	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS	CÓDIGO	FO-GS-15
		VERSIÓN	02
ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
		PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): CAMILO

APELLIDOS: ACOSTA PEÑALOZA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JORGE EDUARDO

APELLIDOS: GRANADOS GRANADOS

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA CON CHILLER DE RESPALDO PARA SUPLIR FALLAS DEL DISTRITO TÉRMICO DE LA CLÍNICA MEDICAL DUARTE ZF S.A.S

RESUMEN

Hay lugares que permanecen cerrados y en los que la gente pasa mucho tiempo, como por ejemplo oficinas, fábricas u hospitales entre otros. Normalmente son espacios comerciales o zonas industriales, aunque en los hogares también se necesita de una correcta ventilación, refrigeración o calefacción. En la actualidad las instalaciones de la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S no cuentan con un sistema de contingencia para prestar el servicio de acondicionamiento de las zonas más críticas como lo son las salas de cirugía y de más áreas seleccionadas. Esta al ser una entidad prestadora de servicios de salud tiene como prioridad brindar un servicio confiable y de calidad, por esta razón se busca implementar un chiller alterno el cual cumpla los requerimientos para el funcionamiento óptimo de dichas zonas en caso de una posible falla eléctrica o relacionada con los enfriadores principales. Este sistema de respaldo busca suministrar agua fría a seis salas de cirugía, un pasillo uci para adultos y un área de esterilización. La selección de estas áreas estuvo a cargo del personal médico teniendo en cuenta que son lugares que requieren de unas condiciones más exigentes para su óptimo funcionamiento.

PALABRAS CLAVE: Ventilación, refrigeración, calefacción, enfriadores, chiller

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 116 PLANOS: _0_ ILUSTRACIONES: 30 CD ROOM: _1_

****Copia No Controlada****

DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA CON CHILLER DE
RESPALDO PARA SUPLIR FALLAS DEL DISTRITO TÉRMICO DE LA CLÍNICA
MEDICAL DUARTE ZF S.A.S

CAMILO ACOSTA PEÑALOZA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSE DE CÚCUTA

2022

DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA CON CHILLER DE
RESPALDO PARA SUPLIR FALLAS DEL DISTRITO TÉRMICO DE LA CLÍNICA
MEDICAL DUARTE ZF S.A.S

CAMILO ACOSTA PEÑALOZA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar por al título de
Ingeniero Mecánico.

Director

ING. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSE DE CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 21 DE SEPTIEMBRE 2022
HORA: 02:00 P.m.
LUGAR: SALA DE PROYECCIÓN N°4 EDF CREAD UFPS
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO: "DISEÑO DE UN SISTEMA ALTERNO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA CON CHILLER DE RESPALDO PARA SUPLIR FALLAS DEL DISTRITO TÉRMICO DE LA CLINICA MEDICAL DUARTE ZF S.A.S."

Jurados: ING. PEDRO ANTONIO PEREZ ANAYA
ING. ORLANDO GUTIÉRREZ LÓPEZ

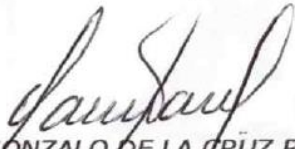
Director: ING. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
CAMILO ACOSTA PEÑALOZA	1121700	Cuatro, Dos	4.2

APROBADA


ING. PEDRO ANTONIO PEREZ ANAYA.


ING. ORLANDO GUTIÉRREZ LÓPEZ.


Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi mama, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener, es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi hermana, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez, con esfuerzo y disciplina.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todas las personas que de uno u otro modo me ayudaron con la elaboración de este proyecto, especialmente a mi tutor, Ing. Cesar Javier Claro López, al ing. Jorge Eduardo Granados G. Director académico del proyecto, ing. Oscar Veloza y a todos mis compañeros que me acompañaron a lo largo de todo este proceso.

Resumen

Hay lugares que permanecen cerrados y en los que la gente pasa mucho tiempo, como por ejemplo oficinas, fábricas u hospitales entre otros. Normalmente son espacios comerciales o zonas industriales, aunque en los hogares también se necesita de una correcta ventilación, refrigeración o calefacción. En la actualidad las instalaciones de la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S no cuentan con un sistema de contingencia para prestar el servicio de acondicionamiento de las zonas más críticas como lo son las salas de cirugía y de más áreas seleccionadas. Esta al ser una entidad prestadora de servicios de salud tiene como prioridad brindar un servicio confiable y de calidad, por esta razón se busca implementar un chiller alterno el cual cumpla los requerimientos para el funcionamiento óptimo de dichas zonas en caso de una posible falla eléctrica o relacionada con los enfriadores principales. Este sistema de respaldo busca suministrar agua fría a seis salas de cirugía, un pasillo uci para adultos y un área de esterilización. La selección de estas áreas estuvo a cargo del personal médico teniendo en cuenta que son lugares que requieren de unas condiciones más exigentes para su óptimo funcionamiento.

Palabras clave: Ventilación, refrigeración, calefacción, enfriadores, chiller

Abstract

There are places that remained closed and where people spend a lot of time, such as offices, factories or hospitals. They are usually commercial spaces or industrial areas. Although homes also need proper ventilation, cooling or heating. At present, the facilities of the Clínica Medical Duarte ZF S.A.S do not have a contingency system to provide the conditioning service for the most critical areas, such as the operating rooms and other selected areas. Being an entity providing health services as a priority to provide a reliable and quality service, for this reason it seeks to implement an alternate chiller which meets the requirements for the optimal operation of said areas in case of a possible electrical failure or related with main coolers. This backup system seeks cold water supply to six operating rooms, an ICU hallway for adults, and a sterilization area. The selection of these areas was in charge of the medical staff, taking into account that they are places that require more demanding conditions for their optimal functioning.

Key words: Ventilation, refrigeration, heating, coolers, chiller

Contenido

	Pág.
Introducción	18
1. El problema	19
1.1 Título	19
1.2 Planteamiento del problema	19
1.3 Formulación del problema	20
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo General	20
1.4.2 Objetivos Específicos	20
1.5 Justificación	21
1.5.1 Razón de ser del proyecto	21
1.5.2 Perspectiva	21
1.6 Sistematización del problema	22
1.7 Delimitación del problema	22
1.7.1 Delimitaciones Espaciales	22
1.7.2 Delimitaciones Temporales	22
1.7.3 Delimitaciones Conceptuales	22
1.7.3.1 UMA (Unidad manejadora de aire).	22
1.7.3.2 Fan coil.	23

1.7.3.3 Refrigeración.	23
1.7.3.4 Climatización.	23
1.7.3.5 Riesgo biológico.	23
1.7.3.6 Chiller.	23
2. Marco referencial	25
2.1 Antecedentes	25
2.2 Marco Teórico.	27
2.2.1 Ciclo de refrigeración.	27
2.2.2 Proceso del ciclo de refrigeración.	27
2.2.2.1 Expansión.	27
2.2.2.2 Evaporización.	28
2.2.2.3 Compresión.	29
2.2.2.3.1 Reciprocantes.	29
2.2.2.3.2 Rotativo.	30
2.2.2.3.3 Centrifugo..	30
2.2.2.3.4 Scroll.	30
2.2.2.4 Condensación.	30
2.2.3 Elementos del ciclo refrigerante:	31
2.2.3.1 Refrigerante.	31
2.2.3.2 Bomba Centrifuga.	32

2.2.3.3 Válvula de control.	32
2.2.4 Clasificación del ciclo de refrigeración	33
2.2.4.1 Expansión directa.	33
2.2.4.2 Expansión indirecta (Agua fría/ Chiller).	34
2.2.5 Aire acondicionado	35
2.2.5.1 Sin ductos.	35
2.2.5.1.1 Aire acondicionado Split.	36
2.2.5.1.2 Aire acondicionado de cassette	36
2.2.5.1.3 Aire acondicionado portátil.	37
2.2.5.1.4 Unidades de ventana.	38
2.2.5.2 Con ductos.	39
2.2.5.2.1 ROOFTOP.	39
2.2.5.2.2 Unidades separadas comerciales.	40
2.2.5.2.3 Fan-coil.	41
2.2.5.2.4 UMA (Unidad manejadora de aire).	42
2.2.5.2.5 Sistemas VRF.	43
2.2.5.2.6 Chiller.	44
2.2.6 Enfriamiento Evaporativo.	49
2.3 Marco Contextual	50
2.4 Marco Legal	50

2.5 Marco Administrativo	51
2.5.1 Recursos humanos	51
3. Diseño metodológico	52
3.1 Enfoque y tipo de investigación	52
3.2 Fuentes de información	52
3.2.1 Fuentes primarias	52
3.2.2 Fuentes secundarias	53
3.3 Desarrollo Metodológico	53
4. Análisis y resultados y generales	54
4.1 Cálculos y recolección de información para la selección del chiller	54
4.1.1 Determinación de carga térmica	54
4.1.2 Calculo y selección de bombas centrifugas	55
4.1.2.1 Pérdidas.	55
4.1.2.1.1 Pérdida primarias..	56
4.1.2.1.2 Pérdidas secundarias.	63
4.1.2.1.3 Caída de presión generada por las unidades manejadoras de aire.	77
4.1.2.1.4 Caída de presión del chiller.	78
4.1.2.1.5 Caída de presión total del sistema.	79
4.1.3 Selección de equipos de bombeo de agua fría	79
4.1.4 Parámetros de selección del Chiller	81

4.1.5 Especificaciones del diseño dadas por los fabricantes	85
4.1.5.1 Accesorios planta agua fría..	85
4.1.5.1.1 Materiales	86
4.1.5.2 Accesorios bombas (BAF 01/02).	87
4.1.5.2.1 Materiales	87
4.1.5.3 Tanque de expansión TE.	87
4.1.5.3.1 Materiales.	88
4.1.5.4 Separador de aire.	88
4.1.5.4.1 Materiales. Conexiones en brida.	88
4.1.5.5 Unidad de producción de agua fría	89
4.1.5.5.1 Componentes	89
4.1.5.6 Bomba de recirculación de agua BAC 1-2.	89
4.1.5.6.1 Componentes	90
5. Presupuesto	91
6. Conclusiones	93
7. Recomendaciones	94
8. Referencias bibliográficas	95
Anexos	99

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Potencia frigorífica por servicio	54
Tabla 2. Pérdidas en cuarto de maquinas	58
Tabla 3. Pérdidas en descarga.	59
Tabla 4. Pérdidas en retorno	60
Tabla 5. Pérdidas totales por fricción de la ruta crítica (Cuarto de máquinas -Esterilización - Línea A) en la tubería pre-aislada	62
Tabla 6. Coeficientes para perdidas de carga localizadas o en accesorios (CONAGUA, 2002)	63
Tabla 7. Accesorios por tramo de tubería	65
Tabla 8. Pérdidas secundarias	69
Tabla 9. Pérdidas en retorno	73
Tabla 10. Sumatoria de pérdidas secundarias por accesorios de la ruta crítica (Cuarto de máquinas-Esterilización - Línea A) en la tubería pre-aislada	77
Tabla 11. Pérdidas por unidades de las manejadoras de aire	77
Tabla 12. Caída de presión de la UMA sobre la ruta critica	78
Tabla 13. Componentes del circuito de bombeo de agua helada	85
Tabla 14. Presupuesto general del proyecto	91

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Válvula de expansión	28
Figura 2. Evaporador	29
Figura 3. Unidad condensadora	31
Figura 4. Refrigerante	32
Figura 5. Bomba Centrifuga	32
Figura 6. Válvulas De Control	33
Figura 7. Ciclo de expansión directa	34
Figura 8. Ciclo expansión indirecta	35
Figura 9. Aire acondicionado Split	36
Figura 10. Aire acondicionado tipo cassette	37
Figura 11. Aire acondicionado portátil	38
Figura 12. Aire acondicionado de venta	39
Figura 13. Equipo ROOFTOP	40
Figura 14. Equipo de unidades separadas comerciales	41
Figura 15. Fan-coil	42
Figura 16. Unidad manejadora de aire	43
Figura 17. Sistema VRF	44
Figura 18. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	45
Figura 19. Chiller condensado por agua	46
Figura 20. Chiller condensado por agua	47
Figura 21. Chiller condesado por aire	48

Figura 22. Ciclo chiller condensado por aire	49
Figura 23. Plano del piso 3 de la tubería agua fría y retorno	56
Figura 24. Factor de fricción Hazen & Williams para tubería PVC	57
Figura 25. Caída de presión en el evaporador del chiller	78
Figura 26. Sistema de bombeo y abastecimiento del chiller	80
Figura 27. Gráfico de servicio bomba de recirculación de agua bac 1-2	81
Figura 28. Ubicación asignada para el montaje del chiller	82
Figura 29. Enfriador de agua - condensación por aire	83
Figura 30. Esquema del montaje para chiller realizado en hvac solution	84

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1.Plano piso 3 de la Tubería de Agua Fría pre-aislada Clínica Medical Duarte.	100
Anexo 2. Esquema de conexión de las unidades manejadoras	101
Anexo 3. Vista de planta piso 4, ubicación del cuarto de máquinas chiller	102
Anexo 4. Ficha técnica chiller condensado por aire	103
Anexo 5. Ficha técnica bomba de recirculación de agua	112

Introducción

La clínica Medial Duarte ZF S.A.S es una entidad prestadora de servicios de salud, ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. El comité clínico de la Clínica Duarte ZF S.A.S ha seleccionado unas zonas que cumplen una labor crítica para su operación, ya que en muchos casos en estas se coloca en riesgo el bienestar de sus pacientes como también el de su personal clínico. Teniendo en cuenta estos parámetros y en pro de garantizar las condiciones internas de los quirófanos, uci adultos y sala de esterilización se busca implementar un sistema de respaldo para chiller principal, el cual supla las necesidades de climatización para el correcto funcionamiento de estos lugares y sus equipos, en caso de una posible falla del sistema primario de enfriamiento de agua. De esta forma se estaría brindando un servicio de calidad las 24 horas del día.

Para el desarrollo del presente proyecto fue necesario reforzar conocimientos vistos a lo largo de la carrera de ingeniería mecánica. Conocimientos relacionados con transferencia de calor, aires acondicionados, motores y turbinas, diseño y maquinas hidráulicas. Este sustento teórico fue indispensable para la adecuada selección de los equipos y sus características.

1. El problema

1.1 Título

Diseño de un sistema alternativo de enfriamiento de agua con chiller de respaldo para suplir fallas del distrito térmico de la clínica Medical Duarte ZF S.A.S

1.2 Planteamiento del problema

Hay lugares que permanecen cerrados y en los que la gente pasa mucho tiempo, como por ejemplo oficinas, fábricas u hospitales entre otros. Normalmente son espacios comerciales o zonas industriales, aunque en los hogares también se necesita de una correcta ventilación, refrigeración o calefacción.

La Clínica Medical Duarte ZF S.A.S cuenta con dos chiller enfriados con agua, estos abastecen a 31 UMA “Unidad manejadora de aire” y 264 fan coil que se encuentran distribuidos en los once pisos del edificio, los cuales cumplen la función de acondicionar aires y garantizar una calidad de aire interior.

En la actualidad no se cuenta con un sistema de respaldo backup para suplir la necesidad de falla en las 8 salas de cirugía y pasillo de UCI. Este sistema cuenta con una acometida eléctrica primaria que supe la necesidad de conexión de los chiller. Por temas de infraestructura no se puede hacer una cometida alterna para conectarlos en caso de una falla del blindo barraje. Se cuenta con dos plantas eléctricas de 356 y 500kw las cuales entran en funcionamiento si se produce un daño en la red principal de abastecimiento eléctrico; ninguna de las plantas genera la suficiente carga para abastecer los dos chiller de 500 ton cada uno.

De continuar operando en estas condiciones el actual sistema de refrigeración de la Clínica Medical Duarte, se pondría en riesgo la vida de personas que necesiten acceder a servicios de salud, los cuales son brindados por el personal de salud de esta institución.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera se puede diseñar un sistema de refrigeración para suplir la necesidad de fallas de las ocho salas de cirugía y pasillo uci de la Clínica Medical Duarte ZL S.A.S?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General . Diseñar un sistema de refrigeración de respaldo para suplir la necesidad de falla de las ocho salas de cirugía y pasillo UCI para mayores, de la Clínica Medical Duarte ZL S.A.S.

1.4.2 Objetivos Específicos. Conocer las cargas térmicas de cada UMA con base en la información de sus fichas técnicas.

Identificar la ruta de las tuberías de la sección a intervenir, puntos de conexión y puntos críticos mediante la elaboración de un plano en AUTOCAD.

Calcular la caída de presión de las redes de agua fría y seleccionar las bombas.

Seleccionar el enfriador y los componentes para su adecuado funcionamiento.

1.5 Justificación

1.5.1 Razón de ser del proyecto. El trabajo de grado corresponde al diseño de un sistema de refrigeración chiller de respaldo para suplir la necesidad de falla de las ocho salas de cirugía y pasillo UCI de la Clínica Medical Duarte ZL S.A.S, estas áreas prestan un servicio de vital importancia dentro de la clínica por esta razón mantener el acondicionamiento las 24 horas del día es fundamental para el adecuado funcionamiento de los equipos biomédicos. Otra de las problemáticas que podemos encontrar en este tipo de áreas y que sería un factor determinante a la hora de llevar a cabo un procedimiento quirúrgico es el riesgo biológico, el aseguramiento de las condiciones ambientales de los quirófanos requiere especial cuidado, diferente a las otras áreas hospitalarias, ya que requieren mínimas concentraciones de contaminantes y microorganismos en el aire, además de unos protocolos estrictos al momento de realizar la limpieza de estos lugares.

Implementar el sistema de respaldo para refrigeración, permite tener en funcionamiento unas de las áreas más críticas de la clínica en caso de posibles fallas. Esto a su vez repercute en el bienestar de los pacientes.

1.5.2 Perspectiva. Se diseñó un sistema de refrigeración chiller de respaldo el cual en caso de posibles fallas pueda abastecer las ocho salas de cirugía y pasillo UCI.

Implementando un chiller condensado por aire, seleccionado acorde a la demanda de las cargas térmicas de las UMA a suplir. La adecuada selección de los componentes y herramientas en este proyecto puede prevenir pequeños fallos que ocasionan grandes molestias, llegando a afectar la comodidad de los usuarios e incluso llegando a ocasionarles problemas de salud graves o mortales, los cuales puedan afectar no solo el buen nombre de esta entidad, sino que también se pueda ver involucrada en problemas legales.

1.6 Sistematización del problema.

¿Cuál es la importancia de diseñar un sistema de refrigeración chiller de respaldo para suplir la necesidad de falla de las 8 salas de cirugía y 1 pasillo UCI para mayores, de la Clínica Medical Duarte ZL S.A.S?

¿Cómo implementar un sistema independiente que funcione de manera eficiente en caso de posibles fallas?

1.7 Delimitación del problema

1.7.1 Delimitaciones Espaciales. El trabajo de grado se desarrolló en las seis salas de cirugía un pasillo uci para adultos y una sala de esterilización, de la Clínica Medical Duarte ZL S.A.S, en la ciudad de San José de Cúcuta – Norte de Santander.

1.7.2 Delimitaciones Temporales. El trabajo de grado tuvo una duración de 4 meses a partir de la fecha estipulada con el departamento de ingeniería mecánica y la aprobación del ARL.

1.7.3 Delimitaciones Conceptuales. Los términos específicos que serán utilizados en este proyecto son:

1.7.3.1 UMA (Unidad manejadora de aire). La UMA o Unidad manejadora de aire es un equipo altamente eficiente que forma parte de un sistema de ventilación general. Su función consiste en inyectar aire tratado (limpio y fresco) al interior de una planta productiva. Con la UMA, es posible acondicionar el aire en función de las necesidades específicas de cada proceso industrial. (MCAT, 2022)

1.7.3.2 Fan coil. Las unidades fan coil son una forma eficaz de convertir una enfriadora de agua o una caldera de agua caliente en un sistema de climatización eficiente y silencioso. Estas unidades son una solución eficaz para disfrutar de ambientes agradables tanto en hogares como en comercios. (Daiki, s.f.)

1.7.3.3 Refrigeración. La refrigeración es un proceso que extrae el calor de un ambiente para trasladarlo a otro y conseguir así que el primer punto se enfríe. Esta definición aplica tanto a sistemas de aire acondicionado como a refrigeradores industriales. (Arnabat, s.f.)

1.7.3.4 Climatización. Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad de los espacios habitables. Tal es el caso, que el término climatización comprende tres aspectos fundamentales: ventilación, calefacción y refrigeración. (Sourcing, s.f.)

1.7.3.5 Riesgo biológico. El riesgo biológico es el factor principal que contribuye a la accidentalidad laboral en el personal de salud. quienes se encuentran a exposición continua durante el cumplimiento de sus actividades laborales generando un alto riesgo de contagio con patógenos. (Alba, 2020)

1.7.3.6 Chiller. Son equipos de climatización muy usados en grandes instalaciones debido a la posibilidad que tienen de enfriar o calentar, según lo requiera el inmueble. Además, los expertos en estos equipos señalan que su uso es una excelente opción para aplicaciones de aire acondicionado u otros procesos de enfriamiento. Sin embargo, se requiere conocer a fondo su

funcionamiento, composición y requerimientos de mantenimiento para hacer eficiente su uso.
(Grados, 2017)

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

El desarrollo de las tecnologías, en la última década, ha dado un impulso a nuevos medios de refrigeración en condiciones críticas. La Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración ACAIRE es una entidad gremial representativa del sector acondicionamiento del aire.

