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0990
	G-H	4,50	14,76	0,00	0,00	22,15	59,1002	4,1002	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,0995
	H-H1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0995	4,0995	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0990
	H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0990	4,0990	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0987
	H1-H3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0990	4,0990	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0987
	H3-H4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0987	4,0987	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0984
	H3-H5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0987	4,0987	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0984
	A-I	4,04	13,25	0,00	0,00	19,88	59,1032	4,1032	84,92	3/4"	0,0230	0,0046	59,0987
	I-I1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0987	4,0987	32,64	1/2"	0,0030	0,0005	59,0981
	I1-I2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0981	4,0981	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0978
	I1-I3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0981	4,0981	21,76	1/2"	0,0060	0,0005	59,0976
	I3-I4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0976	4,0976	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0973
	I3-I5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0976	4,0976	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0972
	I-J	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,0987	4,0987	52,28	3/4"	0,0080	0,0008	59,0979
	J-J1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0979	4,0979	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0974
	J1-J2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0974	4,0974	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0971
	J1-J3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0974	4,0974	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0971
	J3-J4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0971	4,0971	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0968
	J3-J5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0971	4,0971	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0967
	J-K	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,0979	4,0979	45,75	3/4"	0,0080	0,0018	59,0961
	K-K1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0961	4,0961	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0956
	K1-K2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0956	4,0956	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0953
	K1-K3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0956	4,0956	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0953
	K3-K4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0953	4,0953	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0951
	K3-K5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0953	4,0953	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0950
	K-L	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,0961	4,0961	39,22	3/4"	0,0060	0,0006	59,0956
	L-L1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,0956	4,0956	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0950

Apéndice 35 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA IZQUIERDA	L1-L2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0950	4,0950	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0947
	L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0950	4,0950	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0948
	L3-L4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0948	4,0948	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0945
	L3-L5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,0948	4,0948	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0944
	L-M	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,0956	4,0956	32,69	3/4"	0,0040	0,0009	59,0947
	M-M1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,0947	4,0947	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,0942
	M1-M2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,0942	4,0942	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0939
	M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,0942	4,0942	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,0939
	M3-M4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,0939	4,0939	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0936
	M3-M5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,0939	4,0939	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0935
	M-N	3,41	11,19	0,00	0,00	16,78	59,0947	4,0947	26,16	3/4"	0,0040	0,0007	59,0940
	N-N1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,0940	4,0940	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0931
	N1-N2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0931	4,0931	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0928
	N1-N3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,0931	4,0931	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0928
	N-O	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,0940	4,0940	21,80	3/4"	0,0020	0,0002	59,0939
	O-O1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,0939	4,0939	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0930
	O1-O2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0930	4,0930	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0927
	O1-O3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0930	4,0930	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0926
	O-P	1,23	4,04	0,00	0,00	6,05	59,0939	4,0939	17,44	3/4"	0,0020	0,0001	59,0937
	P-P1	3,39	11,12	0,00	0,00	16,68	59,0937	4,0937	4,36	1/2"	0,0030	0,0005	59,0932
	P1-P2	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,0932	4,0932	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,0928
	P1-P3	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,0932	4,0932	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,0927
	P-Q	3,66	12,01	0,00	0,00	18,01	59,0937	4,0937	13,08	1/2"	0,0060	0,0011	59,0927
	Q-Q1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,0927	4,0927	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0918
	Q1-Q2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0918	4,0918	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0915
	Q1-Q3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,0918	4,0918	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0914
	Q-R	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,0927	4,0927	8,72	1/2"	0,0030	0,0002	59,0924

Apéndice 36 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA	R-R1	5,96	19,55	0,00	0,00	29,33	59,0924	4,0924	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,0916
	R1-R2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,0916	4,0916	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,0913
	R1-R3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,0916	4,0916	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,0912
	R-S	4,12	13,52	0,00	0,00	20,28	59,0924	4,0924	4,36	1/2"	0,0030	0,0006	59,0918
	S-S1	3,27	10,73	0,00	0,00	16,09	59,0918	4,0918	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,0913
	S-S2	3,86	12,66	0,00	0,00	19,00	59,0918	4,0918	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,0913
SÉPTIMO PISO - ALA IZQ.	7 IZQ -A	27,62	90,62	0,00	0,00	135,93	59,2025	4,2025	321,08	1"	0,0590	0,0802	59,1223
	A-B	6,94	22,77	1,00	13,12	53,84	59,1223	4,1223	16,33	3/4"	0,0020	0,0011	59,1213
	A-C	11,11	36,45	1,00	13,12	74,36	59,1223	4,1223	304,75	1"	0,0590	0,0439	59,0785
	C-D	0,76	2,49	0,00	0,00	3,74	59,0785	4,0785	151,82	3/4"	0,0620	0,0023	59,0761
	D-D1	4,05	13,29	0,00	0,00	19,93	59,0761	4,0761	21,77	1/2"	0,0060	0,0012	59,0749
	D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0749	4,0749	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0746
	D1-D3	2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0749	4,0749	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0746
	D-E	3,42	11,22	0,00	0,00	16,83	59,0761	4,0761	130,05	3/4"	0,0490	0,0082	59,0679
	E-E1	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,0679	4,0679	21,77	1/2"	0,0060	0,0007	59,0672
	E1-E2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0672	4,0672	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0669
	E1-E3	2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0672	4,0672	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0669
	E-F	1,44	4,72	0,00	0,00	7,09	59,0679	4,0679	108,28	3/4"	0,0380	0,0027	59,0652
	F-F1	2,71	8,89	0,00	0,00	13,34	59,0652	4,0652	21,77	1/2"	0,0060	0,0008	59,0644
	F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0644	4,0644	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0641
	F1-F3	2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0644	4,0644	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0641
	F-G	3,50	11,48	0,00	0,00	17,22	59,0652	4,0652	86,51	3/4"	0,0230	0,0040	59,0612
	G-G1	4,53	14,86	0,00	0,00	22,29	59,0612	4,0612	21,77	1/2"	0,0060	0,0013	59,0599
	G1-G2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0599	4,0599	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0596
	G1-G3	2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0599	4,0599	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0596
	G-H	5,56	18,24	0,00	0,00	27,36	59,0612	4,0612	64,74	3/4"	0,0140	0,0038	59,0574

Apéndice 37 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

SÉPTIMO PISO - ALA IZQUIERDA														
Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
H-H1		2,95	9,68	0,00	0,00	14,52	59,0574	4,0574	21,77	1/2"	0,0060	0,0009	59,0565
H1-H2		2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0565	4,0565	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0562
H1-H3		2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0565	4,0565	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0562
H-I		3,50	11,48	0,00	0,00	17,22	59,0574	4,0574	42,97	3/4"	0,0060	0,0010	59,0564
I-I1		1,71	5,61	0,00	0,00	8,42	59,0564	4,0564	21,77	1/2"	0,0060	0,0005	59,0559
I1-I2		2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0559	4,0559	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0556
I1-I3		2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0559	4,0559	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0556
I-J		5,47	17,95	0,00	0,00	26,92	59,0564	4,0564	21,77	1/2"	0,0060	0,0016	59,0548
J-J1		2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,0548	4,0548	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0545
J-J2		2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0548	4,0548	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0544
C-K		3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,0785	4,0785	152,38	3/4"	0,0620	0,0096	59,0689
K-L		1,36	4,46	0,00	0,00	6,69	59,0689	4,0689	21,77	1/2"	0,0060	0,0004	59,0685
L-L1		2,20	7,22	0,00	0,00	10,83	59,0685	4,0685	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0682
L-L2		2,33	7,64	0,00	0,00	11,47	59,0685	4,0685	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0681
K-M		3,16	10,37	0,00	0,00	15,55	59,0689	4,0689	130,61	3/4"	0,0490	0,0076	59,0613
M-M1		3,83	12,57	0,00	0,00	18,85	59,0613	4,0613	21,77	1/2"	0,0060	0,0011	59,0601
M1-M2		2,20	7,22	0,00	0,00	10,83	59,0601	4,0601	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0598
M1-M3		2,33	7,64	0,00	0,00	11,47	59,0601	4,0601	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,0598
M-N		1,96	6,43	0,00	0,00	9,65	59,0613	4,0613	108,84	3/4"	0,0380	0,0037	59,0576
N-N1		1,68	5,51	0,00	0,00	8,27	59,0576	4,0576	21,77	1/2"	0,0060	0,0005	59,0571
N1-N2		2,40	7,87	0,00	0,00	11,81	59,0571	4,0571	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0567
N1-N3		2,53	8,30	0,00	0,00	12,45	59,0571	4,0571	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0567
N-O		3,61	11,84	0,00	0,00	17,77	59,0576	4,0576	87,07	3/4"	0,0230	0,0041	59,0535
O-O1		2,16	7,09	0,00	0,00	10,63	59,0535	4,0535	21,77	1/2"	0,0060	0,0006	59,0529
O1-O2		2,40	7,87	0,00	0,00	11,81	59,0529	4,0529	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0525
O1-O3		2,53	8,30	0,00	0,00	12,45	59,0529	4,0529	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0525
O-P		4,84	15,88	0,00	0,00	23,82	59,0535	4,0535	65,30	3/4"	0,0150	0,0036	59,0499

Apéndice 38 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

SÉPTIMO PISO - ALA IZQUIERDA	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	P-P1	3,91	12,83	0,00	0,00	19,24	59,0499	4,0499	21,77	1/2"	0,0060	0,0012	59,0488
	P1-P2	2,40	7,87	0,00	0,00	11,81	59,0488	4,0488	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0484
	P1-P3	2,53	8,30	0,00	0,00	12,45	59,0488	4,0488	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0484
	P-Q	3,50	11,48	0,00	0,00	17,22	59,0499	4,0499	43,53	3/4"	0,0080	0,0014	59,0486
	Q-Q1	2,81	9,22	0,00	0,00	13,83	59,0486	4,0486	21,77	1/2"	0,0060	0,0008	59,0477
	Q1-Q2	2,40	7,87	0,00	0,00	11,81	59,0477	4,0477	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0474
	Q1-Q3	2,53	8,30	0,00	0,00	12,45	59,0477	4,0477	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0474
	Q-R	4,75	15,58	0,00	0,00	23,38	59,0486	4,0486	21,77	1/2"	0,0060	0,0014	59,0472
	R-R1	2,40	7,87	0,00	0,00	11,81	59,0472	4,0472	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0468
	R-R2	2,53	8,30	0,00	0,00	12,45	59,0472	4,0472	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,0468

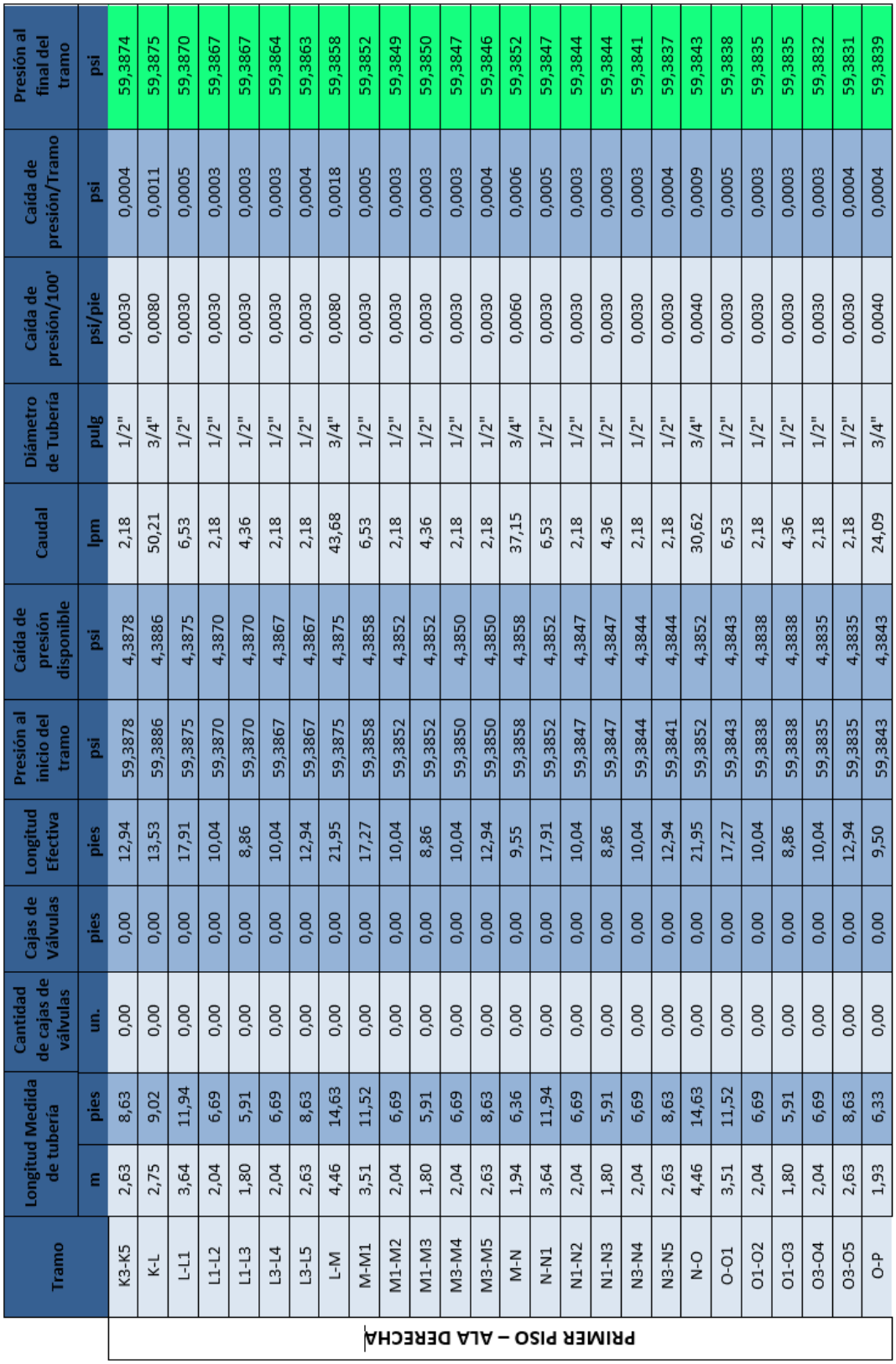
Apéndice 39 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Izquierda (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
1PD-A	4,86	15,94	0,00	0,00	23,92	59,4225	4,4225	994,80	1 1/2"	0,0700	0,0167	59,4058
A-B	27,43	89,99	1,00	13,12	154,68	59,4058	4,4058	106,81	1"	0,0110	0,0170	59,3888
B-C	4,20	13,78	0,00	0,00	20,67	59,3888	4,3888	50,07	3/4"	0,0080	0,0017	59,3871
C-C1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3871	4,3871	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3866
C1-C2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3866	4,3866	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3863
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3866	4,3866	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3863
C3-C4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3863	4,3863	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3860
C3-C5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3863	4,3863	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3859
C-D	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,3871	4,3871	43,54	3/4"	0,0080	0,0008	59,3864
D-D1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3864	4,3864	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3858
D1-D2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3858	4,3858	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3855
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3858	4,3858	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3856
D3-D4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3856	4,3856	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3853
D3-D5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3856	4,3856	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3852
D-E	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3864	4,3864	37,01	3/4"	0,0060	0,0013	59,3850
E-E1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3850	4,3850	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3845
E1-E2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3845	4,3845	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3842
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3845	4,3845	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3842
E3-E4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3842	4,3842	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3839
E3-E5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3842	4,3842	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3839
E-F	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3850	4,3850	30,48	3/4"	0,0040	0,0004	59,3847
F-F1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3847	4,3847	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3841
F1-F2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3841	4,3841	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3838
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3841	4,3841	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3839
F3-F4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3839	4,3839	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3836
F3-F5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3839	4,3839	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3835