La refrigeración y ventilación en Colombia, se ha venido desempeñando en el país por más 50 años trabajando por las empresas, profesionales y usuarios del área.

En 2017 se realizó el seminario internacional de climatización en hospitales, quirófanos y áreas de ambiente controlado por parte de ACAIRE. El seminario contó con la presencia de Gloria Cruceta, médica, especialista en psiquiatría, técnico superior en prevención de riesgos laborales, higienista industrial, master en gestión y dirección de empresas y técnico superior de calidad ambiental en interior de edificios. Recientemente visitó a Colombia desde España, invitada por ACAIRE.

El objetivo principal de la visita, era la actualización en todos los aspectos que intervienen en la bioseguridad dentro de las salas de ambiente controlado de los hospitales y las novedades, el diseño de sistemas de ventilación y climatización de los quirófanos. El seminario fue dirigido principalmente a ingenieros, arquitectos, y empresas de climatización que trabajan en salas limpias, laboratorios y hospitales. (CRUCETA, 2017)

(MSc. Juan C. Armas Valdés, s.f., pág. 2), Dentro de los sistemas de climatización centralizados las enfriadoras de agua “chillers”, son de los más empleados. Su principio de funcionamiento se basa en el bombeo de agua helada hacia los locales que se desea climatizar, en los que por medio de unidades terminales (por ejemplo, fan-coil) se logra intercambiar calor entre el aire de los

locales y el agua helada. Una vez realizado el intercambio de energía, el agua retorna hacia las unidades enfriadoras siendo nuevamente enfriada y reenviada hacia los locales a climatizar. Cuando se realiza la selección del equipo de refrigeración puede considerarse que los equipos enfriados por agua son más eficientes que los enfriados por aire, debido a que las temperaturas alcanzadas para la condensación del refrigerante, son menores con agua que con aire. A pesar de lo anterior, no hay que olvidar que, si analizamos globalmente la situación, en la opción de condensación por agua, habría que involucrar los costos de agua, del tratamiento de la misma y del consumo eléctrico de las bombas de agua de condensación y de los ventiladores de las torres de enfriamiento. (medica, 2013)

El Estándar 170 del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (American National Standards Institute, ANSI)/Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)/Sociedad Estadounidense de Ingenieros Sanitarios (American Society of Healthcare Engineers, ASHE), Ventilación de instalaciones para atención médica, es una parte de un conjunto de documentos que ofrece orientación, regulación y mandatos a diseñadores de instalaciones de atención médica. Ante todo, es un requisito mínimo y obligatorio y, como tal, es posible que no siempre ofrezca las mejores prácticas para el diseño de la ventilación en atención médica.

Otras publicaciones, como el Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado (Heating, Ventilating, and Air Conditioning, HVAC) de ASHRAE para hospitales y clínicas, 2^{da} edición, complementan el estándar, lo que proporciona mayor profundidad y detalles para el diseñador.

2.2 Marco Teórico.

2.2.1 Ciclo de refrigeración. La refrigeración es el proceso donde se extrae calor de un lugar cerrado y se traslada a otro para conseguir que el ambiente se encuentre confortable.

Los sistemas de refrigeración industrial suelen clasificarse de acuerdo al tipo de refrigerante que utilizan y su método de enfriamiento. Así, encontramos diferentes tipos de clasificación, entre los cuales están sistemas de refrigeración abiertos o cerrados.

Estos sistemas son aquellos donde se determina si el refrigerante está o no en contacto directo con el medio. En los sistemas abiertos el agente de enfriamiento entrará en contacto directo con el medio que debe refrigerarse, mientras que, en los sistemas cerrados, este se transportará a través de tubos y, en general, no entrará en contacto directo. (COLOMBIA, s.f.)

2.2.2 Proceso del ciclo de refrigeración. Este ciclo se define por cuatro procesos fundamentales:

2.2.2.1 Expansión. Proceso mediante el cual se reduce la presión del líquido refrigerante, este a su vez entra en la válvula de expansión, permitiendo su posterior evaporación. La válvula de expansión se encarga de controlar el flujo de refrigerante mediante procesos de compresión y expansión, según la presión que necesite el sistema de aire acondicionado para priorizar la vaporización del refrigerante. (HELLOAUTO, 2022)

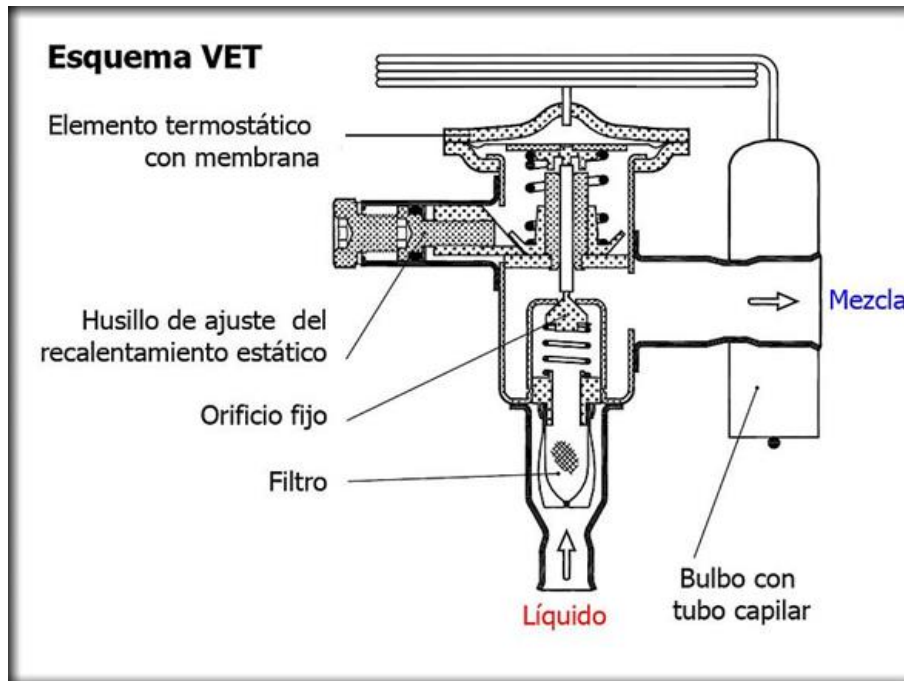


Figura 1. Válvula de expansión

Nota. Esquema en corte de una Válvula de expansión termostática con orificio fijo y sin línea de equilibrio de presión externa. (Dossat, Roy J. 2001)

2.2.2.2 Evaporización. En este proceso el líquido que cumple la función de refrigerante entra en el evaporador, se evapora absorbiendo el calor del aire del espacio que se desea acondicionar (Mas, 2011). El evaporador es una parte indispensable de cualquier sistema de refrigeración, este es un tubo de cobre con aletas de aluminio (Antolín, 2021)



Figura 2. Evaporador

Nota. Evaporador de serpentín aleteado y convección forzada para baja temperatura, sin bandeja de condensados. (REFRIELECTRICLASOSE, 2017)

2.2.2.3 Compresión. Por la acción del compresor, el vapor restante de la evaporación es aspirado por el evaporador hasta la entrada del compresor. La temperatura y la presión del vapor dentro del compresor aumentará la compresión. El vapor de alta temperatura y alta presión se descarga del compresor en la línea de descarga. (KOSNER, 2016)

Existen tres tipos básicos de compresores, estos son:

2.2.2.3.1 Reciprocantes. Un compresor reciprocantes es una máquina de desplazamiento positivo. Su principio de funcionamiento se basa en un pistón que es impulsado a través de un pasador y una biela desde un cigüeñal, que a su vez es impulsado por un motor. A medida que el pistón se mueve hacia abajo, la succión resultante abre una válvula y permite que el refrigerante ingrese al cilindro. En la carrera ascendente, la presión aumentada cierra la válvula de succión. Cuando la presión del cilindro excede la presión en la línea de descarga, la válvula de descarga se abre y el gas caliente se libera a la tubería de descarga. (Cooltools, 2009)

2.2.2.3.2 Rotativo. El compresor rotativo, posee un rotor cilíndrico concéntricamente que se encuentra en una carcasa cilíndrica, la cual cuenta con ranuras radiales que reciben pistones prismáticos o émbolos que se deslizan en las ranuras, estos son los elementos activos del compresor. Además, se identifica por el hecho de que la superficie interna del estator está definida por dos porciones, una porción correspondiente a la superficie exterior del rotor y que tiene sustancialmente el radio del rotor que gira contra ella firmemente, mientras que la otra parte tiene un radio mayor y tiene su eje central desplazado con respecto al eje del rotor para proporcionar el movimiento radial de los pistones. (Menon, 1957)

2.2.2.3.3 Centrifugo. Un compresor centrífugo transforma la energía cinética del medio que fluye a alta velocidad desde el impulsor, para convertirla en energía de presión.

2.2.2.3.4 Scroll. El proceso de compresión del compresor scroll se describe como un proceso de desplazamiento positivo. Aumenta la presión del gas, reduciendo el volumen interno de la cámara de compresión mediante un esfuerzo y las celdas selladas se definen exclusivamente por el movimiento orbital.

2.2.2.4 Condensación. Es el proceso en el cual se mezcla el refrigerante con el vapor a alta presión, procedente del compresor, este entra en el condensador que se encuentra a menor temperatura para su posterior circulación en forma de líquido refrigerante. (Mas, 2011)

Este proceso lo realiza una maquina condensadora que se encuentra en el exterior, su función es facilitar la condensación a través del uso de un ventilador o implementando un circuito cerrado de agua, gracias a estos elementos se produce el enfriamiento.



Figura 3. Unidad condensadora

Nota. Estación de unidad condensadora para operar en ambientes con temperaturas elevadas.

(EGTI, 2019)

2.2.3 Elementos del ciclo refrigerante. En este ciclo encontramos diferentes elementos indispensables para la adecuada función de estos circuitos los cuales son:

2.2.3.1 Refrigerante. Sustancia que actúa como agente de enfriamiento, con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Mediante cambios de presión y temperatura absorben calor en un lugar y lo disipa en otro mediante un cambio de líquido a gas y viceversa.

(Nieto, 2018)



Figura 4. Refrigerante

Nota. Refrigerantes de acuerdo a cada una de las necesidades, (congelación, conservación, aire acondicionado). (REFRIGERACIONCYC, 2016)

2.2.3.2 Bomba Centrífuga. Tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. Por lo tanto, la bomba centrífuga convierte la energía con la que es accionada, en este caso mecánica, en energía hidráulica o de movimiento. (INOXMIN, 2018)



Figura 5. Bomba Centrífuga

Nota. Esquema de bomba centrífuga horizontal. (MOTOREX, 2017)

2.2.3.3 Válvula de control. Una válvula de control regula un fluido en circulación, ya sea gas, vapor, agua o compuestos químicos para compensar las alteraciones de carga y mantener la

variable regulada del proceso lo más cercana posible al punto de ajuste deseado. (EMERSON, 2021)



Figura 6. Válvulas De Control

Nota. Esquema válvulas de control de un sistema (VALFONTA, 2018)

2.2.4 Clasificación del ciclo de refrigeración. Se clasifica en dos tipos:

2.2.4.1 Expansión directa. Este sistema se caracteriza por que envía el calor o el frío, del interior hacia el exterior, siendo el refrigerante el encargado de absorberlo, dependiendo si va a proporcionarnos frío o calor el refrigerante se condensa o evapora. Con este sistema podemos reducir al mínimo las pérdidas de rendimiento dadas por tomas de calor de cañerías, pérdidas de presión en las mismas, y principalmente por enfriamiento indirecto.

A continuación, en la Figura 7 se muestran las características y componentes de este proceso.

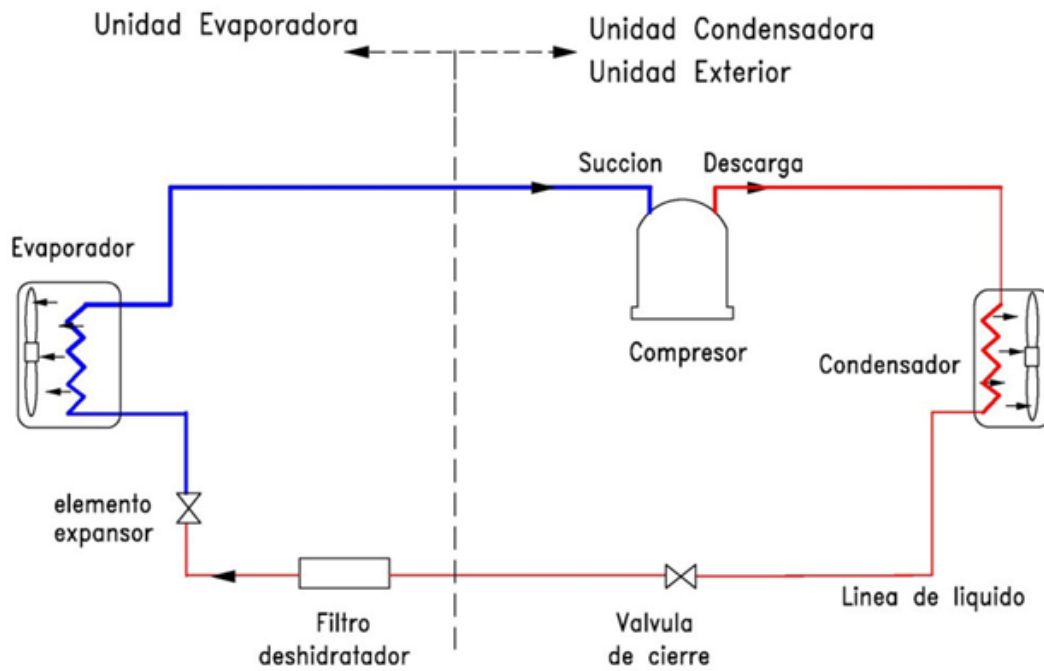


Figura 7. Ciclo de expansión directa

Nota. Esquema del ciclo de expansión directa hacia unidad condensadora. (EGTI, 2017)

2.2.4.2 Expansión indirecta (Agua fría/ Chiller). El gas refrigerante se almacena en la zona donde se genera el frío, en este punto se transfiere la potencia de refrigeración al fluido utilizado, mediante un intercambiador de calor. El fluido, impulsado por un sistema de bombeo, se transporta a los dispositivos finales tales como aero enfriadores, intercambiadores, serpentines de tanques.

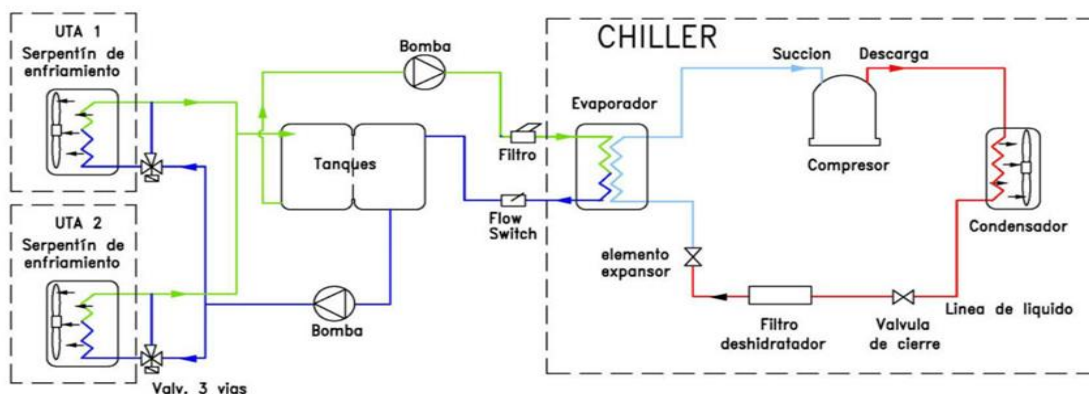


Figura 8. Ciclo expansión indirecta

Nota. Esquema del ciclo de expansión indirecta en agua fría hacia chiller. (EGTI, 2017)

Se recomienda que existan bombas de contingencia, y que el circuito de agua se encuentre dividido en primario y secundario, de modo que el caudal de agua del chiller esté garantizado, y las variaciones de caudal en el proceso se manejen con otras bombas y el uso del tanque de agua.

2.2.5 Aire acondicionado. Los sistemas de aire acondicionado rigen su funcionamiento bajo el ciclo frigorífico. Un sistema de aire acondicionado no genera aire frío, sino que extrae el calor del aire de la zona que se quiera climatizar. Dichos sistemas se utilizan para controlar la temperatura en un espacio; unas de sus ventajas son: control de temperatura, control de salida de aire, eliminación de la humedad del ambiente, la circulación y limpieza de aire. (SENER, s.f.).

En el mercado encontramos diferentes opciones las cuales se adaptan a la necesidad del usuario.

2.2.5.1 Sin ductos. Los equipos de climatización de alta eficiencia energética sin ductos representan una gran ventaja económica para los usuarios finales, mientras que para los técnicos su instalación suele ser mucho más sencilla.

Dentro de esta categoría encontramos los siguientes sistemas:

2.2.5.1.1 Aire acondicionado Split. Es uno de los sistemas de climatización más utilizados en la actualidad. Está conformado por una unidad interior “Evaporadora”. La instalación que requiere también de una unidad exterior “Condensadora”. La unidad interior lleva filtro de aire, evaporador (serpentín de refrigeración) y ventilador y la unidad exterior está compuesta por compresor, condensador, ventilador para la refrigeración del condensador y el dispositivo de expansión. Si el montaje cuenta con varias unidades, hablaríamos de un sistema MultiSplit.



Figura 9. Aire acondicionado Split

Nota. Esquema de los componentes de un aire acondicionado Split. (CALORYFRIO, 2021)

2.2.5.1.2 Aire acondicionado de cassette. Tipo de unidad para instalación en techo. Las unidades de aire acondicionado cassette son unidades que pueden trabajar con sistemas de expansión directa, y sistemas indirectos, sistemas hidrónicos. Los encontramos en diferentes tamaños, formas, potencias. Se encuentran en diferentes instalaciones, aunque la más habitual es el sector terciario: oficinas, locales comerciales, bares-restaurantes ya que es una alternativa sencilla, funcional y estética. (Antolín, 2021)



Figura 10. Aire acondicionado tipo cassette

Nota. Esquema de los componentes de un aire acondicionado tipo cassette. (SOLUTEKLA, 2018)

2.2.5.1.3 Aire acondicionado portátil. Los aires acondicionados portátiles, son máquinas que emiten aire frío sin instalación que concentra en un mismo aparato la unidad interior y exterior por lo que resultan muchísimo menos eficientes. Este ciclo resulta poco eficiente ya que parte del aire que la maquina ha hecho el esfuerzo de enfriar, termina de nuevo en la calle.



Figura 11. Aire acondicionado portátil

Nota. Esquema de un aire acondicionado tipo portátil. (SOLUTEKLA, 2018)

2.2.5.1.4 Unidades de ventana. El aire acondicionado de ventana es un sistema de climatización mono bloque, es decir, todas sus partes están diseñadas en una sola unidad. Cumple el mismo principio de refrigeración explicado anteriormente, por cuestiones de diseño no es uno de los más eficientes a la hora de climatizar un recinto.



Figura 12. Aire acondicionado de venta

Nota. Esquema de aire acondicionado de ventana. (AIREACONDICIONADOTOTAL, 2022)

2.2.5.2 Con ductos. Una instalación de aire acondicionado por conductos, es un sistema centralizado que se compone de unos equipos de distribución del aire, que se realiza a través de una serie de tubos instalados en el cielo falso de la vivienda o local. Una de sus mayores ventajas, por lo tanto, es que resulta prácticamente invisible estéticamente: tan sólo se visualizan las rejillas de impulsión del aire en el techo o pared. (Antolín, 2021)

2.2.5.2.1 ROOFTOP. Equipo de climatización de tamaño compacto. Son equipos de expansión directa que cumplen la función de climatizar y ventilar un espacio interior cerrado.

La característica principal del ROOFTOP es que dentro de la misma unidad se puede generar calor o frío. El ROOFTOP se divide en dos partes. Una de ellas cumple la función de generar el calor o el frío para el tratamiento térmico del aire de mezcla entre caudal de ventilación y recirculación.

También hay una parte cuya función es el anclaje de los conductos de impulsión, retorno y las aperturas para la aspiración y expulsión aire exterior. (SYSTEMAIR, 2020)

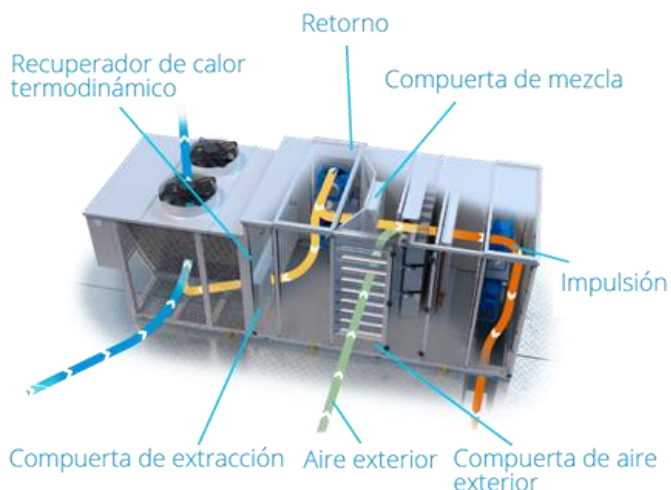


Figura 13. Equipo ROOFTOP

Nota. Esquema de las partes de un equipo ROOFTOP tipo UATYA-BFC3Y1 versión de 3 compuertas con aire nuevo y extracción integrado. (DAIKIN, 2020)

2.2.5.2 Unidades separadas comerciales. Son sistemas de aire acondicionado que constan de dos unidades, una exterior (condensador) y otra interior (evaporador). En esto se parecen a los sistemas tipo Split. La diferencia entre ellos es que las Unidades Separadas Comerciales, son más potentes, tienen la capacidad de tomar aire del exterior para renovación y de realizar la distribución del aire a través de conductos (ventiladores preparados para vencer la fricción del aire cuando circula por los conductos). De manera similar a las unidades Roof Top, la calefacción se realiza por medio de calefactores a gas o eléctricos, que calientan el aire en los conductos de impulsión. (seiffe, 2011)



Figura 14. Equipo de unidades separadas comerciales

Nota. Esquema de sistemas separados para ductos. (REFRIMATICA, 2020)

2.2.5.2.3 *Fan-coil*. Es un emisor de frío y calor que se utiliza en sistemas de climatización, se diferencia de los otros métodos en que el evaporador en vez de aire, se hace pasar agua, que es enfriada por el refrigerante. Por tanto, necesitan un productor de agua caliente o fría, mientras que los otros sistemas utilizan gas. Un Fan-coil cuenta de filtro, ventilador, serpentín para circulación de agua caliente o fría, bandeja recolectora de agua de condensado y rejillas de entrada y salida de aire. (seiffe, 2011)

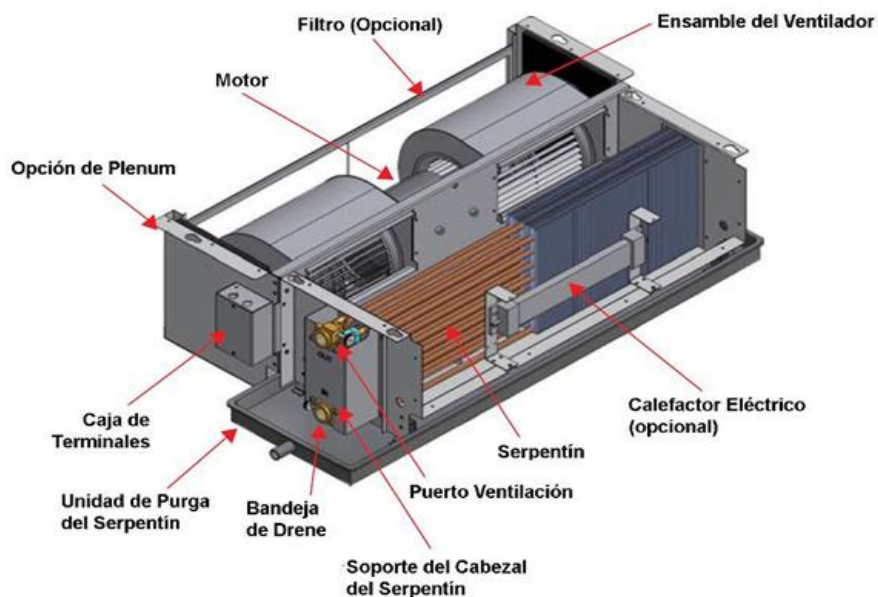


Figura 15. Fan-coil

Nota. Esquema de las partes de un fan-coil de ventilador centrifugo. (DOCPLAYER, 2016)

2.2.5.2.4 *UMA (Unidad manejadora de aire)*. Es una máquina que por sí misma no genera calor ni frío, depende del suministro de un Boiler o caldera para servicio de agua caliente o Chiller para servicio de agua fría. En este proceso también entra aire del exterior o procedente del retorno, este aire pasa a través de filtros debidamente seleccionados, impulsado con un motor-ventilador, que lo envía a través de intercambiadores de calor y que consisten en serpentines de cobre con aletas por los cuales circula agua. A través de ductos se envía el aire a las áreas a enfriar, las temperaturas a la llegada al usuario deben tener un rango entre 20 a 25°C, de acuerdo a los requerimientos de confort. (Moratto V. , 2017)

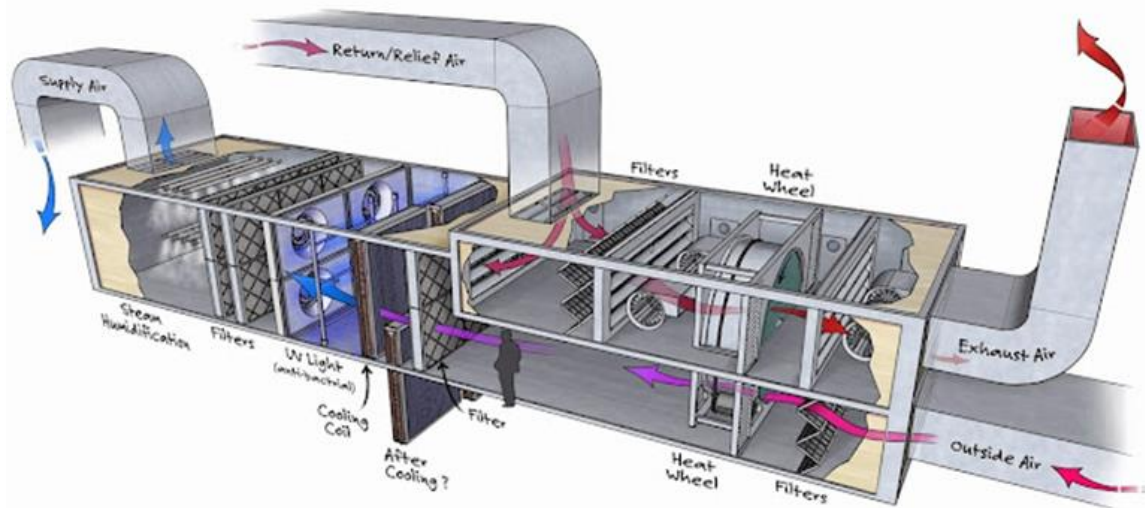


Figura 16. Unidad manejadora de aire

Nota. Esquema de un sistema de unidad de manejo de aire. (Valdemar Moratto, 2017)

2.2.5.2.5 *Sistemas VRF*. Estos sistemas ajustan la cantidad de calor que se absorbe o se disipa según la necesidad de cada zona o local del edificio acondicionado. Una característica principal de estos sistemas es poder controlar el caudal de refrigerante y en consecuencia a esto, controla la potencia frigorífica o calorífica que puede dar y por lo tanto, la temperatura de cada recinto a climatizar. Son sistemas de climatización con gran eficiencia ideales para la climatización de edificios y grandes locales comerciales.

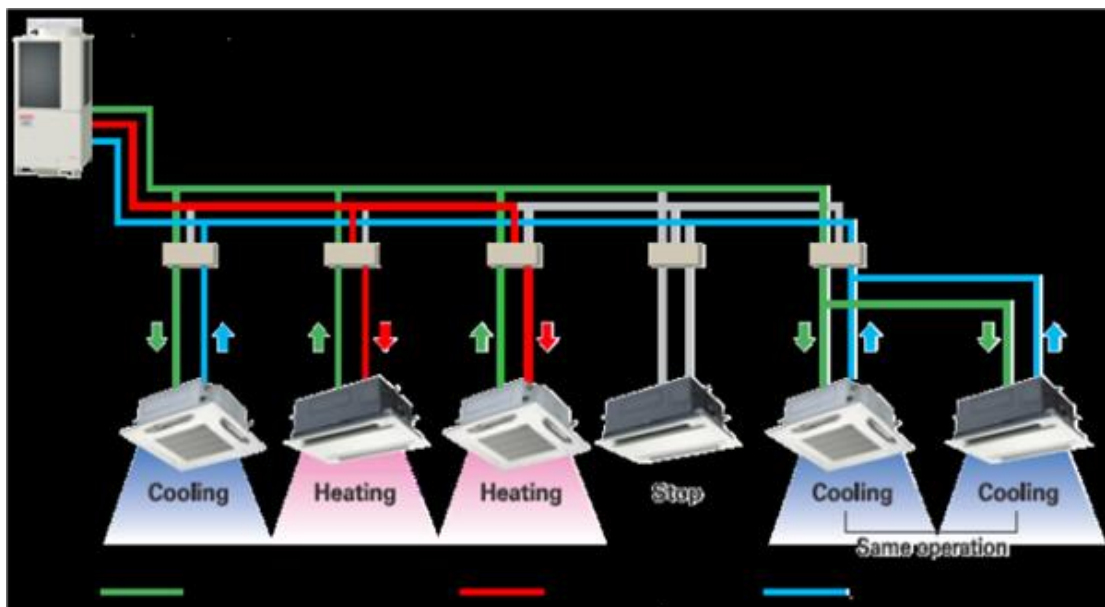


Figura 17. Sistema VRF

Nota. Esquema de un sistema VRF de climatización industrial. (ALITER, 2019)

2.2.5.2.6 *Chiller*. Es un equipo de climatización usado en grandes instalaciones debido a la capacidad que tienen de acondicionar agua, según lo requiera el inmueble. Se dice que estos equipos son una excelente opción para aplicaciones de aire acondicionado u otros procesos de enfriamiento. En la siguiente ilustración se puede observar el ciclo básico de refrigeración por compresión de vapor.

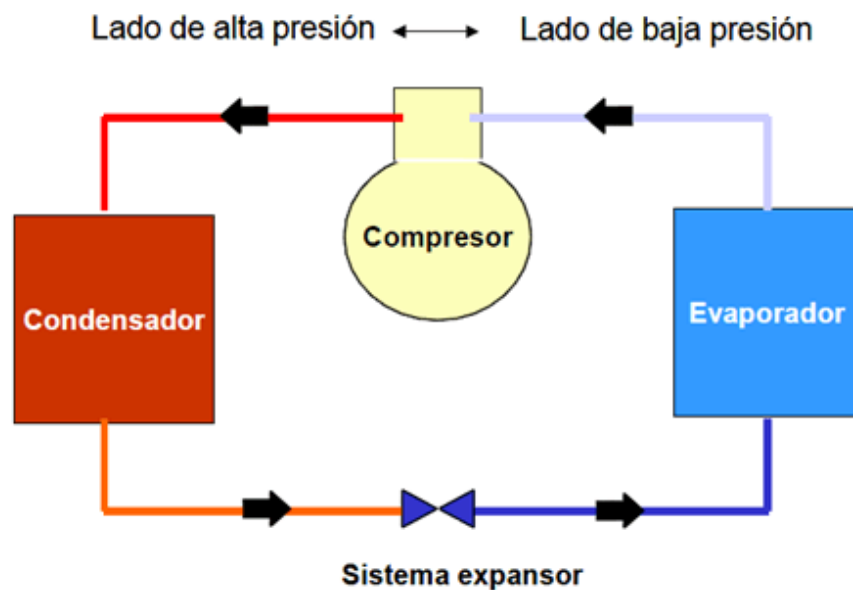


Figura 18. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Nota. Esquema de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. (AMRANDADO, 2021)

Los Chillers enfrían agua extrayéndole calor. Se diferencian en, la forma en la que rechazan ese calor. De tal manera que en dependencia de la forma como se deshacen de ese calor se pueden clasificar en: Condensados por aire y condensados por agua.

2.2.5.2.6.1 Condensados por agua. El chiller está conformado por un circuito de refrigeración convencional donde el sistema de compresión cuenta con cuatro componentes básicos, evaporador, compresor, condensador, y válvula de expansión.



Figura 19. Chiller condensado por agua

Nota. Chiller centrifugo de la Clínica Medical Duarte.

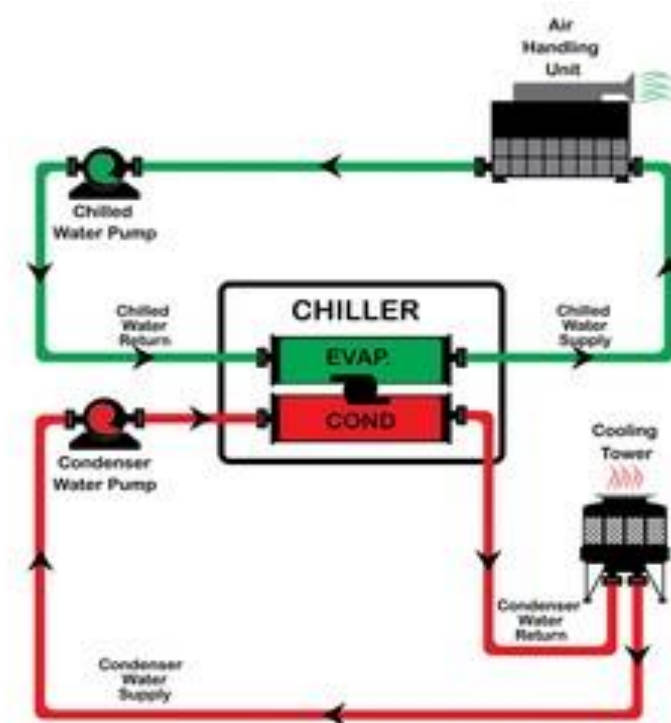
Al arrancar el equipo, el compresor succiona refrigerante desde el evaporador, y procede a bajar la presión. Como el refrigerante que pasa por el evaporador está a una menor presión, también se encuentra a baja temperatura, esto le permite enfriar el agua que pasa muy cerca. Dentro de un cascaron se encuentra el evaporador, y un conjunto de tuberías por donde pasa el agua que será enfriada. Estos dos fluidos nunca entran en contacto, debido a que el calor del agua pasa al refrigerante de menor temperatura del evaporador, de esa manera el agua ahora es helada, y el refrigerante en cambio pasa del estado líquido a gaseoso.

Seguidamente el agua helada se distribuye a los edificios a enfriar, donde el refrigerante es llevado por el compresor hasta el condensador, pero ahora a alta presión, el refrigerante llega al condensador con alta presión y temperatura, donde es enfriado por un caudal de agua a temperatura ambiente.

Luego, el refrigerante entra al condensador donde disipa el calor en el agua a temperatura ambiente, de esa manera el gas retorna nuevamente a su estado de líquido, de esta manera el líquido sale del condensador a temperatura ambiente; mientras tanto el agua que paso por el condensador sale hacia una torre de enfriamiento, donde es acondicionada para retornar al condensador del chiller y ser reutilizada, el agua del condensador sale de la torre de enfriamiento a temperatura ambiente. (Mora, 2021)

A continuación, se muestra en la ilustración 20 el ciclo de refrigeración condensado por agua.

Figura 20. Chiller condensado por agua



Nota. Esquema de un chiller condensado de agua. (INGENIUS, 2019)

2.2.5.2.6.2 *Condensado por aire.* El chiller enfriado por aire es una máquina destinada al enfriamiento de agua, que consta de un ciclo de refrigeración a compresión, su condensador es enfriado por el aire impulsado por potentes ventiladores que se encuentran en la parte superior de la carcasa.



Figura 21. Chiller condensado por aire

Nota. Chiller condensado por aire serie AQUASNAP® 30RB. (CARRIERCCA, 2021)

Este equipo es un intercambiador de calor, donde el calor del proceso que adquirió el refrigerante se disipa al aire de su alrededor. Este calor es generado por el vapor a alta temperatura y alta presión, y reduce su temperatura hasta que el vapor se condensa en líquido. Un ventilador centrífugo o ventiladores accionados por motor generan flujo de aire a través del condensador. (Moratto, 2017)

En la Figura 22 se muestran los componentes del ciclo de un chiller condensado por aire.

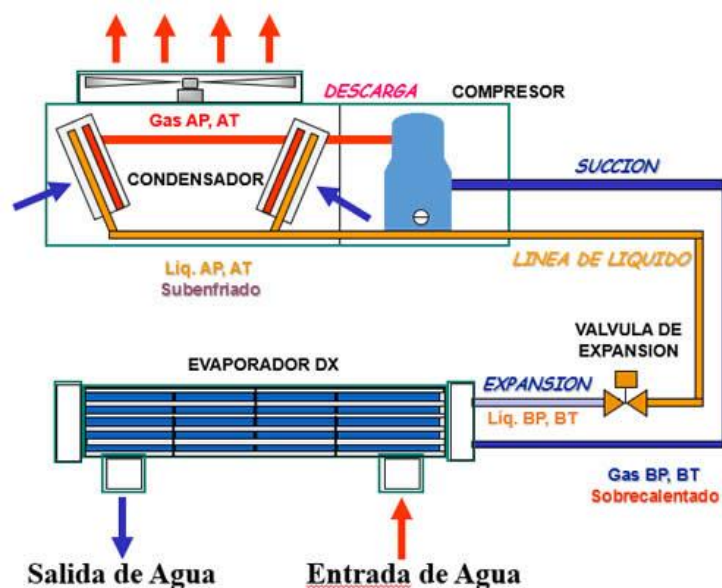


Figura 22. Ciclo chiller condensado por aire

Nota. Esquema de un chiller condensado por aire. (SKYCHILLERS, 2021)

2.2.6 Enfriamiento Evaporativo. Un sistema de enfriamiento evaporativo se rige bajo el principio de la física que consiste en la evaporación del contenido de agua de cierto volumen de aire, basándose en la transferencia del calor del aire a tratar con el calor contenido en el volumen del agua de contacto. Esto produce una evaporación del agua que pasa a través de los paneles hacia el aire de paso a tratar, que causa a su vez una caída de temperatura y un aumento de la humedad de ese volumen de aire. (Fernández, 2012)

2.3 Marco Contextual

Es importante considerar que un sistema de refrigeración en óptimas condiciones le permitirá a la Clínica Medical Duarte prestar un servicio de calidad a las ocho salas de cirujas y un pasillo uci para adultos. El sistema chiller tiene como función principal abastecer de agua fría a las UMA encargadas de manejar el aire frío y distribuirlo de forma eficiente en las áreas seleccionadas. Generando condiciones aptas para realizar cualquier procedimiento que la entidad prestadora de salud necesite.

El sistema de respaldo entrara en funcionamiento si se llegara a presentar alguna falla en el chiller principal, manteniendo activo el sistema de las 24 horas del día.

2.4 Marco Legal

Estándar 170-2017 ANSI/ASHRAE/ASHE “VENTILATION OF HEALTH CARE FACILITIES” ANSI/ASHRAE 15-2013 Norma de seguridad para sistemas de refrigeración Estándar ASHRAE 62.1. “Calidad de aire interior en edificios”.

Norma UNE 100.713 “Instalaciones de acondicionamiento de aire en Hospitales”

Ley nacional de infraestructura hospitalaria (Resolución 4445)

NORMA ASHRAE 203-2014, ¿COMO ENFRIAR ADECUADAMENTE UN EDIFICIO?
UNE 100180 – Requisitos mínimos exigibles a las unidades de tratamiento de aire según la Norma UNE-EN 1886.

La ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION, AND AIR-CONDITIONING) UNE 100713:2005 – Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.

ACAIRE -Ha venido promoviendo y actualizando el uso de normas, códigos y reglamentos, que conducen a sistemas de alta eficiencia, cuidado del medio ambiente, cumplimiento de los

parámetros de diseño, sobretodo temas como el de la calidad del aire en el interior. ASHRAE, en este aspecto hace una maravillosa labor escribiendo guías, estándares y hasta unos en lenguaje de código que luego serán de obligatorio cumplimiento.

2.5 Marco Administrativo

2.5.1 Recursos humanos

Autores del proyecto	Camilo Acosta Peñaloza
Director del proyecto	Ing. Jorge Eduardo Granados Granadosq
Codirector	Ing. Cesar Javier Claro López

3. Diseño metodológico

3.1 Enfoque y tipo de investigación

Este trabajo de grado tuvo un enfoque descriptivo y experimental. “Un estudio descriptivo selecciona una serie de sucesos, conceptos o variables y se cuantifica cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno” (Cazau, 2006). En un enfoque experimental el autor manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente) (Atenea, pág. 5).

Siguiendo dichos enfoques el proyecto se realizará en las instalaciones de la Clínica Medical Duarte, donde se busca implementar un diseño del chiller de respaldo para las ocho salas de cirugía y pasillo UCI. Dicho diseño será regido bajo conocimientos anteriormente adquiridos por la investigación y recolección de información dentro de sus instalaciones.

3.2 Fuentes de información

3.2.1 Fuentes primarias. Conocimientos brindados por el coordinador de mantenimiento de la clínica Medical Duarte ZF S.A.S, Manuales de los fabricantes, norma ASHRAE y libros de refrigeración y ventilación.

3.2.2 Fuentes secundarias. Proyectos de grado, artículos científicos relacionados con el tema del proyecto.

3.3 Desarrollo Metodológico

1. Conocer las condiciones climáticas y las propiedades del aire requeridas en el recinto.
2. Con base en las fichas técnicas de los equipos identificar la carga térmica de cada una de las UMA
3. Reconocer el sistema de distribución de agua helada existente y seleccionar las bombas adecuadas para el proceso.
4. Selección del chiller.
5. Redacción del proyecto.
6. Correcciones y entrega del proyecto final.

4. Análisis y resultados y generales

4.1 Cálculos y recolección de información para la selección del chiller

4.1.1 Determinación de carga térmica. Para obtener los valores de cargas térmicas en toneladas de refrigeración “TR” del sistema que se encuentra actualmente en funcionamiento en las salas de cirugía, pasillo UCI adultos y sala de esterilización seleccionadas en la clínica Medical Duarte, nos dirigimos al catálogo de los fabricantes de dichas unidades manejadoras de aire (YORK y TECAM), donde encontramos todas las especificaciones de estos equipos, incluyendo la potencia frigorífica de cada uno de ellos. Con estos valores se realiza la Tabla 1 donde clasifican cada uno de los servicios y su respectiva carga térmica en toneladas de refrigeración.