Apéndice 40 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO - ALA DERECHA													
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
F-G	4,45	14,60	0,00	0,00	21,90	59,3847	4,3847	23,95	3/4"	0,0040	0,0009	59,3838
G-G1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3838	4,3838	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3833
G1-G2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3833	4,3833	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3829
G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3833	4,3833	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3830
G3-G4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3830	4,3830	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3827
G3-G5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3830	4,3830	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3826
G-H	3,38	11,09	0,00	0,00	16,63	59,3838	4,3838	17,42	3/4"	0,0020	0,0003	59,3835
H-H1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3835	4,3835	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,3826
H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3826	4,3826	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3823
H1-H3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3826	4,3826	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3822
H-I	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3835	4,3835	13,06	3/4"	0,0020	0,0002	59,3833
I-I1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,3833	4,3833	4,36	1/2"	0,0030	0,0009	59,3824
I1-I2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3824	4,3824	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3821
I1-I3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3824	4,3824	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3820
I-J	0,66	2,17	0,00	0,00	3,25	59,3833	4,3833	8,70	1/2"	0,0030	0,0001	59,3832
J-J1	3,52	11,55	0,00	0,00	17,32	59,3832	4,3832	4,36	1/2"	0,0030	0,0005	59,3827
J1-J2	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3827	4,3827	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3823
J1-J3	3,26	10,70	0,00	0,00	16,04	59,3827	4,3827	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,3822
J-J4	10,36	33,99	0,00	0,00	50,98	59,3832	4,3832	4,36	1/2"	0,0030	0,0015	59,3817
J4-J5	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3817	4,3817	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3814
J4-J6	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3817	4,3817	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3813
B-K	0,32	1,05	0,00	0,00	1,57	59,3888	4,3888	56,74	3/4"	0,0110	0,0002	59,3886
K-K1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3886	4,3886	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3881
K1-K2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3881	4,3881	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3878
K1-K3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3881	4,3881	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3878
K3-K4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3878	4,3878	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3875

Apéndice 41 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



PRIMER PISO – ALA DERECHA														
Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal		Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm		pulg	psi/pie	psi	psi
K3-K5		2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3878	4,3878	2,18		1/2"	0,0030	0,0004	59,3874
K-L		2,75	9,02	0,00	0,00	13,53	59,3886	4,3886	50,21		3/4"	0,0080	0,0011	59,3875
L-L1		3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3875	4,3875	6,53		1/2"	0,0030	0,0005	59,3870
L1-L2		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3870	4,3870	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3867
L1-L3		1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3870	4,3870	4,36		1/2"	0,0030	0,0003	59,3867
L3-L4		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3867	4,3867	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3864
L3-L5		2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3867	4,3867	2,18		1/2"	0,0030	0,0004	59,3863
L-M		4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3875	4,3875	43,68		3/4"	0,0080	0,0018	59,3858
M-M1		3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3858	4,3858	6,53		1/2"	0,0030	0,0005	59,3852
M1-M2		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3852	4,3852	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3849
M1-M3		1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3852	4,3852	4,36		1/2"	0,0030	0,0003	59,3850
M3-M4		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3850	4,3850	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3847
M3-M5		2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3850	4,3850	2,18		1/2"	0,0030	0,0004	59,3846
M-N		1,94	6,36	0,00	0,00	9,55	59,3858	4,3858	37,15		3/4"	0,0060	0,0006	59,3852
N-N1		3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3852	4,3852	6,53		1/2"	0,0030	0,0005	59,3847
N1-N2		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3847	4,3847	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3844
N1-N3		1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3847	4,3847	4,36		1/2"	0,0030	0,0003	59,3844
N3-N4		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3844	4,3844	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3841
N3-N5		2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3841	4,3844	2,18		1/2"	0,0030	0,0004	59,3837
N-O		4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3852	4,3852	30,62		3/4"	0,0040	0,0009	59,3843
O-O1		3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3843	4,3843	6,53		1/2"	0,0030	0,0005	59,3838
O1-O2		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3838	4,3838	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3835
O1-O3		1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3838	4,3838	4,36		1/2"	0,0030	0,0003	59,3835
O3-O4		2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3835	4,3835	2,18		1/2"	0,0030	0,0003	59,3832
O3-O5		2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3835	4,3835	2,18		1/2"	0,0030	0,0004	59,3831
O-P		1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3843	4,3843	24,09		3/4"	0,0040	0,0004	59,3839

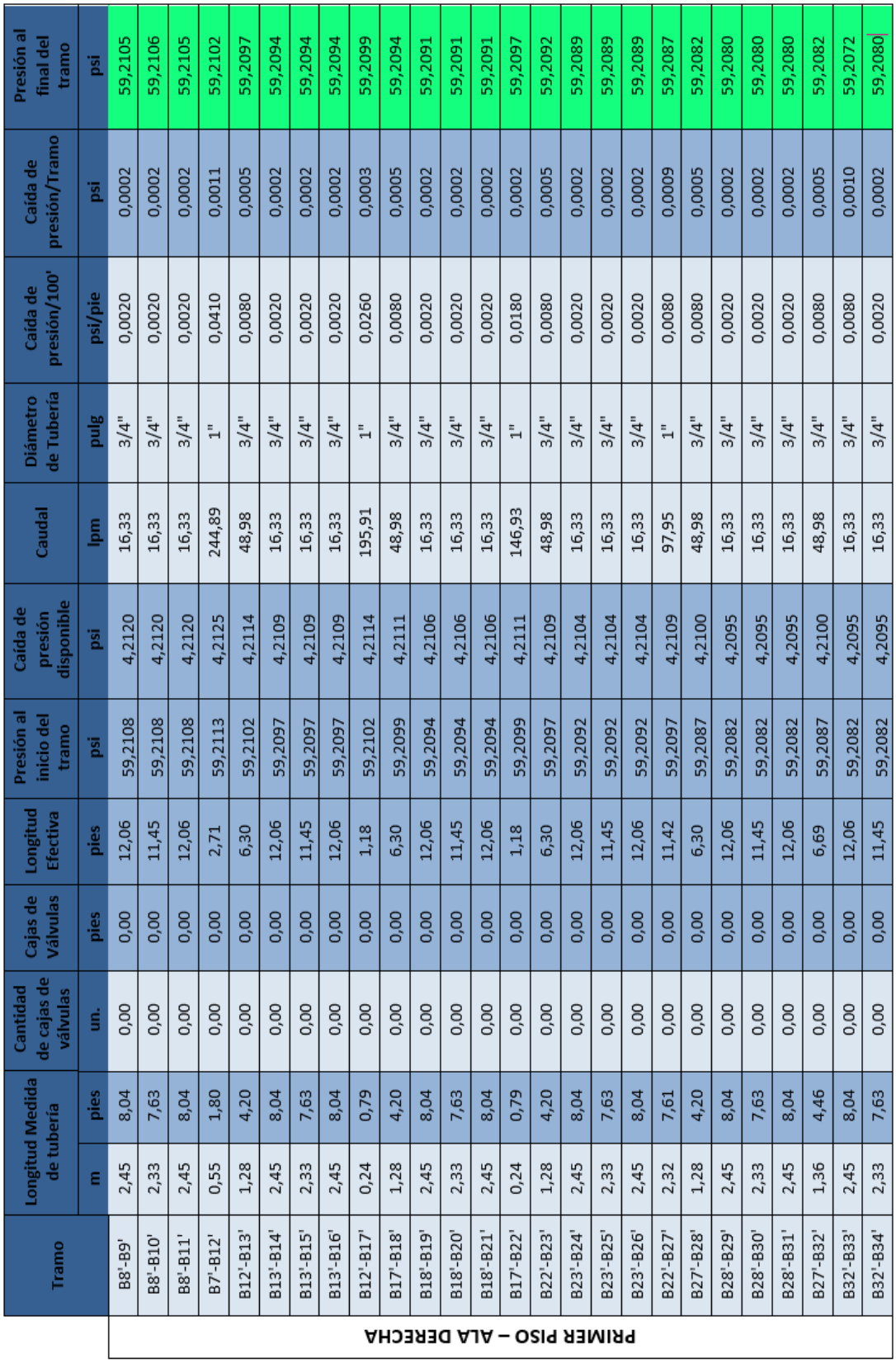
Apéndice 42 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO – ALA DERECHA													
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
P-P1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3839	4,3839	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3834
P1-P2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3834	4,3834	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3831
P1-P3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3831	4,3834	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3828
P3-P4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3828	4,3831	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3825
P3-P5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3828	4,3831	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3824
P-Q	2,97	9,74	0,00	0,00	14,62	59,3839	4,3803	17,56	3/4"	0,0020	0,0003	59,3836
Q-Q1	9,20	30,18	0,00	0,00	45,28	59,3836	4,3800	6,53	1/2"	0,0030	0,0014	59,3823
Q1-Q2	2,06	6,76	0,00	0,00	10,14	59,3823	4,3787	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3820
Q1-Q3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3823	4,3787	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3820
Q3-Q4	2,06	6,76	0,00	0,00	10,14	59,3820	4,3784	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3817
Q3-Q5	2,65	8,69	0,00	0,00	13,04	59,3820	4,3784	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3816
Q-R	0,81	2,66	0,00	0,00	3,99	59,3836	4,3800	11,03	1/2"	0,0030	0,0001	59,3835
R-R1	31,38	102,95	0,00	0,00	154,43	59,3835	4,3799	1,50	1/2"	0,0030	0,0046	59,3789
R1-R2	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3789	4,3753	1,50	1/2"	0,0030	0,0003	59,3786
R1-R3	1,72	5,64	0,00	0,00	8,46	59,3789	4,3753	1,50	1/2"	0,0030	0,0003	59,3786
R-S	7,13	23,39	0,00	0,00	35,09	59,3835	4,3799	6,53	1/2"	0,0030	0,0011	59,3825
S-S1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3825	4,3788	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3819
S1-S2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3819	4,3783	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3816
S1-S3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3816	4,3783	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,3814
S3-S4	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3816	4,3781	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3813
S3-S5	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3814	4,3781	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3810
A-A'	22,64	74,28	0,00	0,00	111,42	59,4058	4,4058	892,48	1 1/4"	0,1340	0,1493	59,2565
A'-A1'	3,45	11,32	1,00	13,12	36,66	59,2565	4,2565	59,86	3/4"	0,0110	0,0040	59,2525
A1'-A2'	2,06	6,76	0,00	0,00	10,14	59,2525	4,2525	43,53	3/4"	0,0080	0,0008	59,2516
A2'-A3'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2516	4,2516	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2512
A2'-A4'	1,58	5,18	0,00	0,00	7,78	59,2516	4,2516	38,09	3/4"	0,0060	0,0005	59,2512

Apéndice 43 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO – ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
A4'-A5'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2512	4,2512	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2507
A4'-A6'	0,40	1,31	0,00	0,00	1,97	59,2512	4,2512	36,65	3/4"	0,0060	0,0001	59,2511
A6'-A7'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2511	4,2511	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2506
A6'-A8'	1,24	4,07	0,00	0,00	6,10	59,2511	4,2511	27,21	3/4"	0,0040	0,0002	59,2508
A8'-A9'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2508	4,2508	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2503
A8'-A10'	0,34	1,12	0,00	0,00	1,67	59,2508	4,2508	21,77	3/4"	0,0020	0,0000	59,2508
A10'-A11'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2508	4,2508	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2503
A10'-A12'	1,24	4,07	0,00	0,00	6,10	59,2508	4,2508	16,33	3/4"	0,0020	0,0001	59,2507
A12'-A13'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2507	4,2507	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2502
A12'-A14'	0,34	1,12	0,00	0,00	1,67	59,2507	4,2507	10,89	1/2"	0,0030	0,0001	59,2506
A14'-A15'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2506	4,2506	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2501
A14'-A16'	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,2506	4,2506	5,44	1/2"	0,0030	0,0007	59,2500
A1'-A17'	5,45	17,88	0,00	0,00	26,82	59,2525	4,2525	16,33	3/4"	0,0020	0,0005	59,2519
A17'-A18'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2519	4,2519	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2514
A17'-A19'	1,58	5,18	0,00	0,00	7,78	59,2519	4,2519	10,89	1/2"	0,0030	0,0002	59,2517
A19'-A20'	3,23	10,60	0,00	0,00	15,90	59,2517	4,2517	5,44	1/2"	0,0030	0,0005	59,2512
A19'-A21'	4,81	15,78	0,00	0,00	23,67	59,2517	4,2517	5,44	1/2"	0,0030	0,0007	59,2510
A'-B'	7,48	24,54	0,00	0,00	36,81	59,2565	4,2565	832,62	1 1/2"	0,0530	0,0195	59,2370
B'-B1'	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,2370	4,2370	636,71	1 1/4"	0,0750	0,0111	59,2258
B1'-B2'	3,55	11,65	0,00	0,00	17,47	59,2258	4,2258	342,85	1"	0,0650	0,0114	59,2145
B2'-B3'	3,16	10,37	0,00	0,00	15,55	59,2145	4,2145	48,98	3/4"	0,0080	0,0012	59,2132
B3'-B4'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2132	4,2132	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2130
B3'-B5'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2132	4,2132	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2130
B3'-B6'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2132	4,2132	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2130
B2'-B7'	0,76	2,49	0,00	0,00	3,74	59,2132	4,2145	293,87	1"	0,0520	0,0019	59,2113
B7'-B8'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2113	4,2125	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2108

Apéndice 44 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
PRIMER PISO – ALA DERECHA	B8'-B9'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2108	4,2120	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2105
	B8'-B10'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2108	4,2120	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2106
	B8'-B11'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2108	4,2120	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2105
	B7'-B12'	0,55	1,80	0,00	0,00	2,71	59,2113	4,2125	244,89	1"	0,0410	0,0011	59,2102
	B12'-B13'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2102	4,2114	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2097
	B13'-B14'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2097	4,2109	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2094
	B13'-B15'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2097	4,2109	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2094
	B13'-B16'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2097	4,2109	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2094
	B12'-B17'	0,24	0,79	0,00	0,00	1,18	59,2102	4,2114	195,91	1"	0,0260	0,0003	59,2099
	B17'-B18'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2099	4,2111	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2094
	B18'-B19'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2094	4,2106	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2091
	B18'-B20'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2094	4,2106	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2091
	B18'-B21'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2094	4,2106	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2091
	B17'-B22'	0,24	0,79	0,00	0,00	1,18	59,2099	4,2111	146,93	1"	0,0180	0,0002	59,2097
	B22'-B23'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2097	4,2109	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2092
	B23'-B24'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2092	4,2104	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2089
	B23'-B25'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2092	4,2104	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2089
	B23'-B26'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2092	4,2104	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2089
	B22'-B27'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2097	4,2109	97,95	1"	0,0080	0,0009	59,2087
	B27'-B28'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2087	4,2100	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2082
	B28'-B29'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2080
	B28'-B30'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2080
	B28'-B31'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2080
	B27'-B32'	1,36	4,46	0,00	0,00	6,69	59,2087	4,2100	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2082
	B32'-B33'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0080	0,0010	59,2072
	B32'-B34'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2080