Tabla 1. Potencia frigorífica por servicio

	SERVICIO	TR
UMAS Oriental	Esterilización	7
	Quirófano 6	6
	Quirófano 5	7
	Quirófano 4	6
	UCI	11
UMAS Occidental	Quirófano 1	7
	Quirófano 2	8
	Quirófano 3	8
	TOTAL	60

Nota. Información obtenida de la base de datos Clínica Medical Duarte ZF S.A.S

Se obtiene un total de 60 toneladas de refrigeración, esta es la potencia de enfriamiento requerida por las unidades manejadoras de aire de los diferentes servicios seleccionados para el desarrollo del proyecto de grado.

4.1.2 Cálculo y selección de bombas centrífugas. Una vez realizada la recolección de datos del sistema, diámetros y longitudes de la red de tuberías, accesorios y de más componentes se requiere encontrar el punto de operación de la bomba, que para un sistema cerrado depende de la caída de presión y del caudal de operación.

En un circuito de agua helada, esta fluye desde un cuarto de máquinas donde se encuentran las bombas centrífugas, el chiller y otros equipos necesarios para realizar la adecuada distribución de la misma. En este capítulo se realizan los cálculos para determinar las pérdidas de presión generadas en el sistema.

4.1.2.1 Pérdidas. En los sistemas hidráulicos existen dos tipos de pérdidas, las pérdidas primarias o por fricción en tubería y las pérdidas secundarias o por accesorios. Para estos sistemas se debe tener en cuenta también la caída de presión ejercida por los equipos de climatización “Chiller y UMAS”.

En la siguiente ecuación se contemplan las posibles pérdidas de presión que se tienen en el sistema

$$PT = h_f + h_{acc} + h_{uma} + h_{Chiller}$$

PT= Pérdidas totales de presión

h_f =Pérdidas por fricción en columna de agua

h_{acc} =Pérdidas por accesorios

h_{uma} = Pérdidas por unidades manejadoras de aire

$h_{Chiller}$ = Caída de presión en el evaporador del chiller

4.1.2.1.1 *Pérdida primarias.* Estas pérdidas se producen cuando el fluido entra en contacto con la superficie de la tubería, provocando que rocen unas capas con otras (flujo laminar) o de partículas de fluidos entre sí (flujo turbulento). (Mataix, 1986).

En la actualidad la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S cuenta con una red de tuberías de agua helada en poli-cloruro de vinilo “PVC” pre-aislada, con el fin de reducir las pérdidas por condensación, en la Figura 23 se pueden identificar las líneas de tubería de agua fría, retorno y la ubicación de las unidades manejadoras de aire.



Figura 23. Plano del piso 3 de la tubería agua fría y retorno

Nota. Esquema de las líneas de tuberías y la ubicación de las unidades de manejo del aire, en los anexos se encuentra el plano con todas las especificaciones, se recomienda imprimir en formato A1 para poder apreciar mejor las especificaciones.

4.1.2.1.1.1 *Calculo de pérdidas por fricción en la tubería.* Esta expresión se deriva de la ecuación de pérdida de presión según Hazen & Williams.

$$hf = \Delta\rho * L_{Tub}$$

Descripción:

Δp = Factor de fricción según Hazen & Williams a partir del caudal y el diámetro en cada tramo, se obtiene de la Figura 24 de pérdida de presión.

L_{Tub} = Longitud de la tubería PVC pre aislada en metros.

El rango de presión de trabajo seleccionado para este proyecto es RDE 21

Pérdida de Presión

Según la ecuación de Hazen & Williams $hf = 10,64 \frac{LQ^{1.85}}{D^{4.87} C^{1.49}}$ hf : pérdidas por fricción en columna de agua, m D : diámetro interno de la tubería, m L : longitud de la tubería, m Q : Caudal en m³/s C : coeficiente que depende del materia de la tubería

Pérdidas por Fricción m/m										Pérdidas por Fricción m/m													
	1/2" RDE		3/4" RDE		1" RDE		1.1/4" RDE		1.1/2" RDE		2" RDE		2.1/2" RDE		3" RDE		4" RDE		6" RDE				
Q m ³ /s	9	13.5	11	21	13.5	21	21	21	21	21	26	21	26	21	26	32.5	41	21	26	32.5	41	21	26
0,1	0,0188	0,0184	0,0050	0,0034	0,0014	0,0010																	
0,2	0,0679	0,0663	0,0180	0,0122	0,0049	0,0037																	
0,3	0,1437	0,1404	0,0380	0,0257	0,0104	0,0078	0,0025	0,0022															
0,4	0,2448	0,2391	0,0648	0,0438	0,0177	0,0133	0,0043	0,0033															
0,5	0,3698	0,3613	0,0979	0,0662	0,0267	0,0201	0,0064	0,0047															
0,6	0,5182	0,5062	0,1371	0,0928	0,0374	0,0281	0,0090	0,0062	0,0021	0,0019													
0,7	0,6892	0,6733	0,1824	0,1235	0,0497	0,0374	0,0120	0,0079	0,0027	0,0024													
0,8	0,8823	0,8619	0,2335	0,1581	0,0637	0,0479	0,0154	0,0099	0,0033	0,0030													
0,9	1,0972	1,0718	0,2904	0,1965	0,0792	0,0595	0,0191	0,0120	0,0041	0,0037													
1,0	1,3333	1,3024	0,3529	0,2388	0,0962	0,0723	0,0232	0,0143	0,0048	0,0044	0,0019	0,0017											
1,1	1,5904	1,5536	0,4209	0,2949	0,1148	0,0863	0,0277	0,0168	0,0057	0,0051	0,0022	0,0020											
1,2	1,8681	1,8249	0,4944	0,3346	0,1348	0,1013	0,0325	0,0195	0,0066	0,0060	0,0026	0,0023											
1,3			0,5733	0,3880	0,1563	0,1175	0,0377	0,0223	0,0075	0,0068	0,0030	0,0027											
1,4			0,6576	0,4451	0,1793	0,1348	0,0432	0,0254	0,0086	0,0078	0,0034	0,0031											
1,5			0,7471	0,5057	0,2037	0,1531	0,0491	0,0286	0,0097	0,0088	0,0038	0,0034	0,0015	0,0013	0,0012	0,0003							
1,6			0,8418	0,5698	0,2295	0,1725	0,0554	0,0320	0,0108	0,0098	0,0043	0,0039	0,0016	0,0015	0,0014	0,0004							
1,7			0,9417	0,6374	0,2568	0,1930	0,0619	0,0356	0,0120	0,0109	0,0047	0,0043	0,0018	0,0017	0,0015	0,0004							
1,8			1,0468	0,7085	0,2854	0,2145	0,0688	0,0393	0,0133	0,0120	0,0052	0,0047	0,0020	0,0018	0,0017	0,0005							
1,9			1,1569	0,7830	0,3155	0,2371	0,0761	0,0432	0,0146	0,0132	0,0058	0,0052	0,0022	0,0020	0,0018	0,0005							
2,0			1,2720	0,8610	0,3469	0,2607	0,0836	0,0515	0,0174	0,0158	0,0069	0,0062	0,0026	0,0024	0,0022	0,0006							
2,2					0,4137	0,3110	0,0998	0,0605	0,0205	0,0185	0,0081	0,0073	0,0031	0,0028	0,0026	0,0007							
2,4					0,4860	0,3653	0,1172	0,0702	0,0237	0,0215	0,0094	0,0085	0,0036	0,0033	0,0030	0,0008	0,0011	0,0010	0,0009	0,0008			
2,6					0,5636	0,4236	0,1359	0,0805	0,0272	0,0246	0,0107	0,0097	0,0041	0,0037	0,0034	0,0009	0,0012	0,0011	0,0010	0,0009			
2,8					0,6464	0,4858	0,1559	0,0915	0,0309	0,0280	0,0122	0,0110	0,0047	0,0042	0,0039	0,0011	0,0014	0,0012	0,0012	0,0011			
3,0					0,7344	0,5519	0,1771	0,1217	0,0411	0,0372	0,0162	0,0147	0,0062	0,0057	0,0052	0,0014	0,0018	0,0017	0,0015	0,0014			
3,5					0,9767	0,7341	0,2355	0,1558	0,0526	0,0477	0,0208	0,0188	0,0080	0,0072	0,0067	0,0018	0,0023	0,0021	0,0020	0,0018			
4,0							0,3015	0,1937	0,0655	0,0593	0,0258	0,0233	0,0099	0,0090	0,0083	0,0023	0,0029	0,0026	0,0024	0,0023			
4,5							0,3749	0,2354	0,0795	0,0720	0,0314	0,0284	0,0120	0,0109	0,0101	0,0028	0,0035	0,0032	0,0030	0,0028			
5,0							0,4556	0,2908	0,0949	0,0859	0,0374	0,0338	0,0144	0,0130	0,0120	0,0033	0,0042	0,0038	0,0035	0,0033			
5,5							0,5435	0,3298	0,1114	0,1010	0,0440	0,0397	0,0169	0,0153	0,0141	0,0039	0,0050	0,0045	0,0041	0,0039			
6,0							0,6384	0,3824	0,1292	0,1171	0,0510	0,0461	0,0196	0,0178	0,0164	0,0045	0,0057	0,0052	0,0048	0,0045	0,0009	0,0008	
6,5								0,4386	0,1482	0,1343	0,0585	0,0529	0,0224	0,0204	0,0188	0,0052	0,0066	0,0060	0,0055	0,0052	0,0010	0,0009	
7,0								0,4984	0,1684	0,1525	0,0664	0,0601	0,0255	0,0231	0,0213	0,0059	0,0075	0,0068	0,0063	0,0059	0,0011	0,0010	
7,5									0,1898	0,1719	0,0748	0,0677	0,0287	0,0261	0,0240	0,0066	0,0084	0,0077	0,0071	0,0066	0,0013	0,0012	
8,0									0,2123	0,1923	0,0837	0,0757	0,0321	0,0292	0,0269	0,0074	0,0094	0,0086	0,0079	0,0074	0,0014	0,0013	
8,5									0,2360	0,2137	0,0931	0,0842	0,0357	0,0324	0,0299	0,0082	0,0105	0,0095	0,0088	0,0082	0,0016	0,0014	
9,0									0,2608	0,2362	0,1029	0,0930	0,0395	0,0358	0,0330	0,0091	0,0116	0,0105	0,0097	0,0091	0,0018	0,0016	

Figura 24. Factor de fricción Hazen & Williams para tubería PVC

Nota. Esquema de pérdidas de fricción. Tomado del manual técnico para tubo de sistemas a presión PVC, PAVCO.

4.1.2.1.1.2 Determinación del caudal. El caudal de agua fría está relacionado con la capacidad de enfriamiento de los equipos, se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$H = q \cdot p \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Descripción:

$$H = q * \left(\frac{gal}{min}\right) \left(\frac{60min}{1h}\right) * 8.33 \left(\frac{lb_m}{gal}\right) * \left(\frac{1Btu}{lb_m * (^{\circ}F)}\right) , \quad Btu/h$$

$$q = \text{Caudal de agua} \left(\frac{gal}{min}\right)$$

$$p = 1 \text{ galon de agua pesa } 8.33lb_m$$

$$H = 500 * q * \Delta T, Btu/h|$$

El caudal que mueve la bomba de agua se calcula con la siguiente expresión, reemplazando el valor de q disipado en BTU obtenido como resultado en la Tabla 1.

$$q \left(\frac{gal}{min}\right) = \left(\frac{qDisipado}{500 * \Delta T}\right)$$

Descripción:

$$qDisipado = \text{Calor disipado en BTU "60 tons (rt) = 720000 btu/h".}$$

$$\Delta T = \text{Diferencial de temperatura del chiller.}$$

$$q = \left(\frac{720000}{500 * 10}\right) = 144 \left(\frac{gal}{min}\right) = 9.05 \left(\frac{L}{s}\right)$$

4.1.2.1.1.3 Pérdidas en cuarto de máquinas.

Tabla 2. Pérdidas en cuarto de maquinas

Parámetros del tramo	Pérdidas del tramo
Tubería principal	
Diámetro: 4 pulg Caudal: 9 L/s	$hf = (0,0116 * 60m)$ $hf = 0.696mH2O$

Nota. Relación del cálculo en cuarto de máquinas del sistema.

4.1.2.1.1.4 Pérdidas en descarga.

Tabla 3. Pérdidas en descarga.

Parámetros del tramo	Pérdidas del tramo
Esterilización	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,059 L/s	$hf = (0,0168 * 2,30m)$ $hf = 0,0360mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ Pulg Caudal: 8,026 L/s	$hf = (0,0837 * 4,8m)$ $hf = 0,4017mH2O$
Línea A	
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 4,535 L/s	$hf = (0,0314 * 6.4m)$ $hf = 0,200mH2O$
Sala cirugía 6	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 0,908 L/s	$hf = (0,0120 * 3,80m)$ $hf = 0,0456mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 3,627 L/s	$hf = (0,0208 * 5,80m)$ $hf = 0,120mH2O$

Nota. Relación del cálculo de la pérdida por descarga en el sistema.

Parámetros del tramo	Pérdidas del tramo
Sala cirugía 5	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,059 L/s	$hf = (0,0168 * 6,50m)$ $hf = 0,1092mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 2,568 L/s	$hf = (0,0107 * 9,40m)$ $hf = 0,1005mH2O$
Sala cirugía 4	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 0,908 L/s	$hf = (0,0120 * 5,15m)$ $hf = 0,0618mH2O$
UCI Adultos	

Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,66 L/s	$hf = (0,0320 * 3,75m)$ $hf = 0,12mH2O$
TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL TRAMO	0,7571 mH2O
Línea B	
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 3,479 L/s	$hf = (0,0208 * 12,62m)$ $hf = 0,262mH2O$
Sala cirugía 1	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,059 L/s	$hf = (0,0143 * 6,65m)$ $hf = 0,095mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 2,42 L/s	$hf = (0,0094 * 7,40m)$ $hf = 0,069mH2O$
Sala cirugía 2	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,21 L/s	$hf = (0,0195 * 1,76m)$ $hf = 0,034mH2O$
Sala cirugía 3	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,21 L/s	$hf = (0,0195 * 5,35m)$ $hf = 0,104mH2O$

TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL TRAMO **0,469 mH2O**

Nota. Relación del cálculo de la pérdida por descarga en el sistema.

4.1.2.1.1.5 Pérdidas en retorno

Tabla 4. Pérdidas en retorno

Parámetros del tramo	Pérdidas del tramo
Diámetro: 4 pulg Caudal: 9 L/s	$hf = (0,0116 * 60m)$ $hf = 0,696mH2O$
Esterilización	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1.059 L/s	$hf = (0,0168 * 2,30m)$ $hf = 0.036mH2O$
Línea A	
UCI Adultos	

Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,66 L/s	$hf = (0,0320 * 4,29m)$ $hf = 0,137mH2O$
Sala cirugía 4	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 0,908 L/s	$hf = (0,0120 * 6,95m)$ $hf = 0,083mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 2,568 L/s	$hf = (0,0107 * 9,40m)$ $hf = 0,1005mH2O$
Sala cirugía 5	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,059 L/s	$hf = (0,0168 * 6,50m)$ $hf = 0,1092mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 3,627 L/s	$hf = (0,0208 * 5,80m)$ $hf = 0,120mH2O$
Sala cirugía 6	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 0,908 L/s	$hf = (0,0120 * 3,80m)$ $hf = 0,0456mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 4,535 L/s	$hf = (0,0314 * 5,8m)$ $hf = 0,182mH2O$
TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL TRAMO	0,8113 mH2O

Nota. Relación del cálculo de la pérdida por retorno en el sistema.

Parámetros del tramo	Pérdidas del tramo
Línea B	
Sala cirugía 3	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,21 L/s	$hf = (0,0195 * 5,45m)$ $hf = 0,106mH2O$
Sala cirugía 2	
Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,21 L/s	$hf = (0,0195 * 2m)$ $hf = 0,039mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 2,42 L/s	$hf = (0,0094 * 7,40m)$ $hf = 0,069mH2O$
Sala cirugía 1	

Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 1,059 L/s	$hf = (0,0143 * 5,40m)$ $hf = 0,077mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 3,479 L/s	$hf = (0,0208 * 13,07m)$ $hf = 0,271mH2O$
Diámetro: $2\frac{1}{2}$ pulg Caudal: 9 L/s	$hf = (0,1029 * 4,86m)$ $hf = 0,500mH2O$
TOTAL DE PÉRDIDAS EN EL TRAMO	1,062 mH2O

Nota. Relación del cálculo de la pérdida por retorno en el sistema.

Al conocer los resultados de las pérdidas por fricción en todos los tramos del sistema de tuberías de agua helada y retorno, se determinó que la ruta crítica es decir la que tiene mayor cantidad de pérdidas es (Cuarto de máquinas -Esterilización - Línea A) como se evidencia en la Tabla 5.

Tabla 5. Pérdidas totales por fricción de la ruta crítica (Cuarto de máquinas -Esterilización - Línea A) en la tubería pre-aislada

	PERDIDAS (mH2O)	
	Línea A	Línea B
	0,696+0,0360+0,4017+0,696+ 0,0360+0,7571+0,8113	0,696+0,0360+0,469+0,036+1, 062
Total	3,43 mH2O	2,3 mH2O

Nota. Se relaciona la suma del tramo con mayores pérdidas por fricción en la tubería.

Estas pérdidas primarias son calculadas para una longitud aproximada de tubería de 213,84 metros, los cuales están distribuidos entre la instalación nueva y la que se encuentra en actual funcionamiento.

4.1.2.1.2 *Pérdidas secundarias*. Las pérdidas secundarias son las que tienen lugar en las transiciones, codos, válvulas y otros accesorios en general. Estas pérdidas pueden ser calculadas a través del siguiente método:

Pérdidas dinámicas por la ecuación de Darcy

$$h_{acc} = K_I * \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Descripción:

h_{acc} = La pérdida local de carga hidráulica por accesorio (mH₂O)

K_I = Factor adimensional que depende de la obstrucción en el flujo ver Tabla 6

V = Velocidad del fluido por tramo ($\frac{m}{s}$).

g = Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$).

Tabla 6. Coeficientes para pérdidas de carga localizadas o en accesorios (CONAGUA, 2002)

Pieza, conexión o dispositivo	K_I
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo de corte de 90°	0.90
Codo de corte de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50

Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfalfera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Nota. Tabla tomada de MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

La tasa de flujo volumétrico mide la cantidad de volumen de un fluido que pasa a través de un área, en determinado tiempo.

Se expresa mediante la siguiente ecuación que se deriva de la ecuación de la continuidad:

$$Q = V * A$$

$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A = \text{Área } m^2$$

$$V = \text{Velocidad} \left(\frac{m}{s} \right)$$

Para calcular el área utilizamos los diámetros internos de la tubería

$$A = \pi * \frac{D^2}{4}$$

D= Diámetro interno de la tubería de PVC pre-aislada

$$D1 \frac{1}{2} = A = \pi * \frac{0,0831^2}{4} = 0,0011m^2$$

$$D2 \frac{1}{2} = A = \pi * \frac{0,0635^2}{4} = 0,0031m^2$$

$$D4 = A = \pi * \frac{0,1016^2}{4} = 0,0081m^2$$

Teniendo el resultado del área interna de la tubería que se va a utilizar, se calcula la velocidad en todos tramos donde cambia el caudal y el diámetro de la tubería

$$V = \left(\frac{Q}{A} \right)$$

En la Tabla 7 encontramos la cantidad de accesorios por tramo de tubería y el valor de las constantes obtenidas de la Tabla 6 de coeficientes de accesorios.

Tabla 7. Accesorios por tramo de tubería

TRAMO	ACCESORIO	DIÁMETRO (in)	KI	CANTIDAD	PÉRDIDA(mH2O)
Cuarto de maquinas	Codo 90°	4	0,4	1	0,024
	Tee salida bilateral	4	1,8	1	0,111
	Válvula de retención	4	2,5	1	0,154
	Válvula de globo	4	10	1	0,616
Suministro	Codo 90°	4	0,4	4	0,098
	Válvula de corte	4	5	2	0,332
	Tee salida bilateral	4	1,8	3	0,333
Esterilización	Codo 90°	1 1/2	0,4	4	0,066
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,206
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,014
TOTAL					1,954 mH2O

Línea A					
Sala de cirugías 6	Codo 90°F	1 1/2	0,4	4	0,053
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,167
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,007
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,011
Sala de cirugías 5	Codo 90°	1 1/2	0,4	4	0,066
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,413
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8	1	0,074
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,011
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,007
Sala de cirugías 4	Codo 90°	1 1/2	0,4	7	0,091
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,167
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8	2	0,120
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,011
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,007
UCI de adultos	Codo 90°	1 1/2	0,4	8	0,336
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,536
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8	1	0,193
	Semicodo	1 1/2	0,2	1	0,021
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,037
TOTAL DE PÉRDIDA POR TRAMO					2,328 mH2O

Nota. Relación de los accesorios por tramo de tubería.