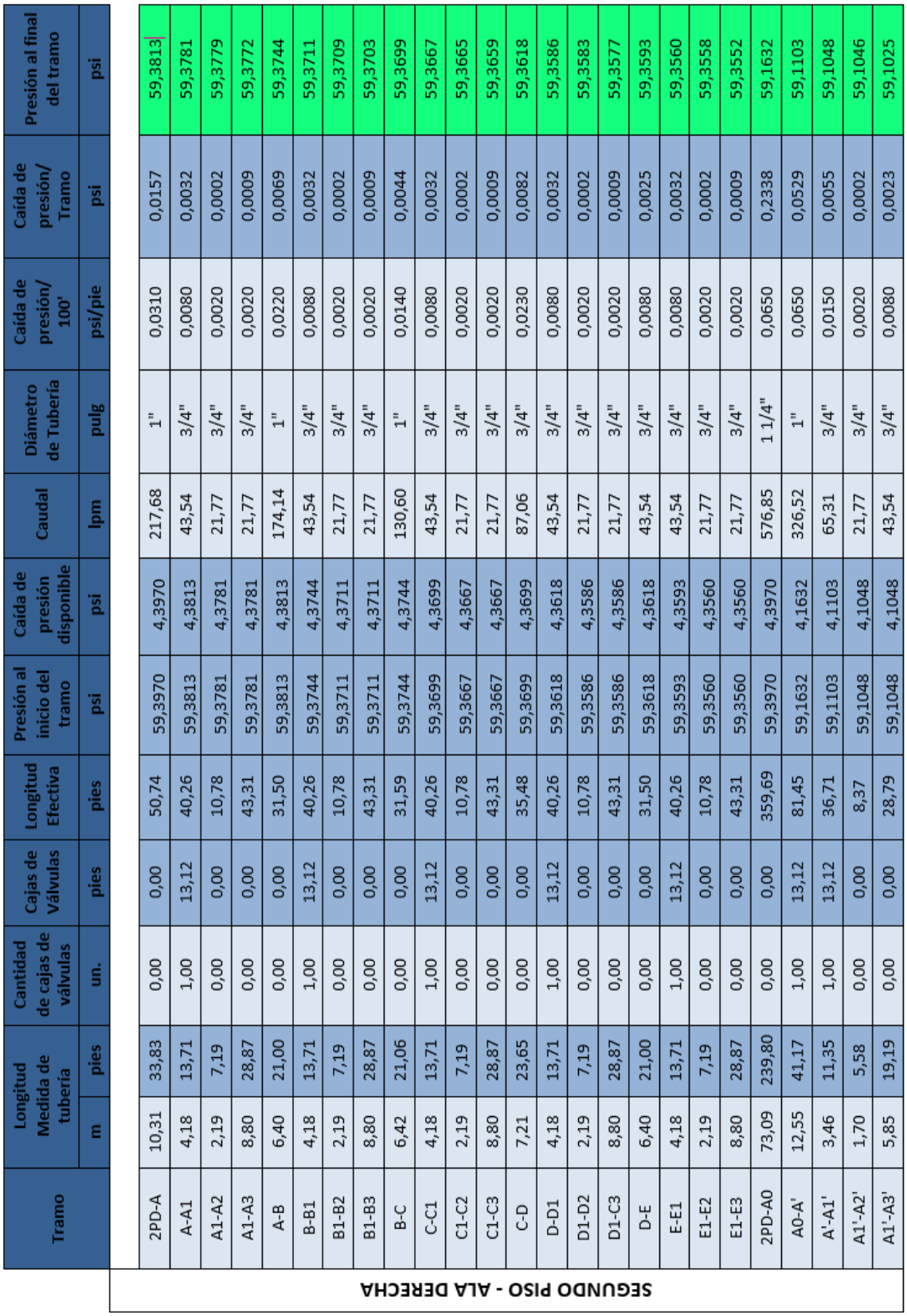
Apéndice 45 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

PRIMER PISO – ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
B32'-B35'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2082	4,2095	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2080
B1'-B36'	2,77	9,09	0,00	0,00	13,63	59,2258	4,2258	293,86	1"	0,0520	0,0071	59,2187
B36'-B37'	1,22	4,00	0,00	0,00	6,00	59,2187	4,2187	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2183
B37'-B38'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2183	4,2183	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2180
B37'-B39'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2183	4,2183	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2180
B37'-B40'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2183	4,2183	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2180
B36'-B41'	0,14	0,46	0,00	0,00	0,69	59,2187	4,2187	244,88	1"	0,0410	0,0003	59,2185
B41'-B42'	1,22	4,00	0,00	0,00	6,00	59,2185	4,2185	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2180
B42'-B43'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2180	4,2180	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2177
B42'-B44'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2180	4,2180	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2178
B42'-B45'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2180	4,2180	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2177
B41'-B46'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2185	4,2185	195,90	1"	0,0260	0,0030	59,2155
B46'-B47'	1,22	4,00	0,00	0,00	6,00	59,2155	4,2155	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2150
B47'-B48'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2150	4,2150	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2148
B47'-B49'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2150	4,2150	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2148
B47'-B50'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2150	4,2150	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2148
B46'-B51'	0,17	0,56	0,00	0,00	0,84	59,2155	4,2155	146,92	1"	0,0180	0,0002	59,2153
B51'-B52'	1,22	4,00	0,00	0,00	6,00	59,2153	4,2153	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2149
B52'-B53'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2149	4,2149	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2146
B52'-B54'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2149	4,2149	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2146
B52'-B55'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2149	4,2149	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2146
B51'-B56'	2,15	7,05	0,00	0,00	10,58	59,2153	4,2153	97,94	1"	0,0080	0,0008	59,2145
B56'-B57'	1,22	4,00	0,00	0,00	6,00	59,2145	4,2145	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2140
B57'-B58'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2140	4,2140	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2138
B57'-B59'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2140	4,2140	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2138
B57'-B60'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2140	4,2140	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2138

Apéndice 46 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/100'	Caída de presión/Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
PRIMER PISO – ALA DERECHA	B56'-B61'	1,71	5,61	0,00	0,00	8,42	59,2145	4,2145	48,98	3/4"	0,0080	0,0007	59,2138
	B61'-B62'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2138	4,2138	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2136
	B61'-B63'	2,33	7,63	0,00	0,00	11,45	59,2138	4,2138	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2136
	B61'-B64'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2138	4,2138	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2136
	B'-C1'	6,74	22,11	1,00	13,12	52,85	59,2370	4,2370	195,91	1"	0,0260	0,0137	59,2232
	C1'-C2'	0,70	2,30	0,00	0,00	3,44	59,2232	4,2232	97,96	1"	0,0080	0,0003	59,2230
	C2'-C3'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2230	4,2230	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2225
	C3'-C4'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2225	4,2225	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2222
	C3'-C5'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2225	4,2225	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2222
	C3'-C6'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2225	4,2225	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2222
	C2'-C7'	3,83	12,57	0,00	0,00	18,85	59,2230	4,2230	48,98	3/4"	0,0080	0,0015	59,2215
	C7'-C8'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2215	4,2215	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2212
	C7'-C9'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2215	4,2215	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2212
	C7'-C10'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2215	4,2215	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2212
	C1'-C11'	1,98	6,50	0,00	0,00	9,74	59,2232	4,2232	97,96	1"	0,0080	0,0008	59,2225
	C11'-C12'	1,28	4,20	0,00	0,00	6,30	59,2225	4,2225	48,98	3/4"	0,0080	0,0005	59,2220
	C12'-C13'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2220	4,2220	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2217
	C12'-C14'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2220	4,2220	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2217
	C12'-C15'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2220	4,2220	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2217
	C11'-C16'	3,79	12,43	0,00	0,00	18,65	59,2225	4,2225	48,98	3/4"	0,0080	0,0015	59,2210
	C16'-C17'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2210	4,2210	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2207
	C16'-C18'	2,32	7,61	0,00	0,00	11,42	59,2210	4,2210	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2207
	C16'-C19'	2,45	8,04	0,00	0,00	12,06	59,2210	4,2210	16,33	3/4"	0,0020	0,0002	59,2207

Apéndice 47 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



SEGUNDO PISO - ALA DERECHA

Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
2PD-A	10,31	33,83	0,00	0,00	50,74	59,3970	4,3970	217,68	1"	0,0310	0,0157	59,3813
A-A1	4,18	13,71	1,00	13,12	40,26	59,3813	4,3813	43,54	3/4"	0,0080	0,0032	59,3781
A1-A2	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,3781	4,3781	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,3779
A1-A3	8,80	28,87	0,00	0,00	43,31	59,3781	4,3781	21,77	3/4"	0,0020	0,0009	59,3772
A-B	6,40	21,00	0,00	0,00	31,50	59,3813	4,3813	174,14	1"	0,0220	0,0069	59,3744
B-B1	4,18	13,71	1,00	13,12	40,26	59,3744	4,3744	43,54	3/4"	0,0080	0,0032	59,3711
B1-B2	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,3711	4,3711	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,3709
B1-B3	8,80	28,87	0,00	0,00	43,31	59,3711	4,3711	21,77	3/4"	0,0020	0,0009	59,3703
B-C	6,42	21,06	0,00	0,00	31,59	59,3744	4,3744	130,60	1"	0,0140	0,0044	59,3699
C-C1	4,18	13,71	1,00	13,12	40,26	59,3699	4,3699	43,54	3/4"	0,0080	0,0032	59,3667
C1-C2	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,3667	4,3667	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,3665
C1-C3	8,80	28,87	0,00	0,00	43,31	59,3667	4,3667	21,77	3/4"	0,0020	0,0009	59,3659
C-D	7,21	23,65	0,00	0,00	35,48	59,3699	4,3699	87,06	3/4"	0,0230	0,0082	59,3618
D-D1	4,18	13,71	1,00	13,12	40,26	59,3618	4,3618	43,54	3/4"	0,0080	0,0032	59,3586
D1-D2	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,3586	4,3586	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,3583
D1-C3	8,80	28,87	0,00	0,00	43,31	59,3586	4,3586	21,77	3/4"	0,0020	0,0009	59,3577
D-E	6,40	21,00	0,00	0,00	31,50	59,3618	4,3618	43,54	3/4"	0,0080	0,0025	59,3593
E-E1	4,18	13,71	1,00	13,12	40,26	59,3593	4,3593	43,54	3/4"	0,0080	0,0032	59,3560
E1-E2	2,19	7,19	0,00	0,00	10,78	59,3560	4,3560	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,3558
E1-E3	8,80	28,87	0,00	0,00	43,31	59,3560	4,3560	21,77	3/4"	0,0020	0,0009	59,3552
2PD-A0	73,09	239,80	0,00	0,00	359,69	59,3970	4,3970	576,85	1 1/4"	0,0650	0,2338	59,1632
A0-A'	12,55	41,17	1,00	13,12	81,45	59,1632	4,1632	326,52	1"	0,0650	0,0529	59,1103
A'-A1'	3,46	11,35	1,00	13,12	36,71	59,1103	4,1103	65,31	3/4"	0,0150	0,0055	59,1048
A1'-A2'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,1048	4,1048	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,1046
A1'-A3'	5,85	19,19	0,00	0,00	28,79	59,1048	4,1048	43,54	3/4"	0,0080	0,0023	59,1025

Apéndice 48 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

SEGUNDO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
A3'-A4'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,1025	4,1025	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,1023
A3'-A5'	6,68	21,92	0,00	0,00	32,87	59,1025	4,1025	21,77	3/4"	0,0020	0,0007	59,1018
A'-B'	6,16	20,21	0,00	0,00	30,31	59,1103	4,1103	261,21	1"	0,0410	0,0124	59,0978
B'-B1'	2,99	9,81	1,00	13,12	34,40	59,0978	4,0978	65,31	3/4"	0,0150	0,0052	59,0927
B1'-B2'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0927	4,0927	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0925
B1'-B3'	5,71	18,73	0,00	0,00	28,10	59,0927	4,0927	43,54	3/4"	0,0080	0,0022	59,0904
B3'-B4'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0904	4,0904	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0903
B3'-B5'	9,74	31,96	0,00	0,00	47,93	59,0904	4,0904	21,77	3/4"	0,0020	0,0010	59,0895
B'-C'	1,03	3,38	0,00	0,00	5,07	59,0978	4,0978	195,90	1"	0,0260	0,0013	59,0965
C'-C1'	6,13	20,11	1,00	13,12	49,85	59,0965	4,0965	65,31	3/4"	0,0150	0,0075	59,0891
C1'-C2'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0891	4,0891	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0889
C1'-C3'	5,48	17,98	0,00	0,00	26,97	59,0891	4,0891	43,54	3/4"	0,0080	0,0022	59,0869
C3'-C4'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0869	4,0869	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0867
C3'-C5'	4,87	15,98	0,00	0,00	23,97	59,0869	4,0869	21,77	3/4"	0,0020	0,0005	59,0864
C'-D'	5,70	18,70	0,00	0,00	28,05	59,0965	4,0965	130,59	1"	0,0140	0,0039	59,0926
D'-D1'	4,07	13,35	1,00	13,12	39,71	59,0926	4,0926	65,31	3/4"	0,0150	0,0060	59,0866
D1'-D2'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0866	4,0866	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0865
D1'-D3'	2,81	9,22	0,00	0,00	13,83	59,0866	4,0866	43,54	3/4"	0,0080	0,0011	59,0855
D3'-D4'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0855	4,0855	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0854
D3'-D5'	8,26	27,10	0,00	0,00	40,65	59,0855	4,0855	21,77	3/4"	0,0020	0,0008	59,0847
D'-E'	11,51	37,76	0,00	0,00	56,64	59,0926	4,0926	65,31	3/4"	0,0150	0,0085	59,0841
E'-E1'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0841	4,0841	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0839
E'-E2'	2,82	9,25	0,00	0,00	13,88	59,0841	4,0841	43,54	3/4"	0,0080	0,0011	59,0830
E2'-E3'	1,70	5,58	0,00	0,00	8,37	59,0830	4,0830	21,77	3/4"	0,0020	0,0002	59,0828
E2'-E4'	7,53	24,70	0,00	0,00	37,06	59,0830	4,0830	21,77	3/4"	0,0020	0,0007	59,0823
A0-A	14,24	46,72	1,00	13,12	89,76	59,1632	4,1632	250,33	3/4"	0,0410	0,0368	59,1264

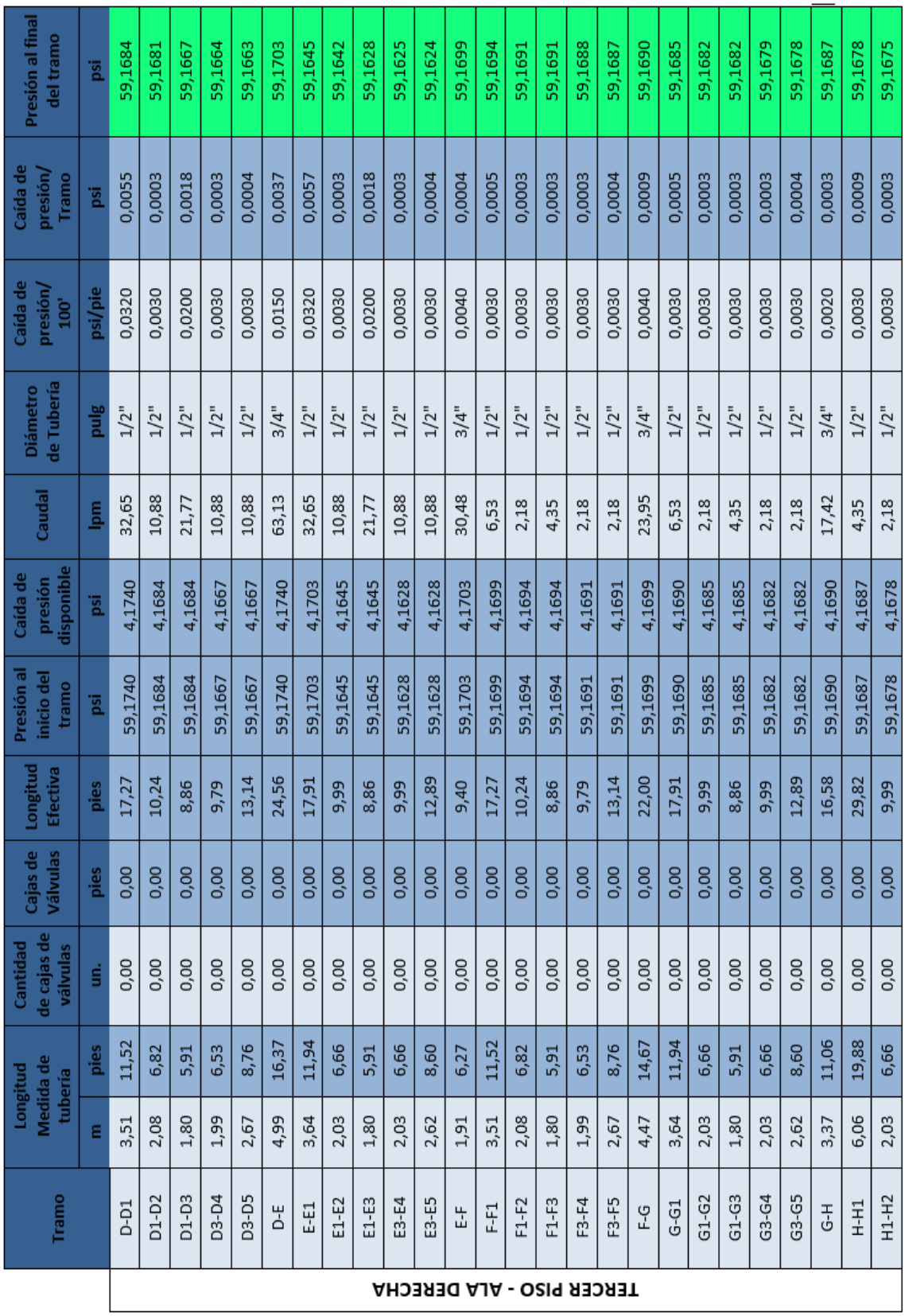
Apéndice 49 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

SEGUNDO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal		Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm		pulg	psi/pie	psi	psi
A-B	1,29	4,23	0,00	0,00	6,35	59,1264	4,1264	152,38		3/4"	0,0620	0,0039	59,1225
B-B1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1225	4,1225	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1218
B-C	0,54	1,77	0,00	0,00	2,66	59,1225	4,1225	141,50		3/4"	0,0490	0,0013	59,1212
C-C1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1212	4,1212	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1205
C-D	1,26	4,13	0,00	0,00	6,20	59,1212	4,1212	119,74		3/4"	0,0380	0,0024	59,1188
E-E1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1188	4,1188	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1182
E-F	1,27	4,17	0,00	0,00	6,25	59,1188	4,1188	108,86		3/4"	0,0380	0,0024	59,1164
F-F1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1164	4,1164	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1158
F-G	1,81	5,94	0,00	0,00	8,91	59,1164	4,1164	97,98		3/4"	0,0280	0,0025	59,1139
G-G1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1139	4,1139	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1133
G-H	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1139	4,1139	87,10		3/4"	0,0230	0,0020	59,1119
H-H1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1119	4,1119	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1113
H-I	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1119	4,1119	76,22		3/4"	0,0190	0,0017	59,1102
I-I1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1102	4,1102	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1096
I-J	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1102	4,1102	65,34		3/4"	0,0150	0,0013	59,1089
J-J1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1089	4,1089	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1083
J-K	0,53	1,74	0,00	0,00	2,61	59,1089	4,1089	54,46		3/4"	0,0110	0,0003	59,1086
K-K1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1086	4,1086	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1080
K-L	1,26	4,13	0,00	0,00	6,20	59,1086	4,1086	43,58		3/4"	0,0080	0,0005	59,1081
L-L1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1081	4,1081	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1075
L-M	0,53	1,74	0,00	0,00	2,61	59,1081	4,1081	32,70		3/4"	0,0060	0,0002	59,1080
M-M1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1080	4,1080	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1073
M-N	1,26	4,13	0,00	0,00	6,20	59,1080	4,1080	21,82		3/4"	0,0020	0,0001	59,1078
N-N1	4,27	14,01	0,00	0,00	21,01	59,1078	4,1078	10,88		1/2"	0,0030	0,0006	59,1072
N-O1	3,24	10,63	0,00	0,00	15,94	59,1078	4,1078	10,88		1/2"	0,0030	0,0005	59,1074
A-P	6,58	21,59	0,00	0,00	32,38	59,1264	4,1264	97,95		3/4"	0,0280	0,0091	59,1173

Apéndice 50 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

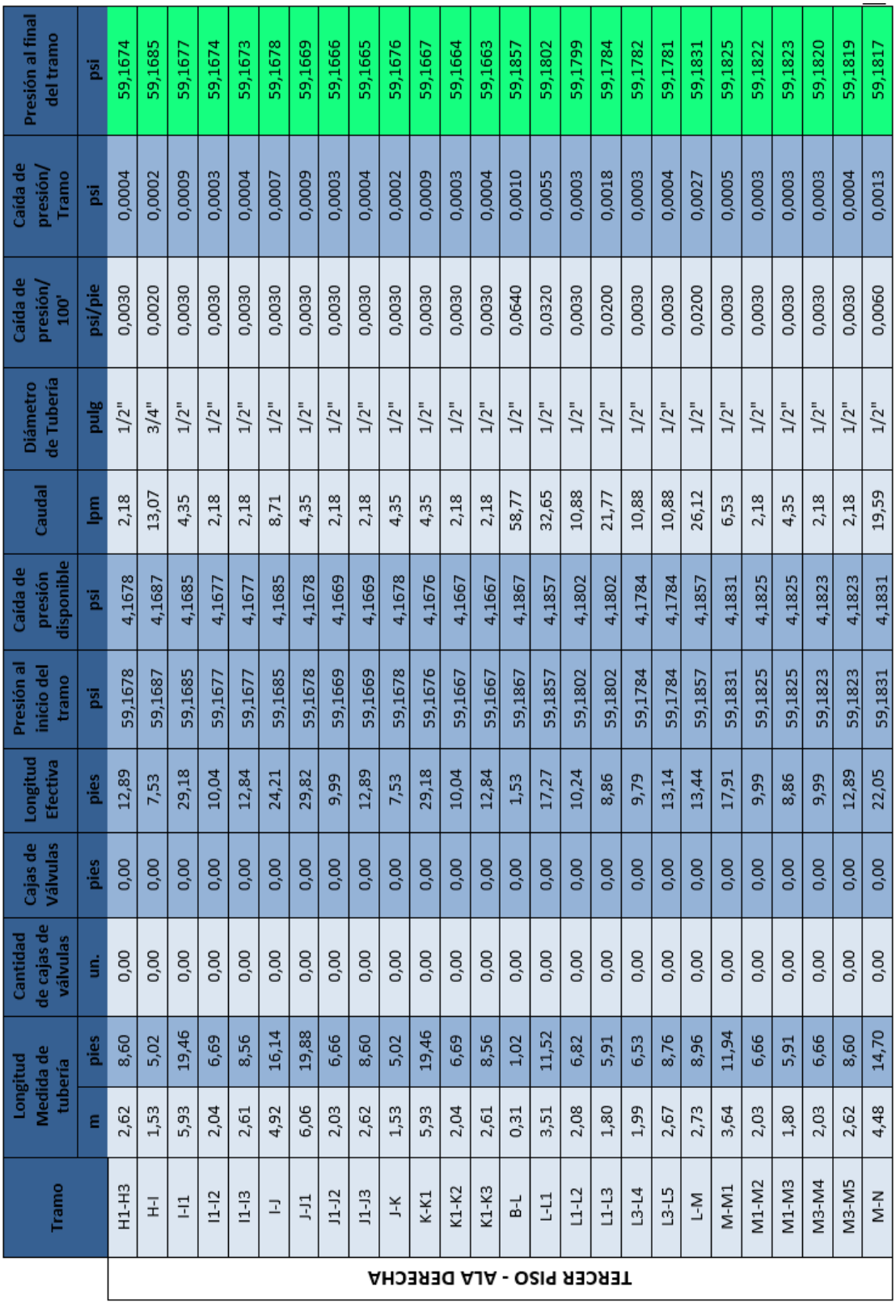
	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEGUNDO PISO - ALA DERECHA	P-Q1	3,55	11,65	0,00	0,00	17,47	59,1173	4,1173	10,88	1/2"	0,0030	0,0005	59,1168
	P-R	1,05	3,44	0,00	0,00	5,17	59,1173	4,1173	87,07	3/4"	0,0230	0,0012	59,1162
	R-R1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1162	4,1162	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1157
	R-S	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1162	4,1162	76,19	3/4"	0,0190	0,0017	59,1145
	S-S1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1145	4,1145	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1141
	S-T	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1145	4,1145	65,31	3/4"	0,0150	0,0013	59,1131
	T-T1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1131	4,1131	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1127
	T-U	4,33	14,21	0,00	0,00	21,31	59,1131	4,1131	54,43	3/4"	0,0110	0,0023	59,1108
	U-U1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1108	4,1108	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1104
	U-V	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1108	4,1108	43,55	3/4"	0,0080	0,0007	59,1101
	V-V1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1101	4,1101	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1097
	V-W	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1101	4,1101	32,66	3/4"	0,0060	0,0005	59,1096
	W-W1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1096	4,1096	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1091
	W-X	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1096	4,1096	21,79	3/4"	0,0020	0,0002	59,1094
	X-X1	2,80	9,19	0,00	0,00	13,78	59,1094	4,1094	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1090
	X-Y1	4,60	15,09	0,00	0,00	22,64	59,1094	4,1094	10,88	1/2"	0,0030	0,0007	59,1087
TERCER PISO													
TERCER PISO - ALA DERECHA	3PD-A	4,68	15,35	0,00	0,00	23,03	59,3818	4,3818	328,70	3/4"	0,2330	0,0537	59,3281
	A-B	27,23	89,34	1,00	13,12	153,69	59,3281	4,3281	187,20	3/4"	0,0920	0,1414	59,1867
	B-C	4,21	13,81	0,00	0,00	20,72	59,1867	4,1867	128,43	3/4"	0,0490	0,0102	59,1766
	C-C1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1766	4,1766	32,65	1/2"	0,0320	0,0057	59,1708
	C1-C2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1708	4,1708	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1705
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1708	4,1708	21,77	1/2"	0,0200	0,0018	59,1691
	C3-C4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1691	4,1691	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1688
	C3-C5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1688	4,1688	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1684
	C-D	1,90	6,23	0,00	0,00	9,35	59,1766	4,1766	95,78	3/4"	0,0280	0,0026	59,1740

Apéndice 51 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



TERCER PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
D-D1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1740	4,1740	32,65	1/2"	0,0320	0,0055	59,1684
D1-D2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1684	4,1684	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1681
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1684	4,1684	21,77	1/2"	0,0200	0,0018	59,1667
D3-D4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1667	4,1667	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1664
D3-D5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1667	4,1667	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1663
D-E	4,99	16,37	0,00	0,00	24,56	59,1740	4,1740	63,13	3/4"	0,0150	0,0037	59,1703
E-E1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1703	4,1703	32,65	1/2"	0,0320	0,0057	59,1645
E1-E2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1645	4,1645	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1642
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1645	4,1645	21,77	1/2"	0,0200	0,0018	59,1628
E3-E4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1628	4,1628	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1625
E3-E5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1628	4,1628	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1624
E-F	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,1703	4,1703	30,48	3/4"	0,0040	0,0004	59,1699
F-F1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1699	4,1699	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1694
F1-F2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1694	4,1694	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1691
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1694	4,1694	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1691
F3-F4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1691	4,1691	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1688
F3-F5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1691	4,1691	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1687
F-G	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,1699	4,1699	23,95	3/4"	0,0040	0,0009	59,1690
G-G1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1690	4,1690	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1685
G1-G2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1685	4,1685	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1682
G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1685	4,1685	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1682
G3-G4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1682	4,1682	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1679
G3-G5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1682	4,1682	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1678
G-H	3,37	11,06	0,00	0,00	16,58	59,1690	4,1690	17,42	3/4"	0,0020	0,0003	59,1687
H-H1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1687	4,1687	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1678
H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1678	4,1678	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1675

Apéndice 52 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



TERCER PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
H1-H3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1678	4,1678	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1674
H-I	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,1687	4,1687	13,07	3/4"	0,0020	0,0002	59,1685
I-I1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,1685	4,1685	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1677
I1-I2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1677	4,1677	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1674
I1-I3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,1677	4,1677	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1673
I-J	4,92	16,14	0,00	0,00	24,21	59,1685	4,1685	8,71	1/2"	0,0030	0,0007	59,1678
J-J1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,1678	4,1678	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1669
J1-J2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1669	4,1669	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1666
J1-J3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1669	4,1669	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1665
J-K	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,1678	4,1678	4,35	1/2"	0,0030	0,0002	59,1676
K-K1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,1676	4,1676	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,1667
K1-K2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,1667	4,1667	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1664
K1-K3	2,61	8,56	0,00	0,00	12,84	59,1667	4,1667	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1663
B-L	0,31	1,02	0,00	0,00	1,53	59,1867	4,1867	58,77	1/2"	0,0640	0,0010	59,1857
L-L1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1857	4,1857	32,65	1/2"	0,0320	0,0055	59,1802
L1-L2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1802	4,1802	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1799
L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1802	4,1802	21,77	1/2"	0,0200	0,0018	59,1784
L3-L4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1784	4,1784	10,88	1/2"	0,0030	0,0003	59,1782
L3-L5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1784	4,1784	10,88	1/2"	0,0030	0,0004	59,1781
L-M	2,73	8,96	0,00	0,00	13,44	59,1857	4,1857	26,12	1/2"	0,0200	0,0027	59,1831
M-M1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1831	4,1831	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1825
M1-M2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1825	4,1825	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1822
M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1825	4,1825	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1823
M3-M4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1823	4,1823	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1820
M3-M5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1823	4,1823	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1819
M-N	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,1831	4,1831	19,59	1/2"	0,0060	0,0013	59,1817