TRAMO	ACCESORIO	DIÁMETRO (in)	Kl		CANTIDAD	PÉRDIDA (mH2O)
	Línea B					
Sala de cirugías 1	Codo 90°	1 1/2	0,4		6	0,099
	Válvula de corte	1 1/2	5		1	0,206
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,0095
	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,014
Sala de cirugías 2	Codo 90°	1 1/2	0,4		4	0,096
	Válvula de corte	1 1/2	5		1	0,303
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,001
	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,021
Sala de cirugías 3	Codo 90°	1 1/2	0,4		5	0,12
	Válvula de corte	1 1/2	5		1	0,30
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,001
	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,0211
	TOTAL DE PÉRDIDAS POR TRAMO					1,1916 mH2O
	Retorno					
Esterilización	Codo 90°	1 1/2	0,4		2	0,016
	Válvula de corte	1 1/2	5		1	0,206
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,009
	Semicodo	1 1/2	0,2		2	0,016
	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,014
	Codo 90°	2 1/2	0,4		1	0,002
TOTAL						0,263 mH2O
	Línea A					
Sala de cirugías 6	Codo 90°	1 1/2	0,4		4	0,241
	Válvula de corte	1 1/2	5		2	0,334
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,004

	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,011
Sala de cirugías 5	Codo 90°	1 1/2	0,4		6	0,096
	Válvula de corte	1 1/2	5		1	0,2
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8		1	0,009
	Reducción drástica	1 1/2	0,35		1	0,014
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8		1	0,074

Nota. Relación de los accesorios por tramo de tubería.

TRAMO	ACCESORIO	DIÁMETRO (in)	KI	CANTIDAD	PÉRDIDA (mH2O)
Línea A					
Sala de cirugías 4	Codo 90°	1 1/2	0,4	8	0,104
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,167
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8	1	0,120
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,011
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,007
UCI de adultos	Codo 90°	1 1/2	0,4	6	0,252
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,536
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,024
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,037
TOTAL DE PÉRDIDA POR TRAMO					2,23 mH2O
Línea B					
Sala de cirugías 1	Codo 90°	1 1/2	0,4	6	0,099
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,026
	Tee salida bilateral	1 1/2	1,8	1	0,074
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,014

	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,0095
Sala de cirugías 2	Codo 90°	1 1/2	0,4	3	0,072
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,303
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,001
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,021
Sala de cirugías 3	Codo 90°	1 1/2	0,4	4	0,096
	Válvula de corte	1 1/2	5	1	0,30
	Tee salida bilateral	2 1/2	1,8	1	0,001
	Reducción drástica	1 1/2	0,35	1	0,021
TOTAL DE PÉRDIDA POR TRAMO					1,03 mH2O

Nota. Relación de los accesorios por tramo de tubería.

4.1.2.1.2.1 Procedimiento y cálculo de pérdidas secundarias

Tabla 8. Pérdidas secundarias

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Cuartos de maquinas	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: 4pulg ✓ Caudal: $0,009 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,009 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0081 \text{ m}^2}\right) = 1,1 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 0,4 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,024 \text{ mH2O}$
	$h_{acc} = 1,8 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,111 \text{ mH2O}$
	$h_{acc} = 2,5 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,154 \text{ mH2O}$
	$h_{acc} = 10 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,616 \text{ mH2O}$
TOTAL DE PÉRDIDAS	0,905 mH2O
Suministro	
<i>Descarga</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ SsDiámetro: 4pulg ✓ Caudal: $0,009 \text{ m}^3/\text{s}$ 	$h_{acc} = 5 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,308 \text{ mH2O}$
	$h_{acc} = 0,4 * (1,1^2/2g)$ $h_{acc} = 0,024 * 4$ $h_{acc} = 0,098 \text{ mH2O}$

	$hacc = 5 * (1,1^2/2g)S$ $hacc = 0,024mH2O$
	$hacc = 1,8 * (1,1^2/2g)$ $hacc = 0,111 * 3$ $hacc = 0,333mH2O$
TOTAL	0,763 mH2O
Esterilización	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001 m^3/s$ 	$hacc = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,016 * 4$ $hacc = 0,066mH2O$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,001m^3/s}{0,0011m^2}\right) = 0,90 m/s$ 	$hacc = 5 * (1,1^2/2g)$ $hacc = 0,206mH2O$
	$hacc = 0,35 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,014mH2O$
TOTAL	0,286mH2O

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundaria en suministro

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Línea A	
Sala de cirugía 6	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0009 m^3/s$ 	$hacc = 0,4 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,013 * 4$ $hacc = 0,053mH2O$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0009m^3/s}{0,0011m^2}\right) = 0,81 m/s$ 	$hacc = 5 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,167mH2O$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0009m^3/s}{0,0031m^2}\right) = 0,29 m/s$ 	$hacc = 1,8 * (0,29^2/2g)$ $hacc = 0,007mH2O$
	$hacc = 0,35 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,011mH2O$
Sala de cirugía 5	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001 m^3/s$ 	$hacc = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,016 * 4$ $hacc = 0,066mH2O$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,001m^3/s}{0,0011m^2}\right) = 0,90 m/s$ 	$hacc = 5 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,206 * 2$ $hacc = 0,413mH2O$

$\checkmark V = \left(\frac{0,001m^3/s}{0,0031m^2}\right) = 0,322 m/s$	$hacc = 1,8 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,074mH2O$
	$hacc = 1,8 * (0,322^2/2g)$ $hacc = 0,009mH2O$
	$hacc = 0,35 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,014mH2O$

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en suministro.

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Sala de cirugía 4	
\checkmark Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg \checkmark Caudal: $0,0009 m^3/s$ $\checkmark V = \left(\frac{0,0009m^3/s}{0,0011m^2}\right) = 0,81 m/s$ $\checkmark V = \left(\frac{0,0009m^3/s}{0,0031m^2}\right) = 0,29 m/s$	$hacc = 0,4 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,013 * 7$ $hacc = 0,091mH2O$
	$hacc = 5 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,167mH2O$
	$hacc = 1,8 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,120mH2O$
	$hacc = 1,8 * (0,29^2/2g)$ $hacc = 0,007mH2O$
	$hacc = 0,35 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,011mH2O$
Uci de adultos	
\checkmark Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg \checkmark Caudal: $0,0016 m^3/s$ $\checkmark V = \left(\frac{0,0016m^3/s}{0,0011m^2}\right) = 1,45 m/s$ $\checkmark V = \left(\frac{0,0016m^3/s}{0,0031m^2}\right) = 0,516 m/s$	$hacc = 0,4 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,042 * 8$ $hacc = 0,336mH2O$
	$hacc = 5 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,536mH2O$
	$hacc = 1,8 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,193mH2O$
	$hacc = 0,2 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,021mH2O$
	$hacc = 0,35 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,037mH2O$
TOTAL DE PÉRDIDAS POR TRAMO	2,328 mH2O

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en suministro.

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Línea B	
Sala de cirugía 1	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001\text{ m}^3/\text{s}$ 	$hacc = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,016 * 6$ $hacc = 0,099\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,90\text{ m/s}$ 	$hacc = 5 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,206\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,322\text{ m/s}$ 	$hacc = 1,8 * (0,322^2/2g)$ $hacc = 0,0095\text{mH2O}$
	$hacc = 0,35 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,014\text{mH2O}$
Sala de cirugía 2	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0012\text{ m}^3/\text{s}$ 	$hacc = 0,4 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,024 * 4$ $hacc = 0,096\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 1,090\text{ m/s}$ 	$hacc = 5 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,303\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,038\text{ m/s}$ 	$hacc = 1,8 * (0,038^2/2g)$ $hacc = 0,001\text{mH2O}$
	$hacc = 0,35 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,0211\text{mH2O}$
Sala de cirugía 3	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1\frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0012\text{ m}^3/\text{s}$ 	$hacc = 0,4 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,024 * 5$ $hacc = 0,12\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 1,090\text{ m/s}$ 	$hacc = 5 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,30\text{mH2O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,038\text{ m/s}$ 	$hacc = 1,8 * (0,038^2/2g)$ $hacc = 0,001\text{mH2O}$
	$hacc = 0,35 * (1,090^2/2g)$ $hacc = 0,0211\text{mH2O}$
TOTAL DE PÉRDIDAS POR TRAMO	1,19 mH2O

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en suministro.

4.1.2.1.2.2 Pérdidas por retorno

Tabla 9. Pérdidas en retorno

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Esterilización	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,90 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,32 \text{ m/s}$ 	$hacc = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,016\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 0,4 * (0,32^2/2g)$ $hacc = 0,002\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 5 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,206\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 1,8 * (0,32^2/2g)$ $hacc = 0,009\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 0,2 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,008 * 2$ $hacc = 0,016\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 0,35 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,014\text{mH}_2\text{O}$
TOTAL	0,263 mH₂O
Línea A	
Sala de cirugía 6	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0009 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0009\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,81 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0009\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,29 \text{ m/s}$ 	$hacc = 0,4 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,060 * 4$ $hacc = 0,241\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 5 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,167 * 2$ $hacc = 0,334\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 1 * (0,29^2/2g)$ $hacc = 0,004\text{mH}_2\text{O}$
	$hacc = 0,35 * (0,81^2/2g)$ $hacc = 0,011\text{mH}_2\text{O}$

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en retorno

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
<i>Sala de cirugía 5</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,90 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,322 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $h_{acc} = 0,016 * 6$ $h_{acc} = 0,096\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 5 * (0,90^2/2g)$ $h_{acc} = 0,20\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 1,8 * (0,90^2/2g)$ $h_{acc} = 0,074\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 1,8 * (0,322^2/2g)$ $h_{acc} = 0,009\text{mH}_2$
	$h_{acc} = 0.35 * (0,90^2/2g)$ $h_{acc} = 0,014\text{mH}_2\text{O}$
<i>Sala de cirugía 4</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0009 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0009\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,81 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0009\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,29 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 0,4 * (0,81^2/2g)$ $h_{acc} = 0,013 * 8$ $h_{acc} = 0,104\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 5 * (0,81^2/2g)$ $h_{acc} = 0,167\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 1,8 * (0,81^2/2g)$ $h_{acc} = 0,120\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 1,8 * (0,29^2/2g)$ $h_{acc} = 0,007\text{mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 0.35 * (0,81^2/2g)$ $h_{acc} = 0,011\text{mH}_2\text{O}$

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en retorno

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Uci de adultos	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0016\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 1,45 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,0016\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,516 \text{ m/s}$ 	$hacc = 0,4 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,042 * 6$ $hacc = 0,252\text{mH2O}$
	$hacc = 5 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,536\text{mH2O}$
	$hacc = 1,8 * (0,516^2/2g)$ $hacc = 0,024\text{mH2O}$
	$hacc = 0.35 * (1,45^2/2g)$ $hacc = 0,037\text{mH2O}$
TOTAL DE PÉRDIDAS POR TRAMO	2,23 mH2O
Línea B	
Sala de cirugía 1	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0011\text{m}^2}\right) = 0,90 \text{ m/s}$ ✓ $V = \left(\frac{0,001\text{m}^3/\text{s}}{0,0031\text{m}^2}\right) = 0,322 \text{ m/s}$ 	$hacc = 0,4 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,016 * 6$ $hacc = 0,099\text{mH2O}$
	$hacc = 5 * (0,322^2/2g)$ $hacc = 0,026\text{mH2O}$
	$hacc = 1,8 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,074\text{mH2O}$
	$hacc = 1,8 * (0,322^2/2g)$ $hacc = 0,0095\text{mH2O}$
	$hacc = 0.35 * (0,90^2/2g)$ $hacc = 0,014\text{mH2O}$

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en retorno

Parámetros del Tramo	Pérdidas por accesorios
Sala de cirugía 2	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0012 \text{ m}^3/\text{s}$ 	$h_{acc} = 0,4 * (1,090^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,024 * 3$ $h_{acc} = 0,072 \text{ mH}_2\text{O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0011 \text{ m}^2} \right) = 1,090 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 5 * (1,090^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,303 \text{ mH}_2\text{O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0031 \text{ m}^2} \right) = 0,038 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 1,8 * (0,038^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,001 \text{ mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 0,35 * (1,090 / 2g)$ $h_{acc} = 0,0211 \text{ mH}_2\text{O}$
Sala de cirugía 3	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diámetro: $1 \frac{1}{2}$ pulg ✓ Caudal: $0,0012 \text{ m}^3/\text{s}$ 	$h_{acc} = 0,4 * (1,090^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,024 * 4$ $h_{acc} = 0,096 \text{ mH}_2\text{O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0011 \text{ m}^2} \right) = 1,090 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 5 * (1,090^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,30 \text{ mH}_2\text{O}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ $V = \left(\frac{0,0012 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0031 \text{ m}^2} \right) = 0,038 \text{ m/s}$ 	$h_{acc} = 1,8 * (0,038^2 / 2g)$ $h_{acc} = 0,001 \text{ mH}_2\text{O}$
	$h_{acc} = 0,35 * (1,090 / 2g)$ $h_{acc} = 0,0211 \text{ mH}_2\text{O}$
TOTAL DE PÉRDIDAS POR TRAMO	1,03 mH₂O

Nota. Relación del cálculo de las pérdidas secundarias en retorno

Tabla 10. Sumatoria de pérdidas secundarias por accesorios de la ruta crítica (Cuarto de máquinas-Esterilización - Línea A) en la tubería pre-aislada

	PERDIDAS (mH2O)	
	Línea A	Línea B
	1,95+2,328+0,263+2,23	1,95++1,19+0,263+1,03
TOTAL	6,78 mH2O	4,43 mH2O

Nota. Se relaciona la suma del tramo con mayores pérdidas por accesorios en la tubería.

4.1.2.1.3 Caída de presión generada por las unidades manejadoras de aire. En las fichas técnicas de los equipos se encuentran los valores de la caída de presión o pérdida que se genera en los tubos del intercambiador de calor (serpentín) cuando el agua realiza su recorrido a través del tubo de inyección de agua y hasta el tubo de salida de agua se genera una pérdida y esta será diferente dependiendo el tipo de equipo. (ANDRADE, 2020). Esta información fue suministrada por el coordinador de mantenimiento de la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S, en la

podemos observar la caída de presión de las manejadoras seleccionadas:

Tabla 11. Pérdidas por unidades de las manejadoras de aire

CAÍDA DE PRESIÓN UMAS	
SERVICIO	PERDIDA (mH2O)
Quirófano 1	0,777
Quirófano 2	0,899
Quirófano 3	0,868

Quirófano 4	0,777
Quirófano 5	0,838
Quirófano 6	0,576
Esterilización	0,914
UCI de adultos	0,874

Nota. Relación de las pérdidas por unidad de los manejadores de aire.

A continuación, se determina la caída de presión que la última unidad manejadora de aire genera sobre la ruta crítica del sistema.

Tabla 12. Caída de presión de la UMA sobre la ruta crítica

UMA RUTA CRITICA	
UCI ADULTOS	0,874 mH₂O

4.1.2.1.4 *Caída de presión del chiller.* Refiriéndose a la ficha técnica de un fabricante de chillers “TECAM” y conociendo el resultado de toneladas de refrigeración, en la Figura 25 se puede obtener un valor aproximado de la caída de presión generada por el evaporador.

CAIDA PRESION DEL AGUA EN EL EVAPORADOR

UNIDAD	7EZDR		
	40	50	60
MODELO			
CAIDA DE PRESION (PSI)	3.5	5.2	7.2

*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

Figura 25. Caída de presión en el evaporador del chiller

Nota. Tomado del catálogo TECAM enfriador de agua

Se tienen en cuenta los datos del chiller de 50 ton para obtener la caída de presión que en mH_2O es de (3,65), en el transcurso del proyecto se darán las especificaciones pertinentes que se tuvieron en cuenta para tomar esta decisión.

4.1.2.1.5 Caída de presión total del sistema. Se procede a calcular la pérdida de presión total sumando. Las pérdidas primarias “Por fricción”, pérdidas secundarias “Pérdidas por accesorios”, Caída de presión en las unidades manejadoras de aire y por último la caída de presión en el evaporador del chiller.

$$PT = hf + hacc + huma + hChiller$$

$$PT = 3,43mH_2O + 6,78mH_2O + 0,874mH_2O + 3,65mH_2O$$

$$PT = 14,73mH_2O$$

4.1.3 Selección de equipos de bombeo de agua fría. El equipo de bombeo del circuito de agua fría seleccionado para este proyecto consta de 2 bombas de recirculación, cada una con su variador de motor, este regula las velocidades del mismo y a su vez el caudal. La caída de presión de 14,73 mH_2O y un caudal de 9,05 L/s, conectadas en paralelo, una trabajara permanentemente y la otra de manera alternativa. En la succión de la bomba encontramos válvulas de cheque, válvula de purga, válvula by pass, válvulas de corte y tanque de almacenamiento. En la descarga se utilizan válvulas de corte, termómetro, venteo, tanque de expansión. En la Figura 26 se puede observar cómo está distribuido el sistema.

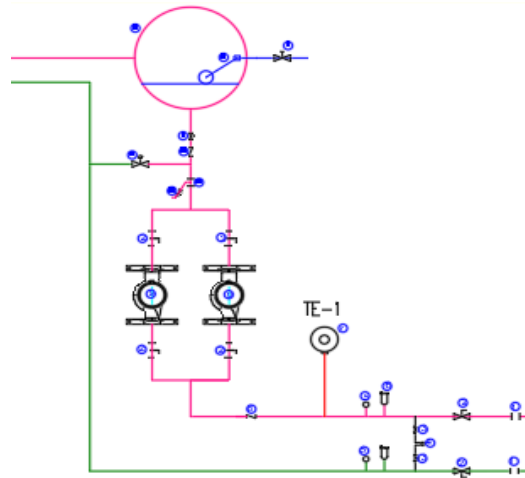


Figura 26. Sistema de bombeo y abastecimiento del chiller

Nota: Diagrama del sistema de abastecimiento para el chiller

A continuación, en la Figura 27 se muestran las curvas de la bomba seleccionada. En el campo HVAC se suelen utilizar bombas verticales con succión y descarga horizontal ya que son las más versátiles para los diseños y no generan cambio de dirección en el fluido. La bomba seleccionada es una bomba de recirculación de agua BAC 1-2 de marca wilo con impulsor abierto y un motor con una potencia nominal de 3.80 Kw.

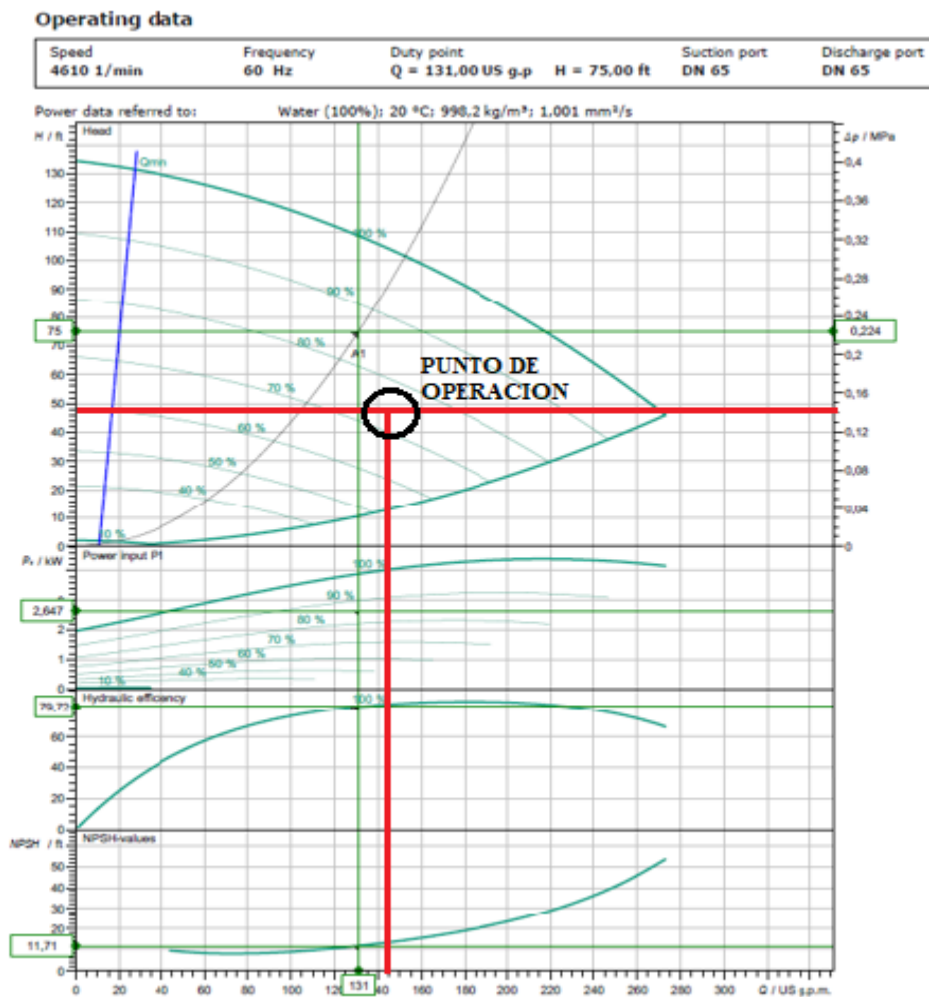


Figura 27. Gráfico de servicio bomba de recirculación de agua bac 1-2

Nota: Grafico obtenido de cotización realizada por el autor del proyecto.

4.1.4 Parámetros de selección del Chiller. Para determinar cuál es la mejor opción de chiller para este proyecto, se tuvieron en cuenta características como:

La carga térmica, ubicación del equipo, costos iniciales, mantenimiento y operación entre otros factores.

Inicialmente la carga térmica determinada sumando todos los servicios era de 60 Ton, teniendo en cuenta que ese sería el 100% de la capacidad del chiller. Se realizó un análisis de

funcionamiento de las áreas críticas en caso de emergencia y se optó por reducir la capacidad de refrigeración del equipo haciendo un balanceo de cargas en el cual se independizan los servicios de UCI para adultos y salas de cirugía 5 y 6, disminuyendo en un 17% la carga térmica obtenida en la Tabla 1. Realizado este procedimiento se obtiene una carga final de 50 toneladas de refrigeración.

La Clínica Medical Duarte ZF S.A.S actualmente cuenta con dos chiller centrífugos de 500 toneladas cada uno, estos se encuentran ubicados en el piso once dentro de un cuarto de máquinas adecuado para su óptimo funcionamiento. Para este proyecto no se cuenta con un amplio espacio, el cual nos permita realizar un montaje lo suficientemente elaborado como el de los chiller principales, como se puede evidenciar en la **Figura 28. Ubicación asignada para el montaje del chiller**, el área destinada como cuarto de máquinas es de $29.04m^2$.

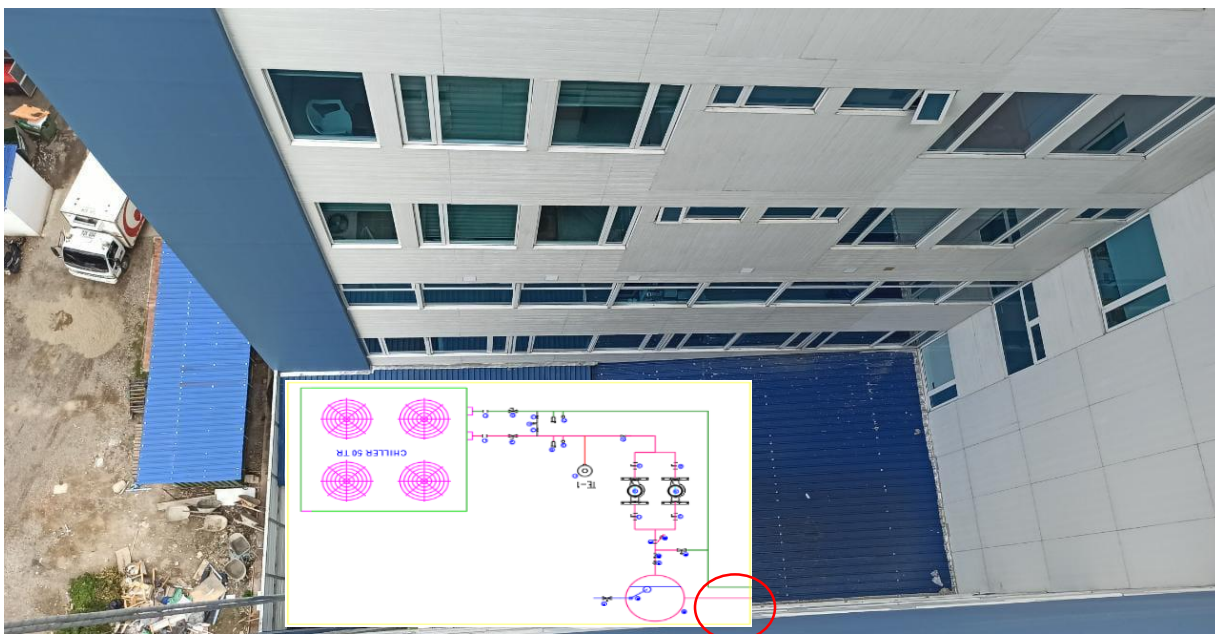


Figura 28. Ubicación asignada para el montaje del chiller

El costo de instalación del sistema enfriado por agua también es más alto en comparación con la configuración del enfriador enfriado por aire, que es más fácil y rápida y solo requiere espacio, plomería y servicio de electricidad.

Teniendo en cuenta todas las características anteriormente mencionadas se llega a la conclusión de que el equipo que mejor se acopla a nuestro proyecto es un chiller condensado por aire. TECAM un fabricante de equipos de refrigeración nos ofrece un amplio catálogo de estas enfriadoras de agua de las cuales la que se selecciono fue 7EZDR que se indica en la Figura 29.



7EZDR
Condensación Por Aire

Figura 29. Enfriador de agua - condensación por aire

Nota: Figura tomada de catálogo TECAM.

Los Enfriadores de Agua 7EZDR han sido especialmente diseñados para lograr altos índices de eficiencia, utilizando componentes de gran desempeño con bajo consumo energético y refrigerante ecológico R-410A, disminuyendo la generación de impactos que puedan afectar el medio ambiente.

Finalmente, seleccionado el chiller se puede dar por terminado el diseño y selección de equipos de este proyecto. Mediante el software HVAC solution se realizó el esquema Figura 30 donde se identifican todos los componentes implementados para el montaje del equipo enfriador de agua utilizado como respaldo en caso de posibles fallas de los chillers principales.

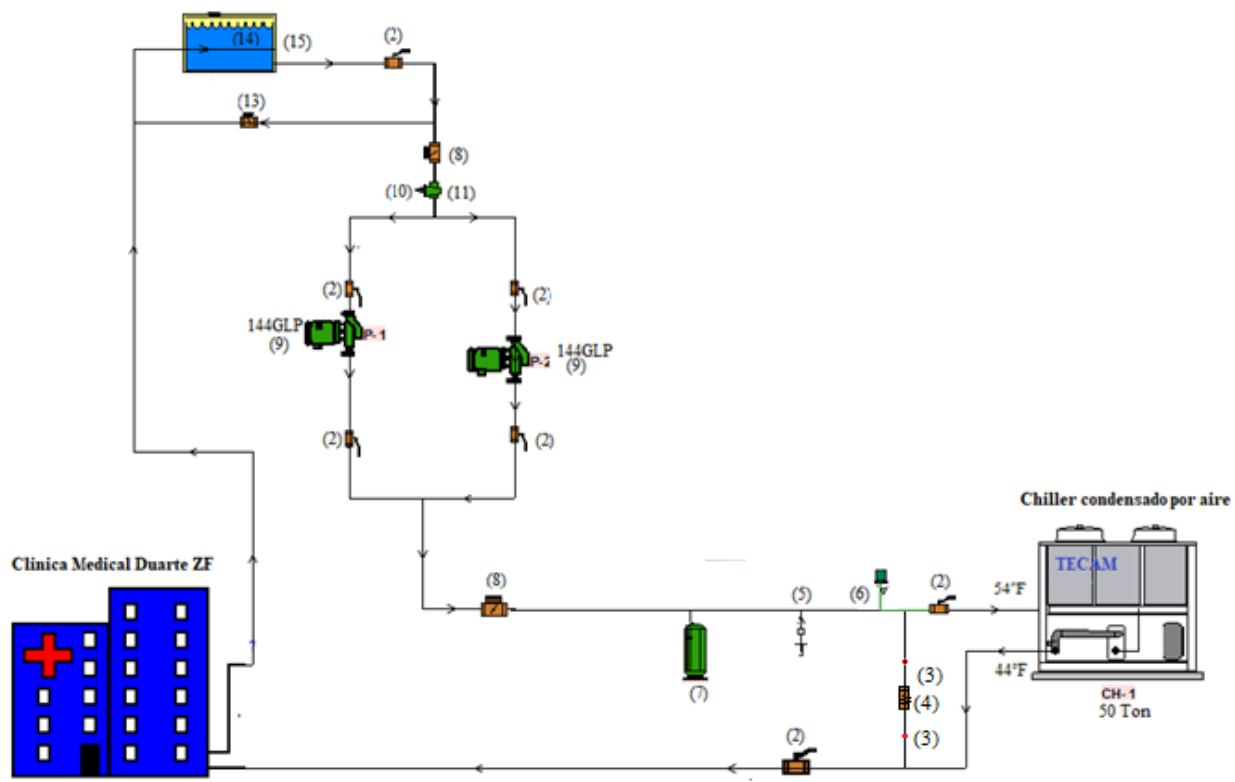


Figura 30. Esquema del montaje para chiller realizado en hvac solution

Nota: A continuación, se identifican los accesorios que componen el sistema abastecimiento de agua fría

Tabla 13. Componentes del circuito de bombeo de agua helada

	Componentes
1	Unión anti vibratoria
2	Válvula de corte
3	Válvula de toma de presión
4	Manómetro diferencial de presión
5	Termómetro
6	Venteo
7	Tanque de expansión
8	Válvula cheque de descarga
9	Bomba
10	Filtro
11	Válvula de purga
12	Válvula de cheque de succión
13	Válvula By- pass
14	Válvula flotador
15	Tanque de almacenamiento

4.1.5 Especificaciones del diseño dadas por los fabricantes

4.1.5.1 Accesorios planta agua fría. Se suministrarán e instalarán los accesorios correspondientes en conjunto con el enfriador de agua, para la operación, balanceo y puesta en marcha, del sistema de agua helada. Los accesorios tendrán las especificaciones y normas que le correspondan, de acuerdo al fabricante. Eliminadores de vibración para tubería de agua con flanges fijos para su conexión tipo METRAFLEX o VIBRATION MOUNTING. Estos elementos se instalarán en las entradas y salida del enfriador de agua, para disminuir el riesgo de desajuste de las uniones de tubería general, por la presión interna del sistema Válvula de control automática de dos vías, para mantener el flujo constante, independiente de las variaciones de presión en el

sistema, realizando una función de equilibrio continuo para mantener el rendimiento del sistema con cargas variables. Válvula de globo para balanceo del caudal de agua, asiento y eje en bronce, fabricada en hierro, conexión en flange, empaque de asbesto, tornillos en hierro con tuerca, arandela. Manómetros para agua marca WEKSLER, tipo AA-1 con carátula de 4" y graduación 0-100 PSIG, con glicerina. Para instalar a la entrada y a la salida en el enfriador. Incluye unión. Sifón para manómetros (cola de marrano), válvula de bola de ¼". Termómetros para agua marca WEKSLER, tipo AA-5, con carátula de 9" y graduación 20 - 120 °F con bulbo y portabulbo para tuberías aisladas. Principalmente a la entrada y salida de los enfriadores y condensadores. Se adicionarán dos termómetros de prueba para las unidades acondicionadoras.

Se suministrarán e instalarán válvulas para aislamiento de los componentes del sistema, del tipo mariposa. Con cuerpo en hierro, asiento en bronce, unión por brida. Las características de colores y ajustes, pueden variar según el fabricante, sin embargo, deben tener la misma funcionalidad y excelente operatividad en el sistema. Incluye todo lo necesario para su correcta implementación y operación.

4.1.5.1.1 Materiales. Los accesorios que componen el montaje del enfriador de agua son los siguientes:

4 Junta de expansión o unión antivibratoria flange ø 4"

4 Válvula de control modulado de 2 vías ø 4"

2 Válvula de balanceo ø 4"

2 Manómetros Dial 4 ½ , rango 0-100 psi

4 Válvula de mariposa ø 4" (aislamiento)

Nota: El proponente deberá verificar la caída de presión de cada sistema y ajustar los requerimientos de acuerdo con los equipos ofrecidos.

4.1.5.2 Accesorios bombas (BAF 01/02). Se suministrarán e instalarán en el sitio indicado en los planos del proyecto, accesorios para el funcionamiento de las bombas; estos accesorios podrán tener variación de marca de fabricante manteniendo las características de operación pertinentes.

4.1.5.2.1 Materiales

Válvula de mariposa $\phi 4''$ (aislamiento bombas)

Válvula de mariposa $\phi 4''$ (aislamiento a sistema)

Filtro tipo "Y" $\phi 4''$

Válvula triple servicio $\phi 4''$

Difusor de succión $\phi 4''$

Reducción $\phi 4''$ a $\phi 2 1/2''$

Reducción $\phi 4''$ a $\phi 3''$

Junta de expansión o unión antivibratoria flange $\phi 4''$

Purga automática de aire $\phi 1/2''$ Incluye todo lo necesario para su correcta implementación y operación

4.1.5.3 Tanque de expansión TE. Se suministrará e instalará un tanque de expansión tipo cerrado, fabricado en acero, de acuerdo con las normas ASME, sección VIII, para recipientes a presión. Incluyendo diafragma de precarga y vejiga del tanque separada de la sección de aire.

Incluye soportería, elementos antivibratorios y todo lo necesario para su correcta operación.

Incluye todo lo necesario para su correcta implementación y operación.

4.1.5.3.1 Materiales. Seleccionado del tamaño de acuerdo con las recomendaciones de ASHRAE para sistemas hidráulicos. El tanque estará diseñado para absorber las dilataciones del volumen de agua cuando la temperatura aumenta. A medida que la temperatura del agua disminuye, el agua expandida es empujada hacia atrás en el sistema por la presión del tanque. Por este tanque se hará adicionalmente el llenado de agua de todo el sistema. El tanque debe incluir sus accesorios de norma y las válvulas y conexiones para su correcto funcionamiento.

Nota: El proponente deberá verificar la caída de presión de cada sistema y ajustar los requerimientos de acuerdo con los equipos ofrecidos.

4.1.5.4 Separador de aire. En la línea de succión se instalará un separador de aire del tipo vórtice para eliminar el aire que se haya introducido o generado en el sistema. El cuerpo del separador será en hierro fundido, diseñado según las normas ASME. Selección del tamaño según recomendaciones ASHRAE. Incluye soportería, elementos anti vibratorios y todo lo necesario para su correcta operación. Incluye todo lo necesario para su correcta implementación y operación.

4.1.5.4.1 Materiales. Conexiones en brida. Deberá incluir todos los accesorios necesarios para su correcta instalación y operación.

Control individual. Nota: El proponente deberá verificar la caída de presión de cada sistema y ajustar los requerimientos de acuerdo con los equipos ofrecidos.

4.1.5.5 Unidad de producción de agua fría. TECAM S.A. ha desarrollado la nueva generación de Enfriadores de Agua condensados por aire 7EZDR de la línea HARMONY, creadas para soluciones con requerimientos de refrigerante ecológico R-410A y de alta eficiencia en aplicaciones comerciales e industriales. Esta familia de enfriadores de agua incluye las últimas innovaciones tecnológicas que ofrecen una gran variedad de opciones y soluciones para satisfacer los requerimientos y estándares de calidad más exigentes, como refrigerante amigable con la capa de ozono, compresores Scroll, ventiladores de bajo nivel de ruido, control con microprocesador y condensadores Cobre-Aluminio.

4.1.5.5.1 Componentes

Compresores

Motores

Serpentín del condensador

Ventilador axial

Evaporador

Gabinete

Módulo hidrónico

4.1.5.6 Bomba de recirculación de agua BAC 1-2. Bomba en línea de alta eficiencia con motor EC de clase de eficiencia energética IE5 en conforme a IEC 60034-30-2 y ajuste electrónico de potencia en la construcción de bombas de rotor seco. La bomba está configurada como una bomba centrífuga de baja presión de una etapa con conexión de brida y sello mecánico. El Stratos GIGA ha sido diseñado principalmente para bombear agua de calefacción (según VDI 2035), agua fría y

mezclas de agua y glicol sin sustancias abrasivas en calefacción, sistemas de aire acondicionado y refrigeración.

4.1.5.6.1 Componentes

Carcasa de bomba: 5.1301/EN-GJL-250

Impulsor: PPS-GF40

Eje: 1.4542

Sello del eje: AQ1EGG

Linterna: 5.1301, EN-GJL-250 con recubrimiento cataforético

5. Presupuesto

Tabla 14. Presupuesto general del proyecto

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO DEL CHILLER RESPALDO CLÍNICA MEDICAL DUARTE ZF S.A.S					
ÍTEM / CAPITULO	DESCRIPCIÓN	UND	CANT. TOTAL	VR. UNITARIO OFERTADO	VR. TOTAL OFERTADO
	INSTALACIONES MECÁNICAS				
1	ACCESORIOS PLANTA AGUA FRÍA (4 VÁLVULA DE CONTROL AUTOMÁTICA DE DOS VÍAS, VÁLVULA DE GLOBO PARA BALANCEO DEL CAUDAL DE AGUA, MANÓMETROS PARA AGUA MARCA WEKSLER, TIPO AA-1 CON CARÁTULA DE 4" Y GRADUACIÓN 0-100 PSIG, TERMÓMETROS PARA AGUA MARCA WEKSLER, TIPO AA-5, CON CARÁTULA DE 9" Y GRADUACIÓN 20 - 120 °F CON BULBO Y PORTA BULBO PARA TUBERÍAS AISLADAS, 4 VÁLVULA DE MARIPOSA Ø 4" (AISLAMIENTO)), INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN.	UND	1	\$ 18'651'799.00	\$ 18'651'799.00
1.2	ACCESORIOS BOMBAS (BAF 01/02) (VÁLVULA DE MARIPOSA Ø4" (AISLAMIENTO BOMBAS) VÁLVULA DE MARIPOSA Ø4" (AISLAMIENTO A SISTEMA) FILTRO TIPO "Y" Ø 4" VÁLVULA TRIPLE SERVICIO Ø 4" DIFUSOR DE SUCCIÓN Ø 4" REDUCCIÓN Ø 4" A Ø 2 1/2" REDUCCIÓN Ø 4" A Ø 3" JUNTA DE EXPANSIÓN O UNIÓN ANTIVIBRATORIA FLANGE Ø 4" PURGA AUTOMÁTICA DE AIRE Ø 1/2") INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	UND	1	\$ 29'368'692.00	\$ 29'368'692.00
1.3	TANQUE DE ABASTECIMIENTO PLÁSTICO DE 250L 2 ACOPLER MACHO 1" 1 ACOPLER HEMBRA DE 1/2 EMPAQUE CAUCHO DE 1 "	UND	1	\$ 169'900.00	\$ 169'900.00
1.4	TANQUE DE EXPANSIÓN (TE), INCLUYE SOPORTERÍA, ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA OPERACIÓN. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN.	UND	1	\$ 8'881'965.00	\$ 8'881'965.00
1.5	SEPARADOR DE AIRE (SA), INCLUYE SOPORTERÍA, ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA OPERACIÓN Y SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN.	UND	1	\$ 24'388'740.00	\$ 24'388'740.00

Nota: Estimación del presupuesto del chiller.

1.6	RED DE TUBERÍA DE AGUA FRÍA PREAISLADA Ø 1 1/2", INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.	ML	72	\$ 160'802.00	\$ 11'577'744.00
1.7	RED DE TUBERÍA DE AGUA FRÍA PREAISLADA Ø 2 1/2", INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.	ML	154	\$ 284'042.00	\$ 43'742'468.00
1.8	RED DE TUBERÍA DE AGUA FRÍA PREAISLADA Ø 4", INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.	ML	60	\$ 413'501.00	\$ 24'810'060.00
TOTAL					161'591'368.00
2	TABLERO ELECTRÓNICO -01	UND	1	\$ 5'974'995.00	\$ 5'974'995.00
3	ASEO GENERAL	UND	1	\$ 300'000.00	\$ 300'000.00
EQUIPOS ESPECIALES (IVA 19%)					
EQUIPOS MECÁNICOS + PRUEBAS					
4	UNIDAD PARA LA PRODUCCIÓN SIMULTÁNEA E INDEPENDIENTE DE AGUA FRÍA DE 239KW. 460/3/60HZ, REFRIGERANTE R410A, PROTECCIÓN DE CARGA CON BREAKERS, RELÉ DE SECUENCIA DE FASE, TARJETA BACNET IP, ARRANQUE SUAVE, MEDIDOR DE ALTA Y BAJA PRESIÓN Y ANTIVIBRATORIOS S, DE ALTA EFICIENCIA, TAMAÑO COMPACTO Y OPERACIÓN SILENCIOSA, INCLUYE SOPORTERÍA, ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA OPERACIÓN. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN.	UND	1	\$ 129'000'000.00	\$ 129'000'000.00
4.1	BAF-01/02 BOMBAS PARA LA RECIRCULACIÓN DE AGUA, 120 GPM @ 28 FT.C. A 460/3/60 3 HP, INCLUYE SOPORTERÍA, ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA OPERACIÓN. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN.	UND	2	\$ 22'822'039.54	\$ 45'644'079.08
TOTAL					\$ 174'644'079.08
5	SUBSIDIO TRANSPORTE PRACTICANTE	UND	3	\$ 200'000.00	\$ 600'000.00
SUB TOTAL + IVA 19%					\$ 408'187'426.08

Nota: Estimación del presupuesto del chiller.

6. Conclusiones

Inicialmente la carga térmica determinada sumando todos los servicios era de 60 Ton, teniendo en cuenta que ese sería el 100% de la capacidad del chiller. se realizó un análisis de funcionamiento de las áreas críticas en caso de emergencia y se optó por reducir la capacidad de refrigeración del equipo por temas de presupuesto. Haciendo un balanceo de cargas en el cual se independizan los servicios de UCI para adultos y salas de cirugía 5 y 6, se disminuye en un 17% la carga térmica obtenida.

El sistema de distribución de agua fría se ilustra utilizando el software de HVAC SOLUTION, conociendo la amplia variedad de opciones de accesorios y equipos de refrigeración.

El equipo principal seleccionado para este proyecto es un chiller condensado por aire de la marca TECAM, el cual tiene una capacidad de 50 toneladas de refrigeración. Para la selección de este chiller se tuvieron en cuenta factores como. Lugar de instalación, capacidad de refrigeración óptima para el sistema seleccionado, costos de montaje y funcionamiento.