Apéndice 53 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

TERCER PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
N-N1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1817	4,1817	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1812
N1-N2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1812	4,1812	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1809
N1-N3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1812	4,1812	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1810
N3-N4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1810	4,1810	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1807
N3-N5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1810	4,1810	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1806
N-O	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,1817	4,1817	13,06	1/2"	0,0060	0,0006	59,1812
O-O1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,1812	4,1812	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1806
O1-O2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1806	4,1806	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1803
O1-O3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1806	4,1806	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1804
O3-O4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,1804	4,1804	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1801
O3-O5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,1804	4,1804	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1800
O-P	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,1812	4,1812	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,1805
P-P1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,1805	4,1805	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,1800
P1-P2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,1800	4,1800	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1797
P1-P3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,1800	4,1800	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,1797
P3-P4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,1797	4,1797	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,1794
P3-P5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,1797	4,1797	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,1793
A-A'	62,47	204,95	0,00	0,00	307,43	59,3281	4,3281	206,80	1"	0,0310	0,0953	59,2328
A'-B'	10,31	33,83	0,00	0,00	50,74	59,2328	4,2328	141,49	1"	0,0140	0,0071	59,2257
B'-C'	15,46	50,72	1,00	13,12	95,77	59,2257	4,2257	76,19	3/4"	0,0190	0,0182	59,2075
C'-C1'	5,17	16,96	0,00	0,00	25,44	59,2075	4,2075	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,2068
C'-C2'	4,70	15,42	0,00	0,00	23,13	59,2075	4,2075	65,31	1/2"	0,0830	0,0192	59,1883
C2'-C3'	4,20	13,78	0,00	0,00	20,67	59,1883	4,1883	10,88	1/2"	0,0030	0,0006	59,1877
C2'-C4'	2,30	7,55	0,00	0,00	11,32	59,1883	4,1883	54,43	1/2"	0,0640	0,0072	59,1811
C4'-C5'	4,20	13,78	0,00	0,00	20,67	59,1811	4,1811	10,88	1/2"	0,0030	0,0006	59,1805
C4'-C6'	2,30	7,55	0,00	0,00	11,32	59,1811	4,1811	43,55	1/2"	0,0470	0,0053	59,1758

Apéndice 54 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

TERCER PISO - ALA DERECHA													
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
C6'-C7'	4,20	13,78	0,00	0,00	20,67	59,1758	4,1758	10,88	1/2"	0,0030	0,0006	59,1751
C6'-C8'	1,16	3,81	0,00	0,00	5,71	59,1758	4,1758	32,67	1/2"	0,0320	0,0018	59,1739
C8'-C9'	4,77	15,65	0,00	0,00	23,47	59,1739	4,1739	10,88	1/2"	0,0030	0,0007	59,1732
C8'-C10'	0,76	2,49	0,00	0,00	3,74	59,1739	4,1739	21,79	1/2"	0,0060	0,0002	59,1737
C10'-C11'	0,72	2,36	0,00	0,00	3,54	59,1737	4,1737	10,88	1/2"	0,0030	0,0001	59,1736
C10'-C12'	5,30	17,39	0,00	0,00	26,08	59,1737	4,1737	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,1729
B'-D'	10,92	35,83	1,00	13,12	73,43	59,2257	4,2075	65,30	1/2"	0,0830	0,0609	59,1648
D'-D1'	6,63	21,75	0,00	0,00	32,63	59,1648	4,1466	10,88	1/2"	0,0030	0,0010	59,1638
D'-D2'	1,72	5,64	0,00	0,00	8,46	59,1648	4,1466	54,42	1/2"	0,0640	0,0054	59,1594
D2'-D3'	5,11	16,77	0,00	0,00	25,15	59,1594	4,1412	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,1586
D2'-D4'	0,82	2,69	0,00	0,00	4,04	59,1594	4,1412	43,54	1/2"	0,0470	0,0019	59,1575
D4'-D5'	5,11	16,77	0,00	0,00	25,15	59,1575	4,1393	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,1567
D4'-D6'	1,57	5,15	0,00	0,00	7,73	59,1575	4,1393	32,65	1/2"	0,0200	0,0015	59,1559
D6'-D7'	5,11	16,77	0,00	0,00	25,15	59,1559	4,1377	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,1552
D6'-D8'	0,95	3,12	0,00	0,00	4,68	59,1559	4,1377	21,77	1/2"	0,0060	0,0003	59,1556
D8'-D9'	5,11	16,77	0,00	0,00	25,15	59,1556	4,1374	10,88	1/2"	0,0030	0,0008	59,1549
D8'-D10'	7,41	24,31	0,00	0,00	36,47	59,1556	4,1374	10,88	1/2"	0,0030	0,0011	59,1545
A'-E'	13,82	45,34	0,00	0,00	68,01	59,2328	4,2328	65,30	1/2"	0,0830	0,0564	59,1764
E'-E1'	4,58	15,03	1,00	13,12	42,22	59,1764	4,1764	17,42	1/2"	0,0060	0,0025	59,1738
E1'-E2'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1738	4,1738	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1732
E1'-E3'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1738	4,1738	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1732
E1'-E4'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1738	4,1738	13,07	1/2"	0,0060	0,0006	59,1732
E4'-E5'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1732	4,1732	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1726
E4'-E6'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1732	4,1732	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1726
E4'-E7'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1732	4,1732	8,71	1/2"	0,0030	0,0003	59,1729
E7'-E8'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1729	4,1729	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1723

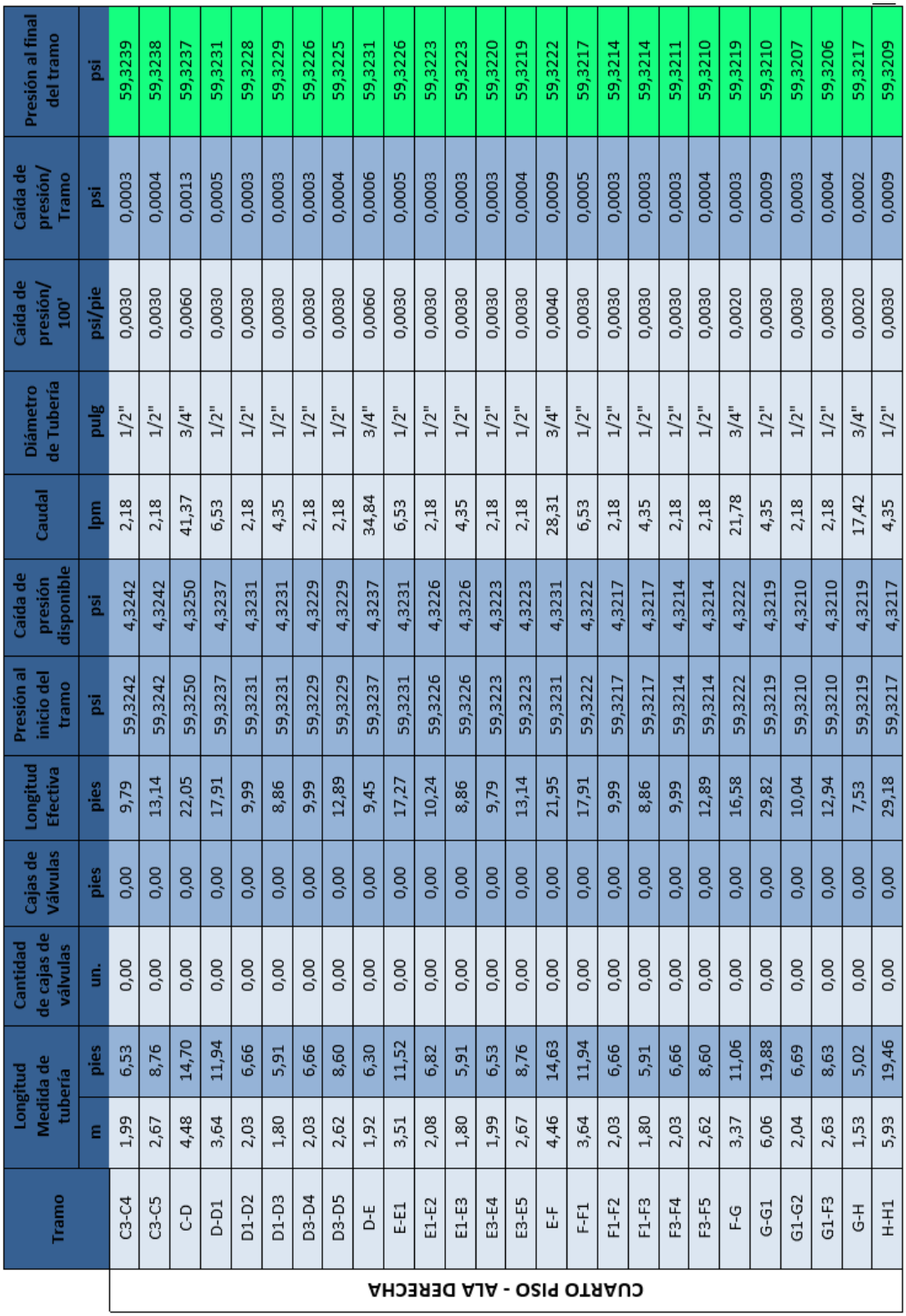
Apéndice 55 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

TERCER PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
E7'-E9'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1729	4,1729	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1723
E7'-E10'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1729	4,1729	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1726
E10'-E11'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1726	4,1726	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1719
E10'-E12'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1726	4,1726	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1719
E'-F'	3,67	12,04	0,00	0,00	18,06	59,1764	4,1764	47,88	1/2"	0,0470	0,0085	59,1679
F'-F1'	7,41	14,44	1,00	13,12	41,34	59,1679	4,1679	17,42	1/2"	0,0060	0,0025	59,1654
F1'-F2'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1654	4,1654	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1647
F1'-F3'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1654	4,1654	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1647
F1'-F4'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1654	4,1654	13,07	1/2"	0,0060	0,0006	59,1648
F4'-F5'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1648	4,1648	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1641
F4'-F6'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1648	4,1648	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1641
F4'-F7'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1648	4,1648	8,71	1/2"	0,0030	0,0003	59,1645
F7'-F8'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1645	4,1645	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1638
F7'-F9'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1645	4,1645	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1638
F7'-F10'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1645	4,1645	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1642
F10'-F11'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1645	4,1645	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1638
F10'-F12'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1645	4,1645	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1638
F'-G'	11,31	37,11	1,00	13,12	75,34	59,1679	4,1679	30,46	1/2"	0,0200	0,0151	59,1528
G'-G1'	1,72	5,64	0,00	0,00	8,46	59,1528	4,1528	10,89	1/2"	0,0030	0,0003	59,1526
G1'-G2'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1526	4,1526	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1519
G1'-G3'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1526	4,1526	8,17	1/2"	0,0030	0,0003	59,1522
G3'-G4'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1522	4,1522	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1516
G3'-G5'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1522	4,1522	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1516
G3'-G6'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1522	4,1522	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1519
G6'-G7'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1519	4,1519	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1513
G6'-G8'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1519	4,1519	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1513

Apéndice 56 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

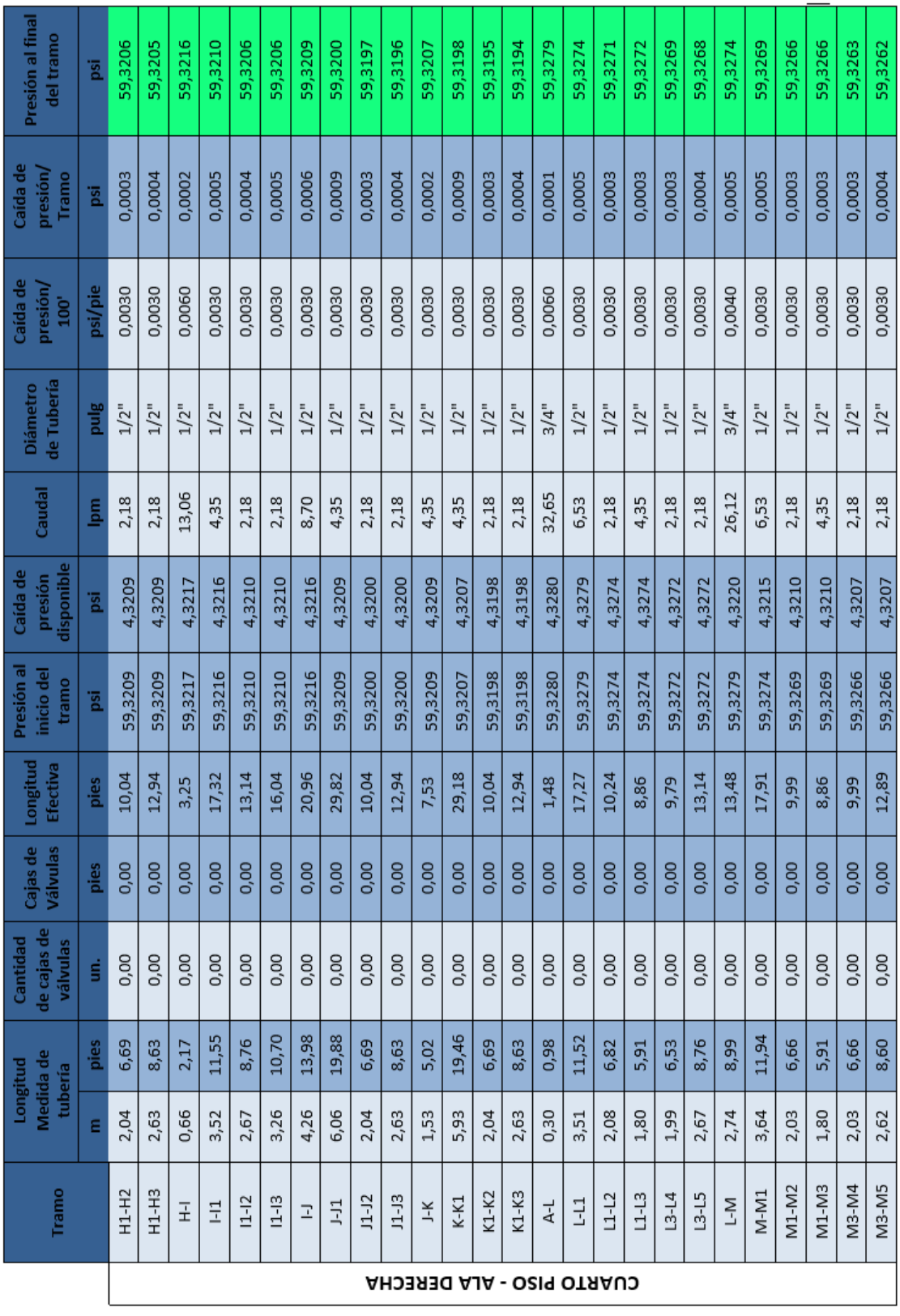
	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
TERCER PISO - ALA DERECHA	G'-G9'	0,38	1,25	0,00	0,00	1,87	59,1528	4,1528	19,58	1/2"	0,0060	0,0001	59,1527
	G9'-G10'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1527	4,1527	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1520
	G9'-G11'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1527	4,1527	17,04	1/2"	0,0060	0,0006	59,1521
	G11'-G12'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1521	4,1521	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1514
	G11'-G13'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1521	4,1521	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1514
	G11'-G14'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1521	4,1521	13,05	1/2"	0,0060	0,0006	59,1515
	G14'-G15'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1515	4,1515	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1508
	G14'-G16'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1515	4,1515	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1508
	G14'-G17'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1515	4,1515	8,70	1/2"	0,0030	0,0003	59,1511
	G17'-G18'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1511	4,1511	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1505
	G17'-G19'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1511	4,1511	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1505
	G17'-G20'	2,10	6,89	0,00	0,00	10,33	59,1511	4,1511	4,36	1/2"	0,0030	0,0003	59,1508
	G20'-G21'	4,29	14,07	0,00	0,00	21,11	59,1508	4,1508	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1502
	G20'-G22'	4,40	14,44	0,00	0,00	21,65	59,1502	4,1502	2,18	1/2"	0,0030	0,0006	59,1496
							CUARTO PISO						
CUARTO PISO - ALA DERECHA	4PD-A	32,22	105,71	1,00	13,12	178,25	59,3690	4,3690	87,07	3/4"	0,0230	0,0410	59,3280
	A-B	4,21	13,81	0,00	0,00	20,72	59,3280	4,3280	54,43	3/4"	0,0110	0,0023	59,3257
	B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3257	4,3257	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3252
	B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3252	4,3252	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3249
	B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3252	4,3252	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3249
	B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3249	4,3249	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3246
	B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3249	4,3249	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3246
	B-C	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,3257	4,3257	47,90	3/4"	0,0080	0,0008	59,3250
	C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3250	4,3250	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3245
	C1-C2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3245	4,3245	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3242
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3245	4,3245	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3242

Apéndice 57 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



CUARTO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
C3-C4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3242	4,3242	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3239
C3-C5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3242	4,3242	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3238
C-D	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,3250	4,3250	41,37	3/4"	0,0060	0,0013	59,3237
D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3237	4,3237	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3231
D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3231	4,3231	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3228
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3231	4,3231	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3229
D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3229	4,3229	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3226
D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3229	4,3229	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3225
D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,3237	4,3237	34,84	3/4"	0,0060	0,0006	59,3231
E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3231	4,3231	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3226
E1-E2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3226	4,3226	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3223
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3226	4,3226	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3223
E3-E4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3223	4,3223	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3220
E3-E5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3223	4,3223	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3219
E-F	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3231	4,3231	28,31	3/4"	0,0040	0,0009	59,3222
F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3222	4,3222	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3217
F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3217	4,3217	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3214
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3217	4,3217	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3214
F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3214	4,3214	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3211
F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3214	4,3214	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3210
F-G	3,37	11,06	0,00	0,00	16,58	59,3222	4,3222	21,78	3/4"	0,0020	0,0003	59,3219
G-G1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3219	4,3219	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3210
G1-G2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3210	4,3210	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3207
G1-F3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3210	4,3210	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3206
G-H	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3219	4,3219	17,42	3/4"	0,0020	0,0002	59,3217
H-H1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,3217	4,3217	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3209

Apéndice 58 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
CUARTO PISO - ALA DERECHA	H1-H2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3209	4,3209	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3206
	H1-H3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3209	4,3209	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3205
	H-I	0,66	2,17	0,00	0,00	3,25	59,3217	4,3217	13,06	1/2"	0,0060	0,0002	59,3216
	I-I1	3,52	11,55	0,00	0,00	17,32	59,3216	4,3216	4,35	1/2"	0,0030	0,0005	59,3210
	I1-I2	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3210	4,3210	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3206
	I1-I3	3,26	10,70	0,00	0,00	16,04	59,3210	4,3210	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,3206
	I-J	4,26	13,98	0,00	0,00	20,96	59,3216	4,3216	8,70	1/2"	0,0030	0,0006	59,3209
	J-J1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3209	4,3209	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3200
	J1-J2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3200	4,3200	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3197
	J1-J3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3200	4,3200	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3196
	J-K	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3209	4,3209	4,35	1/2"	0,0030	0,0002	59,3207
	K-K1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,3207	4,3207	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3198
	K1-K2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3198	4,3198	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3195
	K1-K3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3198	4,3198	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3194
	A-L	0,30	0,98	0,00	0,00	1,48	59,3280	4,3280	32,65	3/4"	0,0060	0,0001	59,3279
	L-L1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3279	4,3279	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3274
	L1-L2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3274	4,3274	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3271
	L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3274	4,3274	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3272
	L3-L4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3272	4,3272	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3269
	L3-L5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3272	4,3272	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3268
	L-M	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,3279	4,3220	26,12	3/4"	0,0040	0,0005	59,3274
	M-M1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3274	4,3215	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3269
	M1-M2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3269	4,3210	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3266
	M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3269	4,3210	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3266
	M3-M4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3266	4,3207	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3263
	M3-M5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3266	4,3207	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3262

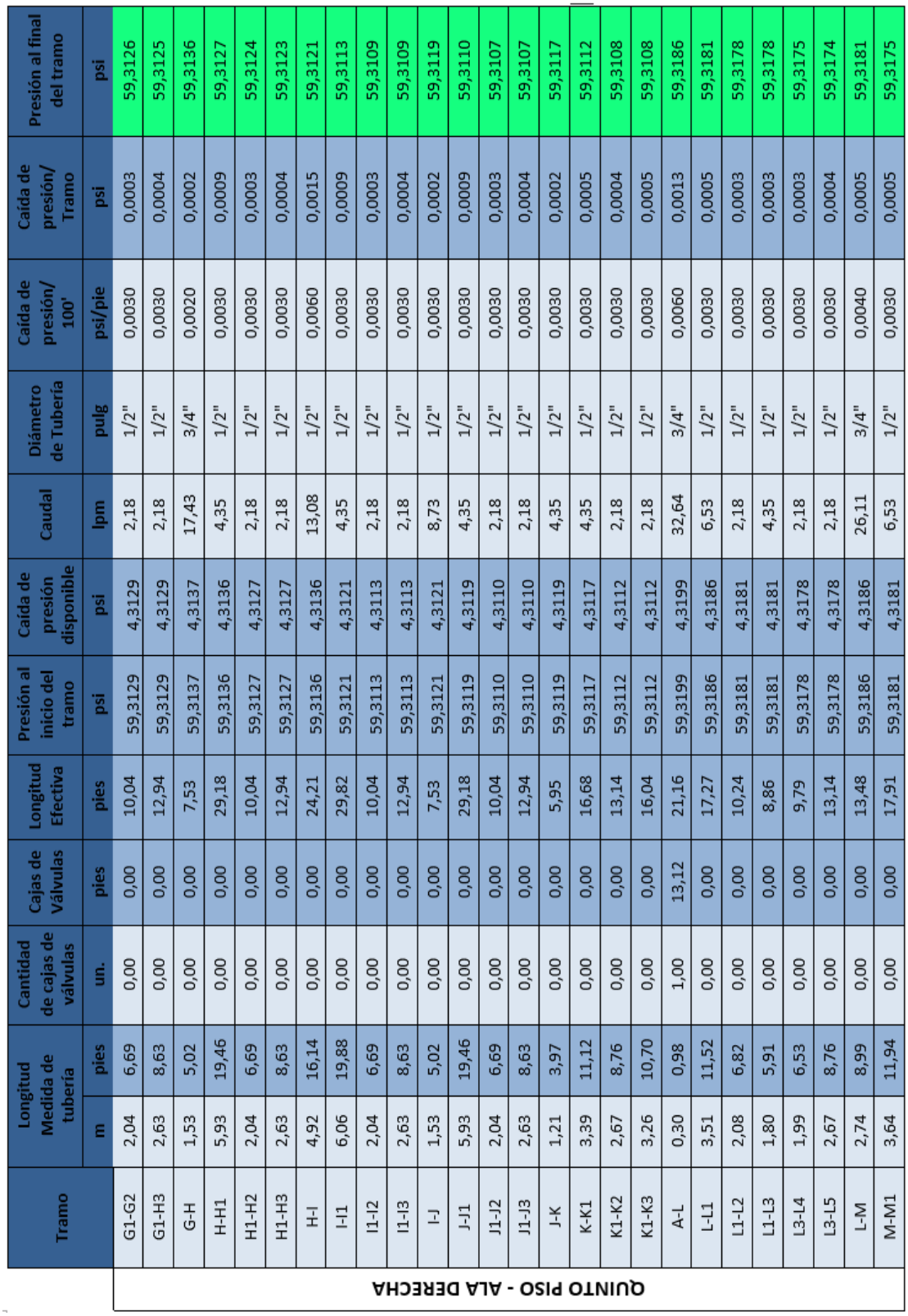
Apéndice 59 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
CUARTO PISO - ALA DERECHA	M-N	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3274	4,3215	19,59	3/4"	0,0020	0,0004	59,3270
	N-N1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3270	4,3210	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3264
	N1-N2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3264	4,3205	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3261
	N1-N3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3264	4,3205	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3262
	N3-N4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3262	4,3203	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3259
	N3-N5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3262	4,3203	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3258
	N-O	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3270	4,3210	13,06	3/4"	0,0060	0,0006	59,3264
	O-O1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3264	4,3205	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3259
	O1-O2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3259	4,3199	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3256
	O1-O3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3259	4,3199	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3256
	O3-O4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3256	4,3197	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3253
	O3-O5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3256	4,3197	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3252
	O-P	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3264	4,3205	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,3257
	P-P1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3257	4,3198	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3252
	P1-P2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3252	4,3193	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3249
	P1-P3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3252	4,3193	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3249
	P3-P4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3249	4,3190	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3247
	P3-P5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3249	4,3190	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3246
							QUINTO PISO						
QUINTO PISO - ALA	5PD-A	32,22	105,71	1,00	13,12	178,25	59,3609	4,3609	87,07	3/4"	0,0230	0,0410	59,3199
	A-B	4,21	13,81	0,00	0,00	20,72	59,3199	4,3199	54,43	3/4"	0,0110	0,0023	59,3176
	B-B1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3176	4,3176	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3171
	B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3171	4,3171	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3168
	B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3171	4,3171	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3168
	B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3168	4,3168	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3165
	B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3168	4,3168	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3164

Apéndice 60 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

QUINTO PISO - ALA DERECHA	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
	B-C	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,3176	4,3176	47,90	3/4"	0,0080	0,0008	59,3168
	C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3168	4,3168	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3163
	C1-C2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3163	4,3163	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3160
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3163	4,3163	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3161
	C3-C4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3161	4,3161	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3158
	C3-C5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3161	4,3161	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3157
	C-D	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,3168	4,3168	41,37	3/4"	0,0060	0,0013	59,3155
	D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3155	4,3155	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3150
	D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3150	4,3150	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3147
	D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3150	4,3150	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3147
	D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3147	4,3147	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3144
	D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3147	4,3147	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3143
	D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,3155	4,3155	34,84	3/4"	0,0060	0,0006	59,3150
	E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3150	4,3150	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3144
	E1-E2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3144	4,3144	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3141
	E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3144	4,3144	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3142
	E3-E4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3142	4,3142	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3139
	E3-E5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3142	4,3142	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3138
	E-F	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3150	4,3150	28,31	3/4"	0,0040	0,0009	59,3141
	F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3141	4,3141	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3135
	F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3135	4,3135	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3132
	F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3135	4,3135	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3133
	F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3133	4,3133	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3130
	F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3133	4,3133	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3129
	F-G	3,37	11,06	0,00	0,00	16,58	59,3141	4,3141	21,78	3/4"	0,0020	0,0003	59,3137
	G-G1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3137	4,3137	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3129

Apéndice 61 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)



QUINTO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
G1-G2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3129	4,3129	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3126
G1-H3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3129	4,3129	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3125
G-H	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3137	4,3137	17,43	3/4"	0,0020	0,0002	59,3136
H-H1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,3136	4,3136	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3127
H1-H2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3127	4,3127	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3124
H1-H3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3127	4,3127	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3123
H-I	4,92	16,14	0,00	0,00	24,21	59,3136	4,3136	13,08	1/2"	0,0060	0,0015	59,3121
I-I1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3121	4,3121	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3113
I1-I2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3113	4,3113	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3109
I1-I3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3113	4,3113	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3109
I-J	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3121	4,3121	8,73	1/2"	0,0030	0,0002	59,3119
J-J1	5,93	19,46	0,00	0,00	29,18	59,3119	4,3119	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3110
J1-J2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3110	4,3110	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3107
J1-J3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3110	4,3110	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3107
J-K	1,21	3,97	0,00	0,00	5,95	59,3119	4,3119	4,35	1/2"	0,0030	0,0002	59,3117
K-K1	3,39	11,12	0,00	0,00	16,68	59,3117	4,3117	4,35	1/2"	0,0030	0,0005	59,3112
K1-K2	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3112	4,3112	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3108
K1-K3	3,26	10,70	0,00	0,00	16,04	59,3112	4,3112	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,3108
A-L	0,30	0,98	1,00	13,12	21,16	59,3199	4,3199	32,64	3/4"	0,0060	0,0013	59,3186
L-L1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3186	4,3186	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3181
L1-L2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3181	4,3181	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3178
L1-L3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3181	4,3181	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3178
L3-L4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3178	4,3178	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3175
L3-L5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3178	4,3178	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3174
L-M	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,3186	4,3186	26,11	3/4"	0,0040	0,0005	59,3181
M-M1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3181	4,3181	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3175

Apéndice 62 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
QUINTO PISO - ALA DERECHA	M1-M2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3175	4,3175	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3172
	M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3175	4,3175	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3173
	M3-M4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3173	4,3173	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3170
	M3-M5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3173	4,3173	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3169
	M-N	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3181	4,3181	19,58	3/4"	0,0020	0,0004	59,3176
	N-N1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3176	4,3176	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3171
	N1-N2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3171	4,3171	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3168
	N1-N3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3171	4,3171	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3168
	N3-N4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3168	4,3168	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3166
	N3-N5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3168	4,3168	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3165
	N-O	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3176	4,3176	13,05	1/2"	0,0060	0,0006	59,3171
	O-O1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3171	4,3171	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3165
	O1-O2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3165	4,3165	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3162
	O1-O3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3165	4,3165	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3163
	O3-O4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3163	4,3163	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3160
	O3-O5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3163	4,3163	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3159
	O-P	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3171	4,3171	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,3164
	P-P1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3164	4,3164	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3159
	P1-P2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3159	4,3159	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3156
	P1-P3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3159	4,3159	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3156
	P3-P4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3156	4,3156	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3153
	P3-P5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3156	4,3156	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3152
							SEXTO PISO						
SEXTO PISO	6PD-A	32,22	105,71	1,00	13,12	178,25	59,3570	4,3570	82,72	3/4"	0,0230	0,0410	59,3160
	A-B	4,21	13,81	0,00	0,00	20,72	59,3160	4,3160	50,07	3/4"	0,0080	0,0017	59,3143
	B-B1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,3143	4,3143	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3139

Apéndice 63 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA DERECHA	B1-B2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3139	4,3139	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3136
	B1-B3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3139	4,3139	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3136
	B3-B4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3136	4,3136	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3133
	B3-B5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3136	4,3136	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3132
	B-C	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,3143	4,3143	43,54	3/4"	0,0080	0,0008	59,3136
	C-C1	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,3136	4,3136	6,53	1/2"	0,0030	0,0004	59,3131
	C1-C2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3131	4,3131	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3128
	C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3131	4,3131	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3129
	C3-C4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3129	4,3129	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3126
	C3-C5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3129	4,3129	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3125
	C-D	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,3136	4,3136	37,01	3/4"	0,0060	0,0013	59,3122
	D-D1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,3122	4,3122	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3118
	D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3118	4,3118	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3115
	D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3118	4,3118	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3115
	D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3115	4,3115	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3112
	D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3115	4,3115	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3111
	D-E	1,92	6,30	0,00	0,00	9,45	59,3122	4,3122	30,48	3/4"	0,0040	0,0004	59,3119
	E-E1	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,3119	4,3119	6,53	1/2"	0,0030	0,0004	59,3114
	E1-E2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3114	4,3114	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3111
	E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3114	4,3114	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3112
	E3-E4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3112	4,3112	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3109
	E3-E5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3112	4,3112	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3108
	E-F	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3119	4,3119	23,95	3/4"	0,0020	0,0004	59,3114
	F-F1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,3114	4,3114	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3110
	F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3110	4,3110	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3107
	F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3110	4,3110	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3107