Con la elaboración de este proyecto se contribuye a la óptima prestación de servicios de salud por parte de la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S, ya que se intervienen las zonas más críticas como lo son las salas de cirugías, sala de esterilización y unidades de cuidados intensivos para adultos. El sistema de respaldo seleccionado en este proyecto entra en funcionamiento si el chiller principal llega a tener alguna falla y no es capaz abastecer de agua fría a las salas ubicadas dentro de las salas poner secuencia.

7. Recomendaciones

Ejecutar un plan de mantenimiento preventivo para evitar fallas inesperadas y alargar la vida de los equipos debe ser el propósito principal del área de mantenimiento de la Clínica Medical Duarte ZF S.A.S. Al desarrollar un mantenimiento regular en toda la instalación se pueden prevenir daños o averías.

Realizar diariamente una inspección visual de posibles fugas del refrigerante dentro del sistema.

Hacer un seguimiento diario de los datos arrojados por el monitor ubicado en el chiller, entre estos encontramos los deltas de temperatura del evaporador y el condensador, nivel de refrigerante y amperaje o voltaje de cada línea del compresor.

Al realizar el balanceo de cargas con el fin de disminuir la capacidad de enfriamiento del chiller y reducir los costos de instalación se tienen que deshabilitar algunas de las áreas incluidas en el cálculo. El trabajador encargado del funcionamiento de este sistema tiene que validar con las jefas de turno cuales son las zonas con menor criticidad y proceder a cerrar las válvulas de corte.

El sistema de bombeo de agua helada cuenta con una electrobomba de respaldo cumpliendo la función de suplir a la principal en caso de algún daño o mantenimiento, se debe programar su uso de manera alternada para así tener un desgaste similar en el sistema, debe asegurarse el suministro constante de agua a las bombas para el buen funcionamiento del chiller..

8. Referencias bibliográficas

- Alba, L. M. (2020). Riesgos biológicos en los trabajadores de la salud. Obtenido de https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/4908/52621643_2020.pdf;jsessionid=0ED24BB550E45175E573311FBA29B034?sequence=6
- Antolín, R. B. (03 de 2021). Calor y Frio. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/refrigeracion-comercial/en-que-consiste-la-refrigeracion.html>
- Arnabat, I. (s.f.). Calor y Frio. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/refrigeracion-comercial/en-que-consiste-la-refrigeracion.html>
- Atenea, L. L. (s.f.). Métodos de investigación de enfoque experimental. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Cazau, P. (Marzo de 2006). Introducción a la investigación en. Obtenido de <https://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Colombia, A. (s.f.). Diferentes tipos de refrigeración industrial. Obtenido de <https://www.amoquimicos.com/sistemas-de-refrigeracion-industrial>
- Cooltools. (2009). Chilled Water Plant Design Guide. 26-28. Obtenido de CoolTools Design Guide,
- Cruceta, G. (JUNIO de 2017). Congreso Internacional de Climatización. ACAIRE Ed 66, 48. Obtenido de http://acaire.org/pdf/revista/rev_66.pdf

- Daiki. (s.f.). Catalogo unidades FAN COIL. Obtenido de https://www.daikin.eu/content/dam/document-library/catalogues/as/fan-coil-units/fwb-bt/Fan%20coil%20catalogue_EPCES08-406_Catalogues_Spanish.pdf
- Dyne, E. (12 de abril de 2019). Características físicas de las Torres de enfriamiento. Obtenido de <https://www.torresenfriamiento.com/2019/04/12/caracter%C3%ADsticas-f%C3%ADsticas-de-las-torres-de-enfriamiento/#:~:text=La%20estructura%20t%C3%ADpica%20de%20una,ventilador%20en%20la%20parte%20frontal.>
- Emerson. (2021). Valvulas de control. Obtenido de <https://www.emerson.com/es-es>
- Fernández, J. A. (2012). Fundamentos del enfriamiento para instalaciones avícolas . Obtenido de <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2012/6/6719-fundamentos-del-enfriamiento-evaporativo-para-instalaciones-avicolas.pdf>
- GOMEZ, R. I. (s.f.). Unidad 1 principios de refrigeracion . Obtenido de <https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2015/02/principios-de-refrigeracion.pdf>
- Grados, R. C. (21 de JUL de 2017). Chillers, aspectos técnicos. Obtenido de <https://0grados.com/chillers-aspectos-tecnicos/>
- INOXMIN. (3 de 12 de 2018). blog, Bombas Centrífugas, Ingeniería Industrial. Obtenido de <https://www.inoxmim.com/blog-c/que-es-una-bomba-centrifuga>
- Mataix, C. (1986). Mecanica de fluidos y maquinas hidraulicas . Madrid, españa : Castillo S.A.
- MCAT. (10 de 03 de 2022). MCAT. Obtenido de <https://mcat.com.mx/>
- medica, V. d. (2013). ASHRAE. Obtenido de Estándar 170-2013 de ANSI/ASHRAE/ASHE, Ventilación de instalaciones

Menon, G.-R. M. (1957). Pump and/or rotative compressor.

Mora, I. G. (3 de JUN de 2021). Mundochiller. Obtenido de Chiller Enfriado por Agua:

<https://mundochiller.com/chiller-enfriado-por-agua/#:~:text=El%20Chiller%20enfriado%20por%20agua,calor%20extra%C3%ADdo%20lejos%20del%20chiller.>

Moratto, I. V. (17 de 12 de 2017). Funcionamiento y mantenimiento de un chiller . Obtenido de

<https://ingenierovalemoratto.blogspot.com/2017/12/funcionamiento-y-mantenimiento-de-un.html>

Moratto, V. (20 de 12 de 2017). Funcionamiento de UMA (Unidad Manejadora de Aire) y

mantenimiento. Obtenido de <https://ingenierovalemoratto.blogspot.com/2017/12/funcionamiento-de-uma-unidad-manejadora.html>

MSc. Juan C. Armas Valdés, D. M. (s.f.). Análisis comparativo de estrategias de operación en

sistemas. Obtenido de <http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/972/983/987/6215.pdf>

Nieto, A. (2018). Los refrigerantes y sus propiedades . Obtenido de

<https://www.mundohvacr.com.mx/2007/02/los-refrigerantes-y-sus-propiedades/#:~:text=Refrigerante%20es%20una%20sustancia%20que,1%C3%ADquido%20a%20gas%20y%20viceversa.>

QUIMOBASICOS. (26 de junio de 2012). Control de flujo de refrigerante. Obtenido de

<https://blogquimobasicos.com/2012/06/26/control-de-flujo-de-refrigerante/>

SALCEDO, S. A. (2018). Diseño e implementación metodológica para el desarrollo de. Obtenido

de <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/3785/TPMMEC%201008C.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

seiffe, y. (2011). Aire acondicionado clasificación y características de los sistemas. Obtenido de Academia : https://www.academia.edu/28315407/Aire_acondicionado_clasificaci%3%93n_y_caracter%3%8dsticas_de_los_sistemas_Autor

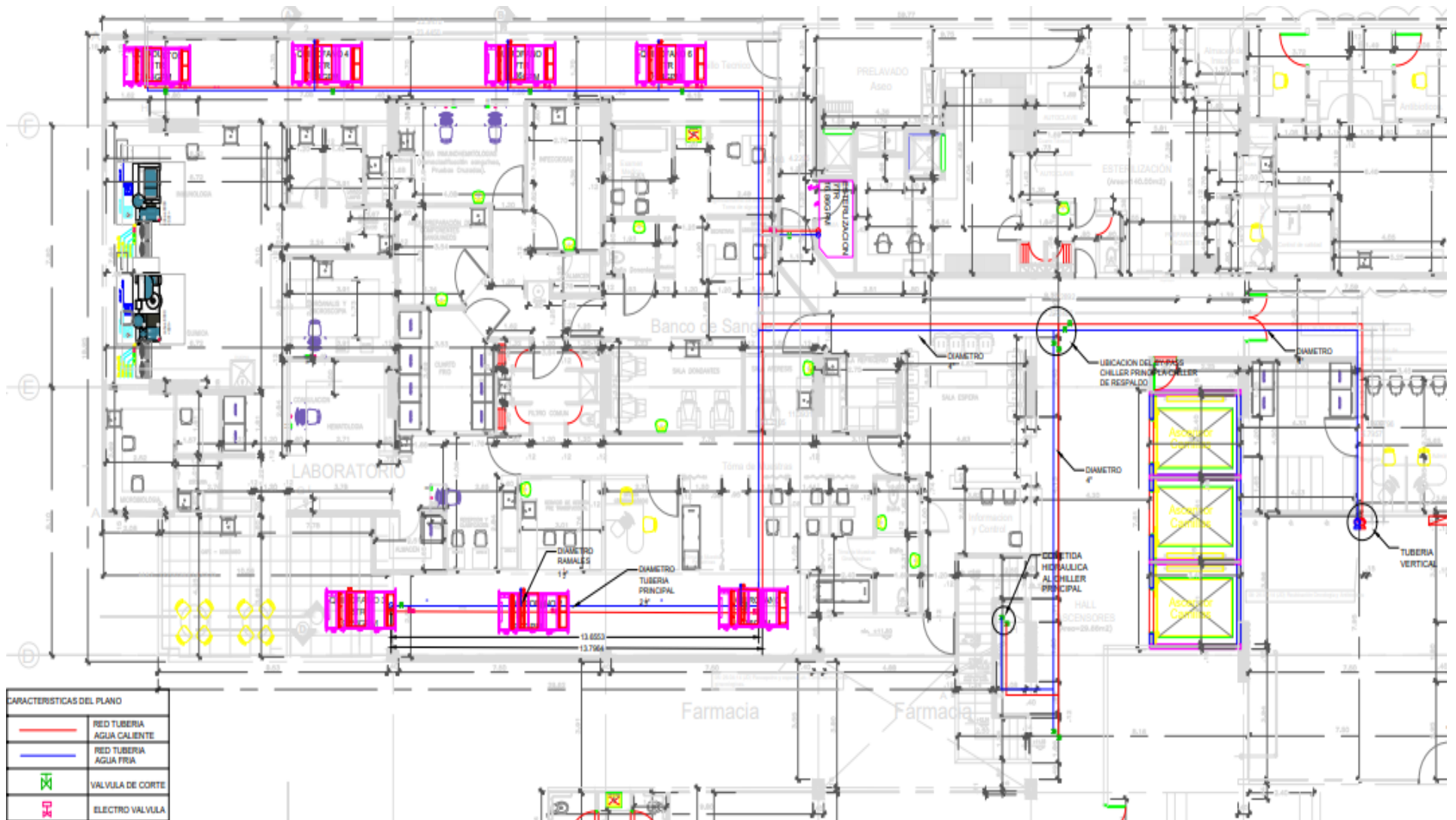
SENER. (s.f.). Sistemas de aire acondicionado. Obtenido de <https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/APF/documentos/aireacondicionadoultimo.pdf>

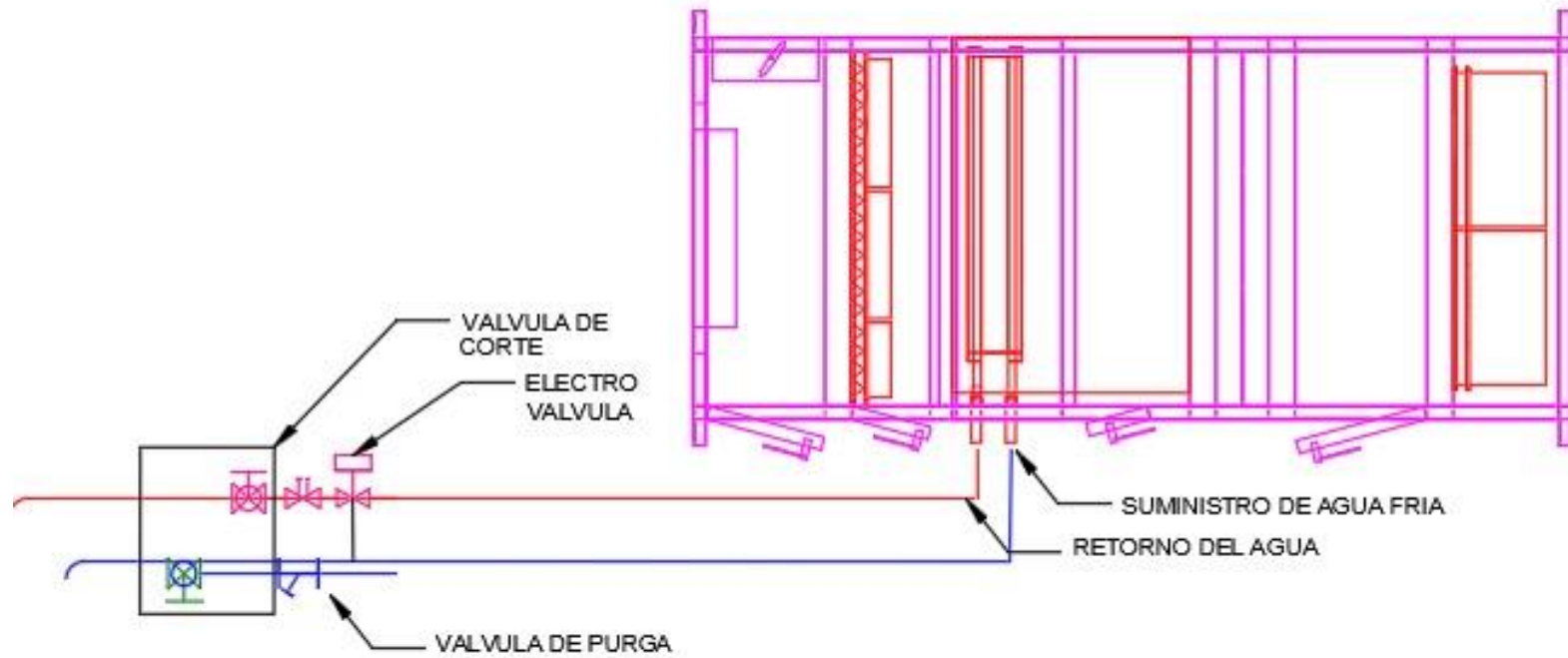
Sourcing, I. (s.f.). Gestion de compras . Obtenido de <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/climatizacion/>

SYSTEMAIR. (15 de 10 de 2020). Todo lo que necesitas saber sobre equipos de climatización rooftops. Obtenido de https://www.systemair.com/es/noticias/blog/blog-detailview/news/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-equipos-de-climatizacion-rooftops/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=9a2fed62ebdb3a5f43699755092b2db1#:~:text=Un%20roofto

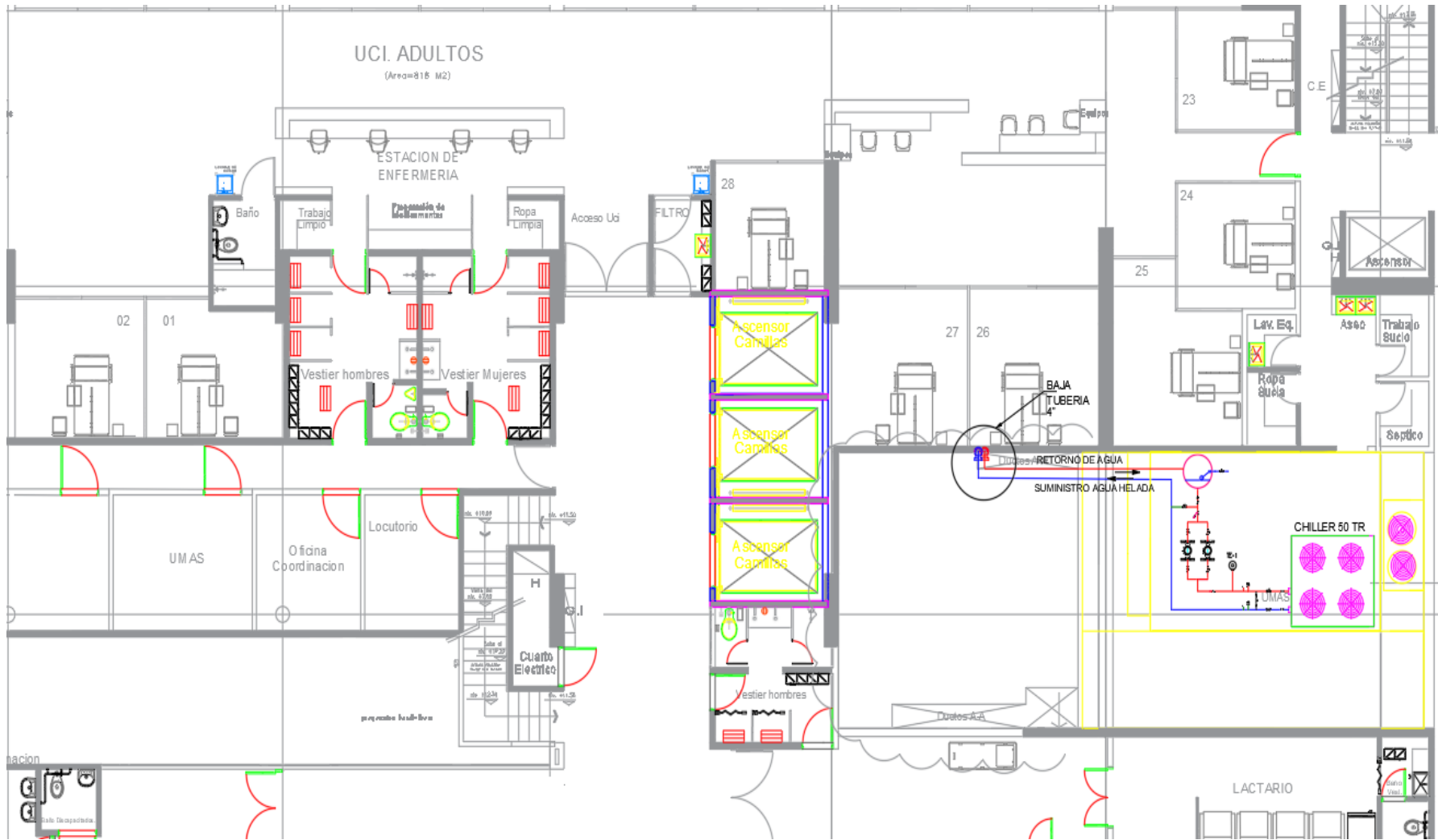
Anexos

Anexo 1.Plano piso 3 de la Tubería de Agua Fría pre-aislada Clínica Medical Duarte. Se recomienda imprimir en formato Din A1



Anexo 2. Esquema de conexión de las unidades manejadoras

Anexo 3. Vista de planta piso 4, ubicación del cuarto de máquinas chiller



Anexo 4. Ficha técnica chiller condensado por aire

7EZDR



NOMENCLATURA

ENFRIADOR DE AGUA

7	E	Z	D	R	-	4	0	-	2	3	6	-	P	T	C	T	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Posición 1	7	= Código interno que identifica a los Enfriadores de Agua
Posición 2, 3, 4 y 5	EZDR	= Enfriador con R410A de condensación por aire con compresores en Tandem y Serpentin Cobre-Aluminio
Posición 7 y 8	40 50 60	= 40.0 TR Capacidad Nominal de Enfriamiento = 50.0 TR Capacidad Nominal de Enfriamiento = 60.0 TR Capacidad Nominal de Enfriamiento
Posición 10	1 2	= 1 Circuito de Refrigeración (2 Compresores). = 2 Circuitos de Refrigeración (2 Compresores + 2 Compresores).
Posición 11	3 4	= 3 Ph/208-230V = 3 Ph/460V
Posición 12	5 6	= 50 Hz = 60 Hz
Posición 14	P	= Compresor Scroll Copeland ZP (R410A)
Posición 15	C	= Evaporador Coraza-Tubo
Posición 16	C P	= Controlador Carel Microchiller = Controlador Carel pCO o CpCO
Posición 17	T E	= Con Válvula de Expansión Termostática = Con Válvula de Expansión Electrónica
Posición 18	B X	= Con Bomba para Sistema Hidrónico externo = Sin Bomba

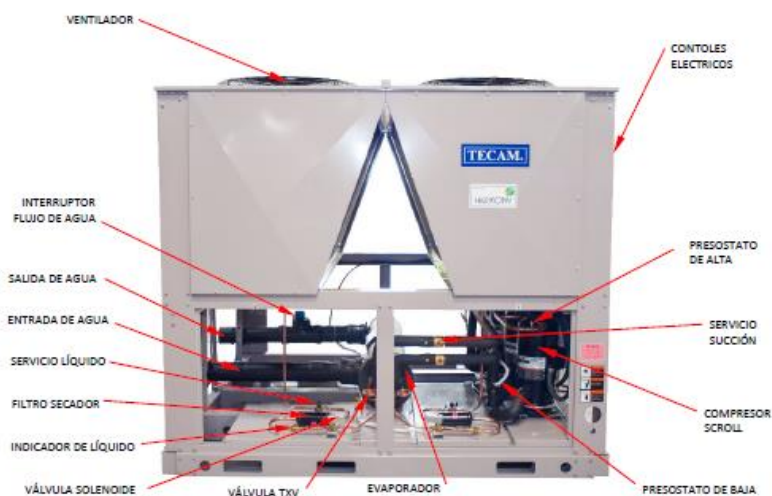
Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



COMPONENTES

ENFRIADOR DE AGUA



Los Enfriadores de Agua 7EZDR han sido especialmente diseñados para lograr altos índices de eficiencia, utilizando componentes de gran desempeño con bajo consumo energético y refrigerante ecológico R-410A, disminuyendo la generación de impactos que puedan afectar el medio ambiente.