Apéndice 64 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

Tramo		Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA DERECHA	F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3107	4,3107	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3104
	F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3107	4,3107	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3103
	F-G	3,37	11,06	0,00	0,00	16,58	59,3114	4,3114	17,42	3/4"	0,0020	0,0003	59,3111
	G-G1	5,56	18,24	0,00	0,00	27,36	59,3111	4,3111	4,35	1/2"	0,0030	0,0008	59,3103
	G1-G2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3103	4,3103	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3100
	G1-H3	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3103	4,3103	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3099
	G-H	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3111	4,3111	13,07	3/4"	0,0020	0,0002	59,3110
	H-H1	6,52	21,39	0,00	0,00	32,09	59,3110	4,3110	2,18	1/2"	0,0030	0,0010	59,3100
	H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3100	4,3100	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3097
	H-I	0,66	2,17	0,00	0,00	3,25	59,3110	4,3110	10,89	1/2"	0,0030	0,0001	59,3109
	I-I1	4,02	13,19	0,00	0,00	19,78	59,3109	4,3109	4,35	1/2"	0,0030	0,0006	59,3103
	I1-I2	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3103	4,3103	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3099
	I1-I3	3,26	10,70	0,00	0,00	16,04	59,3103	4,3103	2,18	1/2"	0,0030	0,0005	59,3098
	I-J	4,26	13,98	0,00	0,00	20,96	59,3109	4,3109	6,54	1/2"	0,0030	0,0006	59,3102
	J-J1	8,69	28,51	0,00	0,00	42,77	59,3102	4,3102	2,18	1/2"	0,0030	0,0013	59,3089
	J-K	1,53	5,02	0,00	0,00	7,53	59,3102	4,3102	4,35	1/2"	0,0030	0,0002	59,3100
	K-K1	8,40	27,56	0,00	0,00	41,34	59,3100	4,3100	2,18	1/2"	0,0030	0,0012	59,3088
	K-L	7,16	23,49	0,00	0,00	35,24	59,3100	4,3100	2,18	1/2"	0,0030	0,0011	59,3089
	A-M	0,30	0,98	0,00	0,00	1,48	59,3160	4,3160	32,66	3/4"	0,0060	0,0001	59,3159
	M-M1	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,3159	4,3159	6,53	1/2"	0,0030	0,0004	59,3154
	M1-M2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3154	4,3154	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3151
	M1-M3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3154	4,3154	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3152
	M3-M4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3152	4,3152	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3149
	M3-M5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3152	4,3152	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3148
	M-N	2,74	8,99	0,00	0,00	13,48	59,3159	4,3159	26,13	3/4"	0,0040	0,0005	59,3154
	N-N1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,3154	4,3154	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3149

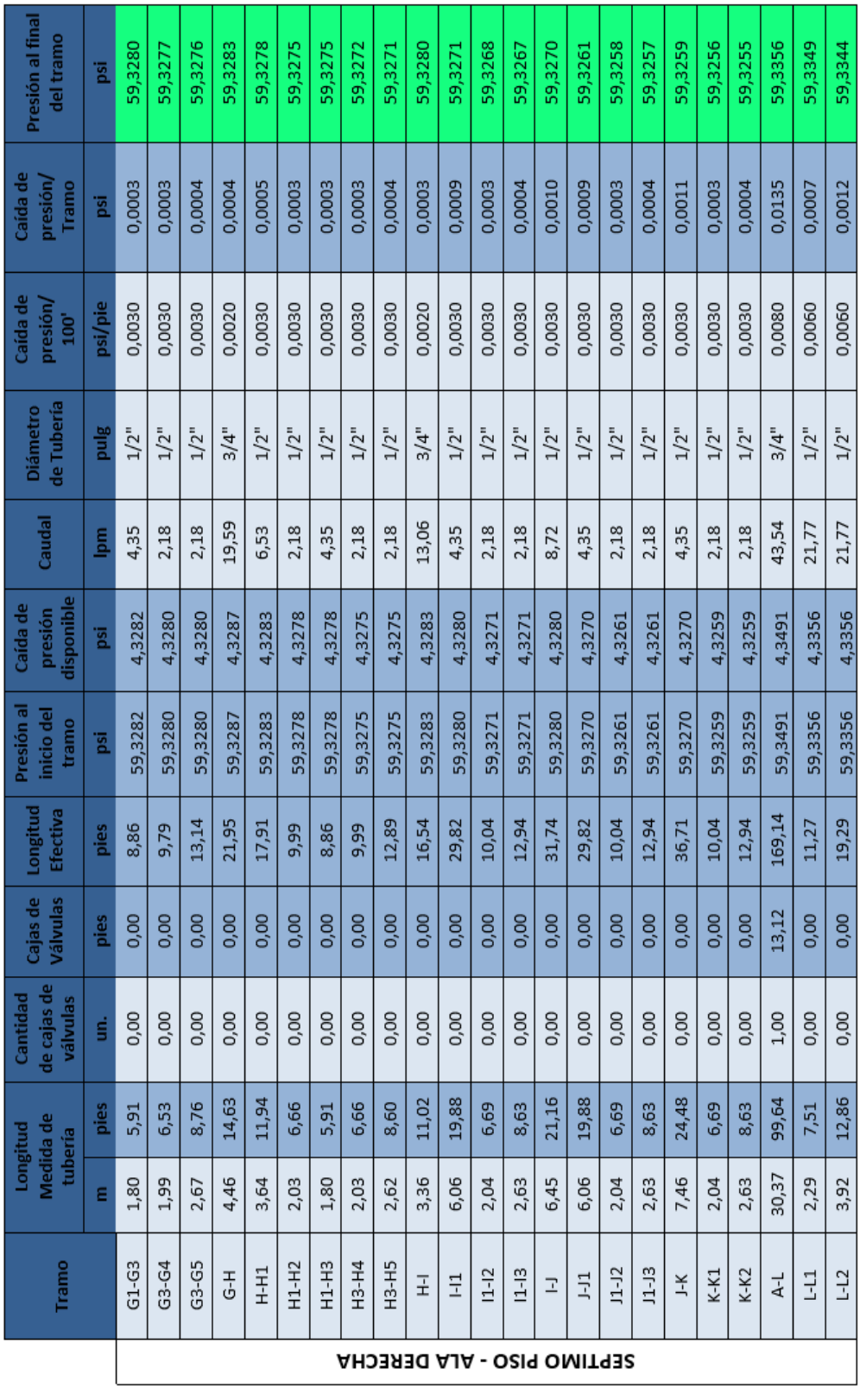
Apéndice 65 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

	Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
		m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
SEXTO PISO - ALA DERECHA	N1-N2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3149	4,3149	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3146
	N1-N3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3149	4,3149	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3146
	N3-N4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3146	4,3146	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3143
	N3-N5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3146	4,3146	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3142
	N-O	4,47	14,67	0,00	0,00	22,00	59,3154	4,3154	19,60	3/4"	0,0020	0,0004	59,3149
	O-O1	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,3149	4,3149	6,53	1/2"	0,0030	0,0004	59,3145
	O1-O2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3145	4,3145	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3142
	O1-O3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3145	4,3145	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3142
	O3-O4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3142	4,3142	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3139
	O3-O5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3142	4,3142	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3138
	O-P	1,93	6,33	0,00	0,00	9,50	59,3149	4,3149	13,07	1/2"	0,0060	0,0006	59,3143
	P-P1	3,14	10,30	0,00	0,00	15,45	59,3143	4,3143	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3139
	P1-P2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3139	4,3139	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3136
	P1-P3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3139	4,3139	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3136
	P3-P4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3136	4,3136	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3133
	P3-P5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3136	4,3136	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3132
	P-Q	4,58	15,03	0,00	0,00	22,54	59,3143	4,3143	6,53	1/2"	0,0030	0,0007	59,3137
	Q-Q1	3,02	9,91	0,00	0,00	14,86	59,3137	4,3137	6,53	1/2"	0,0030	0,0004	59,3132
	Q1-Q2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3132	4,3132	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3129
	Q1-Q3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3132	4,3132	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3130
	Q3-Q4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3130	4,3130	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3127
	Q3-Q5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3130	4,3130	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3126
							SEPTIMO PISO						
SEPTIMO	7PD-A	4,68	15,35	0,00	0,00	23,03	59,3556	4,3556	95,72	3/4"	0,0280	0,0064	59,3491
	A-B	27,24	89,37	1,00	13,12	153,74	59,3491	4,3491	52,24	3/4"	0,0110	0,0169	59,3322
	B-C	0,30	0,98	0,00	0,00	1,48	59,3322	4,3322	6,53	1/2"	0,0030	0,0000	59,3322

Apéndice 66 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

SEPTIMO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
C-C1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3322	4,3322	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3316
C1-C2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3316	4,3316	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3313
C1-C3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3316	4,3316	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3314
C3-C4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3314	4,3314	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3311
C3-C5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3314	4,3314	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3310
B-D	4,21	13,81	0,00	0,00	20,72	59,3322	4,3322	45,71	3/4"	0,0080	0,0017	59,3305
D-D1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3305	4,3305	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3300
D1-D2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3300	4,3300	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3297
D1-D3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3300	4,3300	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3297
D3-D4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3297	4,3297	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3294
D3-D5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3297	4,3297	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3294
D-E	1,91	6,27	0,00	0,00	9,40	59,3305	4,3305	39,18	3/4"	0,0060	0,0006	59,3300
E-E1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3300	4,3300	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3295
E1-E2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3295	4,3295	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3292
E1-E3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3295	4,3295	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3292
E3-E4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3292	4,3292	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3289
E3-E5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3292	4,3292	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3288
E-F	4,48	14,70	0,00	0,00	22,05	59,3300	4,3300	32,65	3/4"	0,0040	0,0009	59,3291
F-F1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3291	4,3291	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3286
F1-F2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3286	4,3286	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3283
F1-F3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3286	4,3286	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3283
F3-F4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3283	4,3283	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3280
F3-F5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3283	4,3283	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3279
F-G	1,77	5,81	0,00	0,00	8,71	59,3291	4,3291	26,12	3/4"	0,0040	0,0003	59,3287
G-G1	3,51	11,52	0,00	0,00	17,27	59,3287	4,3287	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3282
G1-G2	2,08	6,82	0,00	0,00	10,24	59,3282	4,3282	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3279

Apéndice 67 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

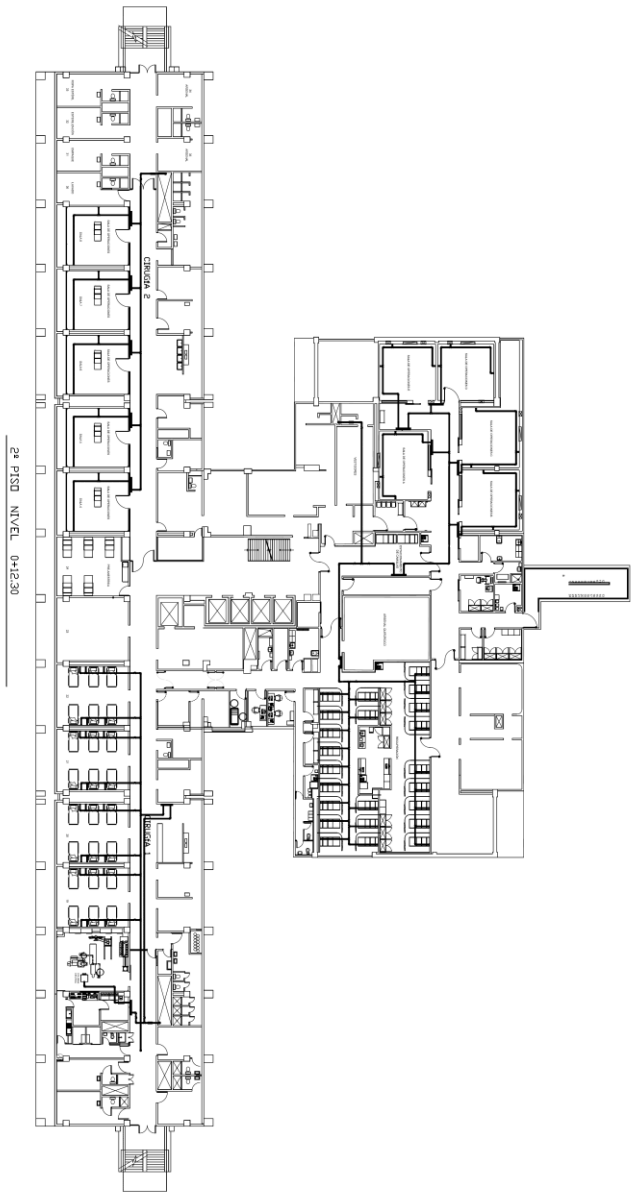


SEPTIMO PISO - ALA DERECHA														
Tramo	Longitud Medida de tubería		Cantidad de cajas de válvulas	Cajas de Válvulas	Longitud Efectiva	Presión al inicio del tramo	Caída de presión disponible	Caudal	Diámetro de Tubería	Caída de presión/ 100'	Caída de presión/ Tramo	Presión al final del tramo
	m	pies	un.	pies	pies	psi	psi	lpm	pulg	psi/pie	psi	psi
G1-G3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3282	4,3282	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3280
G3-G4	1,99	6,53	0,00	0,00	9,79	59,3280	4,3280	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3277
G3-G5	2,67	8,76	0,00	0,00	13,14	59,3280	4,3280	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3276
G-H	4,46	14,63	0,00	0,00	21,95	59,3287	4,3287	19,59	3/4"	0,0020	0,0004	59,3283
H-H1	3,64	11,94	0,00	0,00	17,91	59,3283	4,3283	6,53	1/2"	0,0030	0,0005	59,3278
H1-H2	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3278	4,3278	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3275
H1-H3	1,80	5,91	0,00	0,00	8,86	59,3278	4,3278	4,35	1/2"	0,0030	0,0003	59,3275
H3-H4	2,03	6,66	0,00	0,00	9,99	59,3275	4,3275	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3272
H3-H5	2,62	8,60	0,00	0,00	12,89	59,3275	4,3275	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3271
H-I	3,36	11,02	0,00	0,00	16,54	59,3283	4,3283	13,06	3/4"	0,0020	0,0003	59,3280
I-I1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3280	4,3280	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3271
I1-I2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3271	4,3271	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3268
I1-I3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3271	4,3271	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3267
I-J	6,45	21,16	0,00	0,00	31,74	59,3280	4,3280	8,72	1/2"	0,0030	0,0010	59,3270
J-J1	6,06	19,88	0,00	0,00	29,82	59,3270	4,3270	4,35	1/2"	0,0030	0,0009	59,3261
J1-J2	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3261	4,3261	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3258
J1-J3	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3261	4,3261	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3257
J-K	7,46	24,48	0,00	0,00	36,71	59,3270	4,3270	4,35	1/2"	0,0030	0,0011	59,3259
K-K1	2,04	6,69	0,00	0,00	10,04	59,3259	4,3259	2,18	1/2"	0,0030	0,0003	59,3256
K-K2	2,63	8,63	0,00	0,00	12,94	59,3259	4,3259	2,18	1/2"	0,0030	0,0004	59,3255
A-L	30,37	99,64	1,00	13,12	169,14	59,3491	4,3491	43,54	3/4"	0,0080	0,0135	59,3356
L-L1	2,29	7,51	0,00	0,00	11,27	59,3356	4,3356	21,77	1/2"	0,0060	0,0007	59,3349
L-L2	3,92	12,86	0,00	0,00	19,29	59,3356	4,3356	21,77	1/2"	0,0060	0,0012	59,3344

Apéndice 68 Dimensionamiento de tuberías, Edificio Principal – Ala Derecha (Fuente: autor, 2018)

A continuación se incluyen algunos de los planos generados como parte del proyecto, los archivos completos pueden ser consultados en la versión digital.

PLANTA MECANICA AGM. SEGUNDO NIVEL. HOSPITALIZACIÓN

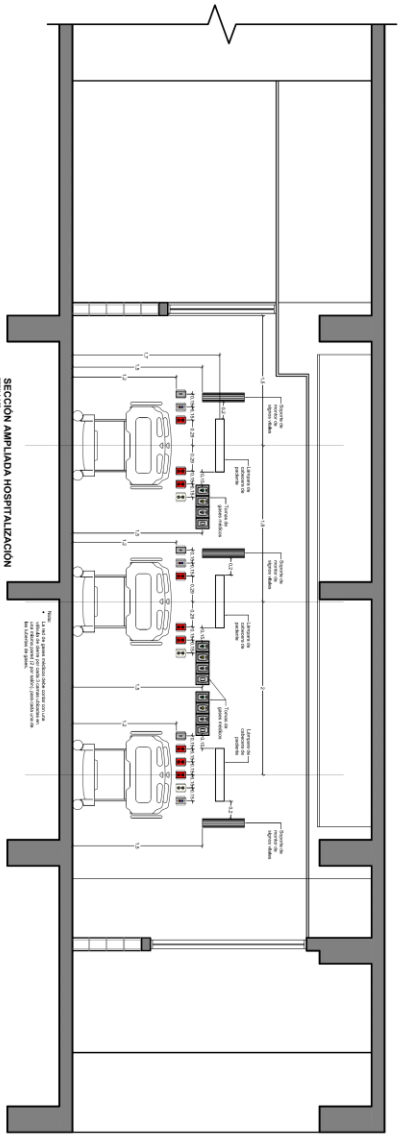


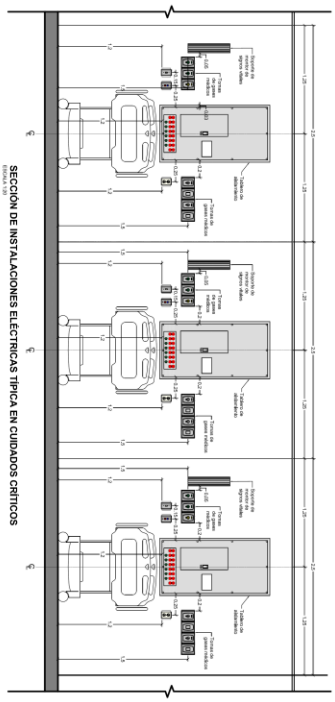
REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MEDICO DEL HOSPITAL MEXICO

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ING. MECANICA ZHURELLY CARMONA SANDOVAL A71442

L/21

DETALLES DE UBICACIÓN DE TOMAS DE SALIDA DE AGM.
EN CAMAS DE HOSPITALIZACIÓN Y CUIDADOS CRÍTICOS.



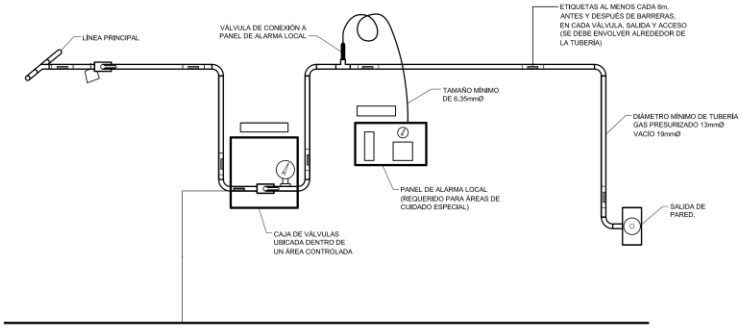


REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MEDICO DEL HOSPITAL MEXICO

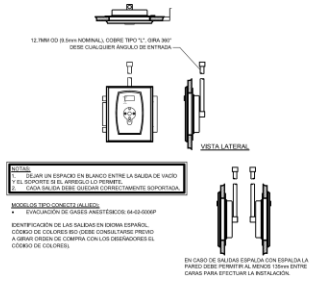
TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ING. MECANICA ZHURELLY CARMONA SANDOVAL A71442

L/27

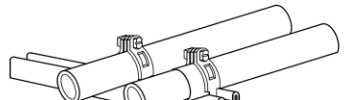
SIMBOLOGÍA MECÁNICA	
	PIEZA MECÁNICA, TEE, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS.
	PIEZA MECÁNICA, CODO A 90º , DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS.
	TOMA DE AIRE MÉDICO.
	TUBERÍA DE AIRE MÉDICO.

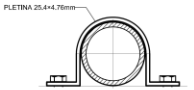


DETALLE DE CONEXIÓN LOCAL DE PANEL DE ALARMA Y CAJA DE VÁLVULAS
SIN ESCALA

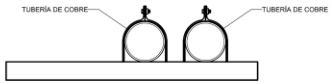


DETALLE DE SALIDAS PARA PARED TIPO CONEXIÓN RÁPIDA
SIN ESCALA



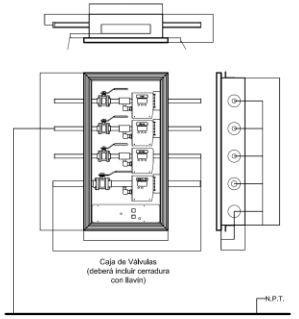


DETALLES DE GAZA PARA TUBERÍA
SIN ESCALA

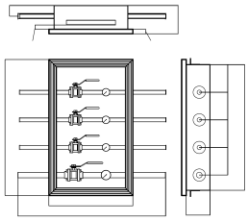


DETALLES DE FIJACIÓN DE TUBERÍAS
SIN ESCALA

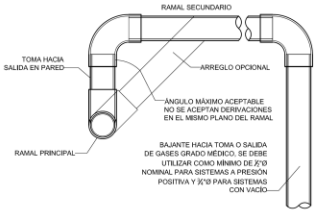
DETALLES VARIOS MECÁNICOS AGM.



DETALLE DE INSTALACIÓN DE CAJA DE VÁLVULAS Y ALARMA PRINCIPAL PARA GASES MÉDICOS
REFERENCIA: AMICO / AVS
SIN ESCALA



DETALLE DE INSTALACIÓN DE CAJA DE VÁLVULAS DE ZONA PARA GASES MÉDICOS
REFERENCIA: AMICO / VBS
SIN ESCALA



DETALLE TÍPICO REQUERIDO PARA DERIVAR HACIA CADA PLACA
SIN ESCALA

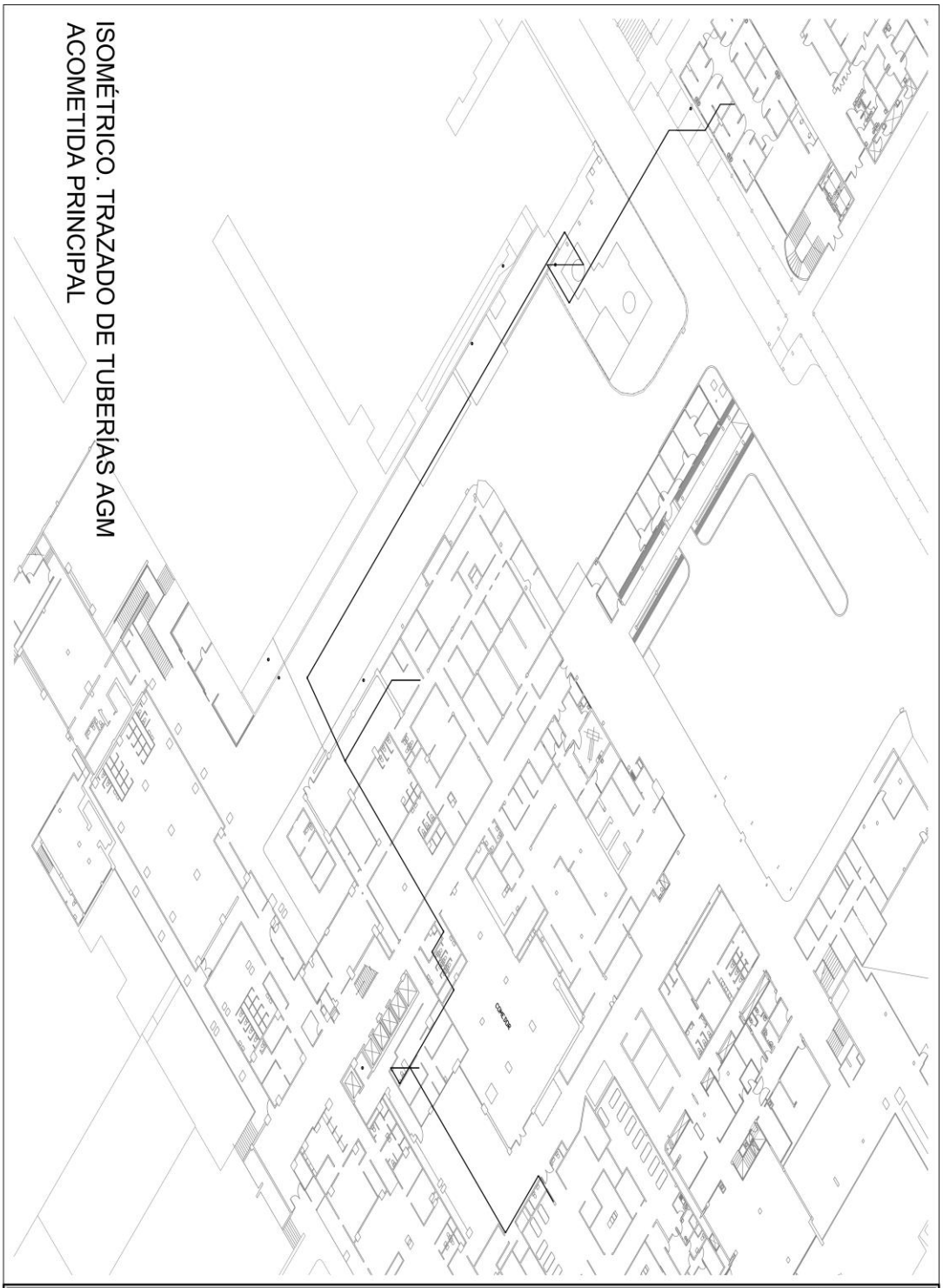
REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MEDICO DEL HOSPITAL MEXICO

L/28

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ING. MECANICA

ZHURELLY CARMONA SANDOVAL A71442

ISOMÉTRICO. TRAZADO DE TUBERÍAS AGM
ACOMETIDA PRINCIPAL

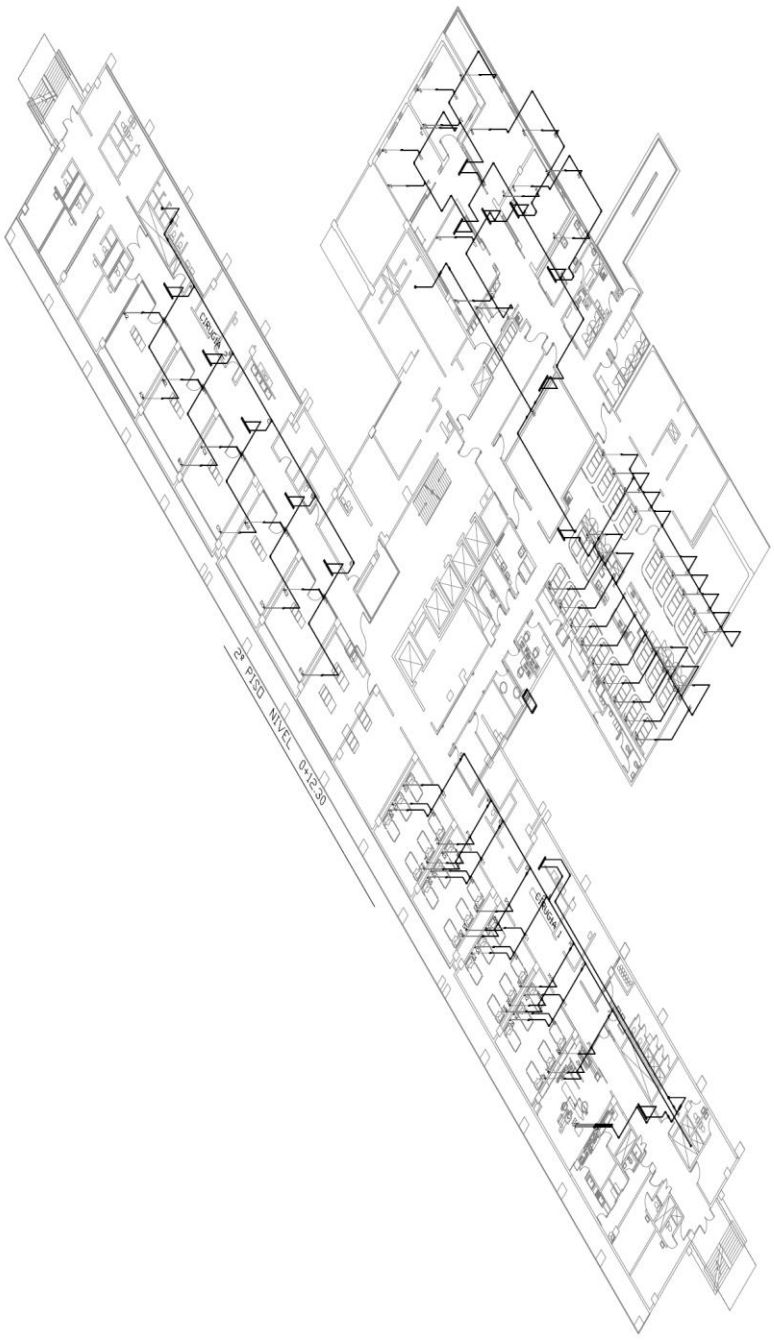


REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MEDICO DEL HOSPITAL MEXICO

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ING. MECANICA ZHURELLY CARMONA SANDOVAL A71442

L/29

ISOMÉTRICO. TRAZADO DE TUBERÍAS SEGUNDO NIVEL.
EDIFICIO HOSPITALIZACIÓN



REDISEÑO DE LA RED DE AIRE GRADO MEDICO DEL HOSPITAL MEXICO

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE ING. MECANICA ZHURELLY CARMONA SANDOVAL A71442

L/41