COMPRESORES

Fabricados por empresas reconocidas mundialmente, que respaldan la calidad y eficiencia del producto. En todos los equipos se usan compresores Scroll, todos son trifásicos y llevan resistencia de cárter. Los modelos 40, 50, y 60 están equipados con compresores en tándem, cuatro (4) compresores y dos (2) circuitos. Para configuraciones diferentes es necesario consultar con la fábrica.

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



MOTORES

Seleccionados para manejar grandes volúmenes de aire de condensación y bajo consumo de energía. Su diseño a prueba de goteo o totalmente cerrados, impide la entrada del polvo y la humedad. Son fabricados por proveedores de reconocida calidad.



SERPENTIN CONDENSADOR

El serpentín condensador con gran área en la cara, aletas onduladas de aluminio, tubería de cobre flexible sin costura expandida y adherida fuertemente a la aleta, logran una excelente transferencia de calor y una alta eficiencia. Opcionalmente la aleta es recubierta con pintura especial para protegerla de la corrosión y el incrustamiento que pueda producir el aire extremadamente salino o contaminado, permitiendo gran durabilidad y larga vida al serpentín.



VENTILADOR AXIAL

Fabricados y probados en el laboratorio de Ingeniería de LAU Industries, Inc., bajo estándares AMCA. Son balanceados estática y dinámicamente, para garantizar una operación con bajo nivel de ruido. Por su diseño y con la ayuda de un aro enfocador con diseño aerodinámico para la entrada del aire, permite manejar grandes volúmenes de aire de manera eficiente y silenciosa. Su construcción en aluminio los protege de la corrosión y los hace más livianos con menor riesgo a la vibración.



GABINETE

Construido con lámina de acero galvanizado G-90 en diferentes calibres que van desde el 20 hasta el 12, unidas con tornillería galvanizada con opción de tornillos inoxidable. Recubierto con pintura en polvo, por medio de un proceso electrostático y secado posterior en horno. En su fabricación se utiliza maquinaria con tecnología de punta (CNC) y personal altamente calificado.



EVAPORADOR

El Enfriador de Agua tipo estándar se fabrica con evaporador Casco-Tubo de 2 circuitos los cuales son elaborados en acero y tubería de cobre con superficie corrugada para la mejor transferencia de calor. Están aislados térmicamente con material apropiado para evitar la producción de condensados no deseados. Están equipados con puertos para la instalación de sensores de temperatura en la entrada y salida del agua. Los evaporadores son fabricados por proveedores reconocidos mundialmente, que respaldan la calidad y su eficiencia.

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



MODULO HIDRÓNICO

Cuando el Enfriador de Agua 7EZDR es solicitado con componentes para un sistema hidrónico, este sale equipado de la fábrica con los componentes hidráulicos básicos para la instalación del sistema, el interruptor de flujo y los sensores de temperatura en la entrada y en la salida de agua; la bomba se suministra instalada internamente. Los sensores de temperatura están conectados al controlador quien se encarga de procesar las señales por medio de un algoritmo para mantener de manera precisa la temperatura del agua y de proteger el enfriador de un eventual congelamiento. Opcionalmente se puede suministrar con bomba de alta presión, tanque de expansión, manómetros, válvulas y filtro de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

OTROS COMPONENTES

Los componentes usados en el sistema eléctrico y el sistema de refrigeración para la operación, control y protección de la máquina, son entre otros:

- Presóstato para Alta presión.
- Presóstato para Baja presión.
- Válvulas de servicio.
- Resistencia de cárter en el compresor.
- Filtro secador.
- Visor de líquido
- Válvula solenoide
- Válvula de Expansión TXV (EEV opcional)
- Sensores de temperatura
- Componentes eléctricos para fuerza y control.



CONTROLES Y MONITOREO REMOTO

Una de las grandes ventajas con que cuenta el Enfriador de Agua 7EZDR, es la de operar todos sus actuadores por medio de un controlador configurado especialmente para aplicaciones de enfriamiento de agua que a su vez permite ser monitoreado de forma remota por un computador portátil, Tablet o dispositivo móvil.

CONTROLADOR



La Unidad Enfriadora 7EZDR usa un sistema de control marca CAREL, el cual está conformado por 2 controladores c.pCO y por un display terminal pGDx. El sistema programable c.pCO permite modificar el software de gestión, para manejar con precisión las 4 etapas de enfriamiento por medio de 2 circuitos y 2 compresores por circuito, según las condiciones de temperatura del agua, permitiendo además, controlar el prendido y apagado de la bomba.

7EZDR



DISPLAY (TERMINAL)

El terminal gráfico pGDX de 4.3 pulgadas es un terminal touch screen y está pensado para hacer sencilla e intuitiva la interacción del usuario con el controlador c.pCO. La tecnología electrónica utilizada y el display a 65K colores, permiten gestionar imágenes de alta calidad y funciones avanzadas para obtener un elevado estándar estético. El panel touch screen, además, facilita la interacción hombre-máquina haciendo, de hecho, más fácil la navegación entre las distintas pantallas.



MONITOREO REMOTO

La solución con el controlador c.pCO está habilitada para usar en la nube con la plataforma Tera, simplemente conectando el conector de Ethernet a la red de su hogar u oficina, sin la necesidad de una caja de conexión externa, por lo tanto, el enfriador puede ser monitoreado haciendo uso solamente de su computadora portátil, Tablet o dispositivo móvil y tener la posibilidad de:

- Recibir alarmas en tiempo real
- Modificar la configuración de parámetros
- Registrar variables
- Visualizar gráficos dinámicos
- Efectuar actualización de software remota

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



CARACTERISTICAS

UNIDAD		7EZDR		
MODELO		40	50	60
CIRCUITOS		2		
PESO (lb)		2265	2240	2350
REFRIGERANTE	TIPO	R-410A		
	CARGA (lb)	63	82	98
COMPRESOR	TIPO	SCROLL		
	CANTIDAD	4		
	POTENCIA (kW) *	8.6	11.2	13.1
EVAPORADOR	TIPO	CASCO - TUBO		
	CANTIDAD	1		
	NUMERO CIRCUITOS	2		
	PRES. DISEÑO (REF)	630 PSI		
	PRES. DISEÑO (AGUA)	150 PSI		
VENTILADOR	TIPO	AXIAL		
	SENTIDO FLUJO AIRE	VERTICAL		
	CANTIDAD	4		
	DIAMETRO (Pulg)	30		
	CAUDAL NOM. (C.F.M.)	49023		
MOTOR	POTENCIA (HP)	1.0		
	CANTIDAD	4		
	VELOCIDAD (r.p.m.)	1075		
SERPENTIN	TIPO	ALETA - TUBO		
	MATERIAL	COBRE - ALUMINIO		
	CANTIDAD	4		
	FILAS	2		
	AREA TOTAL (PIE ²)	82.9	100.3	122.1
CONEXIONES	ENTRADA (Pulg)	3		
	SALIDA (Pulg)	3		
	DRENAJE (Pulg)	3/4		

Información para enfriadores sin Bombeo de Agua.
Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.
*NOTA: Consumo de compresores para T.Evap = 38°F y T.Cond = 110°F

CAIDA PRESION DEL AGUA EN EL EVAPORADOR

UNIDAD		7EZDR		
MODELO		40	50	60
CAIDA DE PRESION (PSI)		3.5	5.2	7.2

*Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



DATOS ELECTRICOS 208V- 230V / 3Ph / 60 Hz

UNIDAD		7EZDR		
MODELO		40	50	60
CIRCUITOS		2		
COMPRESOR	CANTIDAD	4		
	AMPERAJE (ILA) (c/u)	33.3	51.3	55.8
	AMPERAJE (IRA) (c/u)	239	300	340
	I-OPER MAX (Amp)	44	59	74
	VOLTAJE	200-230		
	VOLTAJE MAXIMO	253		
	VOLTAJE MINIMO	180		
	POTENCIA NOM. (kW) (#1)	11.1	14	16.3
MOTOR	CANTIDAD	4		
	POTENCIA (kW)	0.75		
	AMPERAJE (ILA)	5.7		
	VELOCIDAD (r.p.m.)	1140		
	FASES	3		

*Los datos eléctricos corresponden a un solo motor

*NOTA #1: Consumo de compresores para T.Evap = 45°F y T.Cond = 130°F

*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

DATOS ELECTRICOS 460V / 3Ph / 60 Hz

UNIDAD		7EZDR		
MODELO		40	50	60
CIRCUITOS		2		
COMPRESOR	CANTIDAD	4		
	AMPERAJE (ILA) (c/u)	17.9	22.4	26.3
	AMPERAJE (IRA) (c/u)	125	150	179
	I-OPER MAX (Amp)	22	31	35
	VOLTAJE	460		
	VOLTAJE MAXIMO	506		
	VOLTAJE MINIMO	414		
	POTENCIA NOM. (kW) (#1)	11.1	14	16.3
MOTOR	CANTIDAD	4		
	POTENCIA (kW)	0.75		
	AMPERAJE (ILA)	2.9		
	VELOCIDAD (r.p.m.)	1140		
	FASES	3		

*Los datos eléctricos corresponden a un solo motor

*NOTA #1: Consumo de compresores para T.Evap = 45°F y T.Cond = 130°F

*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



CAPACIDAD Y CONSUMO

MODELO	TAS °F	TEMPERATURA DEL AIRE ENTRANDO AL CONDENSADOR (°F)					
		75°F			85°F		
		CAP	CONS	CAUD	CAP	CONS	CAUD
40	42	42.62	40.27	112.95	40.77	43.96	108.04
	44	44.00	40.62	116.60	42.09	44.53	111.53
	46	45.41	41.10	120.33	43.41	45.08	115.05
50	42	48.17	43.25	127.64	46.24	48.56	122.54
	44	49.69	43.82	131.68	47.77	49.13	126.59
	46	51.26	44.33	135.85	49.31	49.73	130.68
60	42	57.80	51.56	153.17	54.76	56.97	145.12
	44	60.00	52.47	159.00	56.83	58.09	150.61
	46	62.29	53.53	165.07	58.94	59.22	156.19

MODELO	TAS °F	TEMPERATURA DEL AIRE ENTRANDO AL CONDENSADOR (°F)					
		95°F			105°F		
		CAP	CONS	CAUD	CAP	CONS	CAUD
40	42	38.69	48.26	102.52	36.04	53.43	95.50
	44	39.88	48.86	105.68	37.17	54.03	98.50
	46	41.11	49.41	108.95	38.33	54.58	101.56
50	42	43.48	54.21	115.22	39.68	59.90	105.16
	44	44.95	54.78	119.11	41.03	60.47	108.72
	46	46.39	55.39	122.94	42.38	60.98	112.29
60	42	51.05	62.97	135.28	46.79	70.33	123.98
	44	52.88	64.10	140.13	48.55	71.05	128.66
	46	54.82	65.33	145.26	50.35	72.15	133.43

TAS : Temperatura del Agua Saliendo del Evaporador en °F
 CAUD: Caudal de agua en el evaporador en G.P.M.
 CONS: Consumo de energía de la unidad en kW

CAP : Capacidad en Toneladas de Refrigeración (TR)
 NOTA : Capacidad y Consumo para T.Evap = 38°F y T.Cond = 110°F

Nota: Fuente: TECAM, 2018

7EZDR



DIMENSIONES

ENFRIADOR DE AGUA 7EZDR 40-50-60

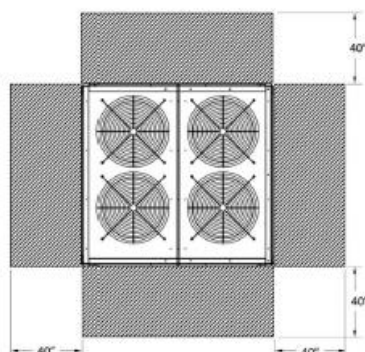


Figura 1.

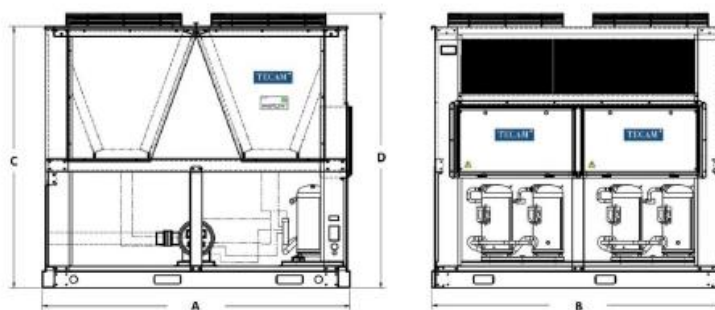


Figura 2.

(EN PULGADAS)

MODELO	DIMENSIONES			
	A	B	C	D
7EZDR 40	93.2	88.5	79.1	81.5
7EZDR 50	93.2	88.5	79.1	81.5
7EZDR 60	93.2	88.5	89.6	92.1

*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

Nota: Fuente: TECAM, 2018

Anexo 5. Ficha técnica bomba de recirculación de agua



Contact
E-mail
Phone
Fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name Untitled project 2021-11-09 02:42:15.723
Project ID

Date 09.11.2021

Pos.no	Quant.	Description	PG
1		<p>BOMBA DE RECIRCULACION DE AGUA BAC 1-2 Stratos GIGA 65/1-38/3,8 High-efficiency in-line pump with EC motor of energy efficiency class IE5 in accordance with IEC 60034-30-2 and electronic power adjustment in glanded pump construction. The pump is configured as a single-stage low-pressure centrifugal pump with flange connection and mechanical seal. The Stratos GIGA has been predominantly designed for pumping heating water (acc. to VDI 2035), cold water and water-glycol mixtures without abrasive substances in heating, air-conditioning and cooling systems.</p> <p>Design: - Single-stage low-pressure centrifugal pump with one-piece shaft in monobloc design - Spiral housing in in-line design (suction and pressure ports with the same flanges in a line) - PN 16 flange – drilled according to EN 1092-2 - Pressure measuring connections (R 1/8) for mounted differential pressure sensor (version ...-R1 without differential pressure sensor) - Pump housing and motor flange with cataphoretic coating as standard - Mechanical seal for pumping water up to T_{max.} = +140 °C. A glycol admixture of 20 % to +40 % by volume is permitted up to T = +40 °C. An alternative mechanical seal must be provided in water-glycol mixtures with glycol proportions > 40 % up to maximum 50 % by volume and a fluid temperature of > +40 °C up to maximum +120 °C or fluids other than water. - Connection voltages: 3~480 V +-10 % 50/60 Hz; 3~440 V +-10 % 50/60 Hz; 3~400 V +-10 % 50/60 Hz; 3~380 V -5 % +10 % 50/60 Hz</p> <p>Accessories: - Mounting brackets for fixing to the foundation - Differential pressure sensor sets 0 – 10 V for pumps in ...-R1 version - IR-Monitor - IR-Stick - IF module PLR - IF module LON - IF module Modbus - IF module BACnet - IF module CAN</p> <p>Standard equipment: - Green button manual operation level for: - Pump On/Off - Selecting the control mode: Δp-c (constant differential pressure), Δp-v (variable differential pressure), PID controller, n-constant (constant speed) - Setpoint and speed adjustment - Configuration of operating parameters - Fault acknowledgement - Pump display for displaying: - Control mode - Setpoint (e.g. differential pressure or speed) - Error and warning messages - Actual values (e.g. power consumption, actual value of the sensor) - Operating data (e.g. operating hours, energy consumption) - Status data (e.g. status of SSM and SBM relay) - Device data (e.g. pump name) - Operating mode (only for twin-head pump operation: main/standby operation, parallel operation) - Status of the pressure values correction</p> <p>Additional functions: - Analogue interfaces 0 – 10 V, 2 – 10 V, 0 – 20 mA, 4 – 20 mA, built-in dual pump management.</p>	

Subject to change

Software version Spaix, Version 4.3.13 - 2021/02/23 (Build 180)
Data version 04.10.2021

Pages 1 / 5

Nota: Fuente: WILO, 2021



Contact
E-mail
Phone
Fax
Customer

Contact
E-mail
Phone

Tender text

Project name Untitled project 2021-11-09 02:42:15.723

Project ID

Date 09.11.2021

Pos.no	Quant.	Description	PG
		<p>two configurable signalling relays for operating and fault messages, configurable fault response adapted to HVAC applications, access disable on the pump, built-in full motor protection (PTC thermistor sensor) with trip electronics, condensation drain holes in the motor housing as standard (sealed in delivered condition), infrared interface for wireless communication with the operating and service unit Wilo-IR Monitor and Wilo IR-Stick, plug-in position for Wilo IF modules Modbus, BACnet, CAN, PLR, LON for connecting to the building automation.</p> <p>Operating data Fluid media: Water 100 % Fluid temperature: 20,00 °C Requested flow: 131,00 US g.p.m. Requested head: 75,00 ft Fluid temperature: -20...140 °C Ambient temperature: 0...40 °C Maximum operating pressure: 16 bar Note on dimensioning: 16 bar to 120°C, 13 bar to 140°C Minimum efficiency index (MEI): ≥ 0.7</p> <p>Motor data Motor efficiency class: IE5 Interference emission: EN 61800-3 Interference immunity: EN 61800-3 Mains connection: 3~400V/60 Hz Rated power: 3,8 kW Max. speed: 4610 1/min Rated current: 7,6 A Insulation class: F Protection class motor: IP55 Motor protection: PTC integrated</p> <p>Materials Pump housing: 5.1301/EN-GJL-250 Impeller: PPS-GF40 Shaft: 1.4542 Shaft seal: AQ1EGG Lantern: 5.1301, EN-GJL-250 cataphoretic-coated</p> <p>Installation dimensions Pipe connection on the suction side: DN 65, PN 16 Pipe connection on the discharge side: DN 65, PN 16 Port-to-port length: 340 mm</p> <p>Information for order placements Brand: Wilo Product description: Stratos GIGA 65/1-38/3,8 Net weight, approx.: 45 kg Article number: 2170128</p>	

Nota: Fuente: WILO, 2021



Contact
E-mail
Phone

Customer

Contact
E-mail
Phone

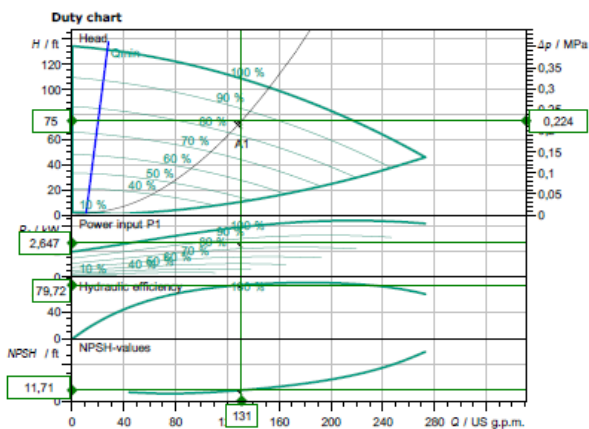
Technical data

Glanded high-efficiency single pump
Stratos GIGA 65/1-38/3,8

Project name Untitled project 2021-11-09 02:42:15.723

Project ID
Installation location
Customer pos.no

Date 09.11.2021



Requested data

Flow	131,00 US g.p.m.
Head	75,00 ft
Media	Water 100 %
Fluid temperature	20,00 °C
Density	998,20 kg/m ³
Kin. viscosity	1,00 mm ² /s

Hydraulic data (Duty point)

Flow	131,00 US g.p.m.
Head	75,00 ft
Power input P1	2,65 kW
NPSH	11,71 ft

Product data

Glanded high-efficiency single pump
Stratos GIGA 65/1-38/3,8
Kind of operation n-const
Max. operating pressure 1,6 MPa
Fluid temperature -20 °C ... +140 °C
Max. ambient temperature 40 °C
Minimum efficiency index (MEI) ≥ 0.7

Motordata per Motor/Pump

Motor design	EC motor
Efficiency class	IE5
Mains connection	3~ 400 V / 60 Hz
Permitted voltage tolerance	+/-10 %
Max. speed	4600 1/min
Rated power P2	3,80 kW
Rated current	7,60 A
Degree of protection	IP55
Insulation class	F
Motor protection	PTC Integrated

Fitting dimensions

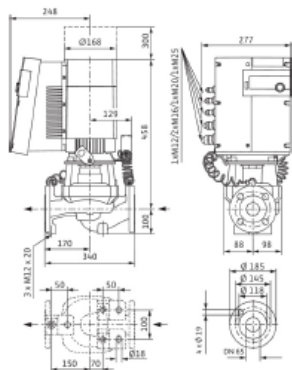
Pipe connection on the suction side DN 65, PN 16
Pipe connection on the pressure side DN 65, PN 16
Port to Port 340 mm

Materials

Pump housing	5.1301/EN-GJL-250
Impeller	PPS-GF40
Lantern	5.1301, EN-GJL-250 cataphoretic-coat
Shaft	1.4542
Shaft seal	AQ1EGG

Information for order placements

Weight approx.	45 kg
Item number	2170128



Subject to change

Software version Spalix, Version 4.3.13 - 2021/02/23 (Build 180)
Data version 04.10.2021

Pages 3 / 5

Nota: Fuente: WILO, 2021



Contact
E-mail
Phone

Customer

Contact
E-mail
Phone

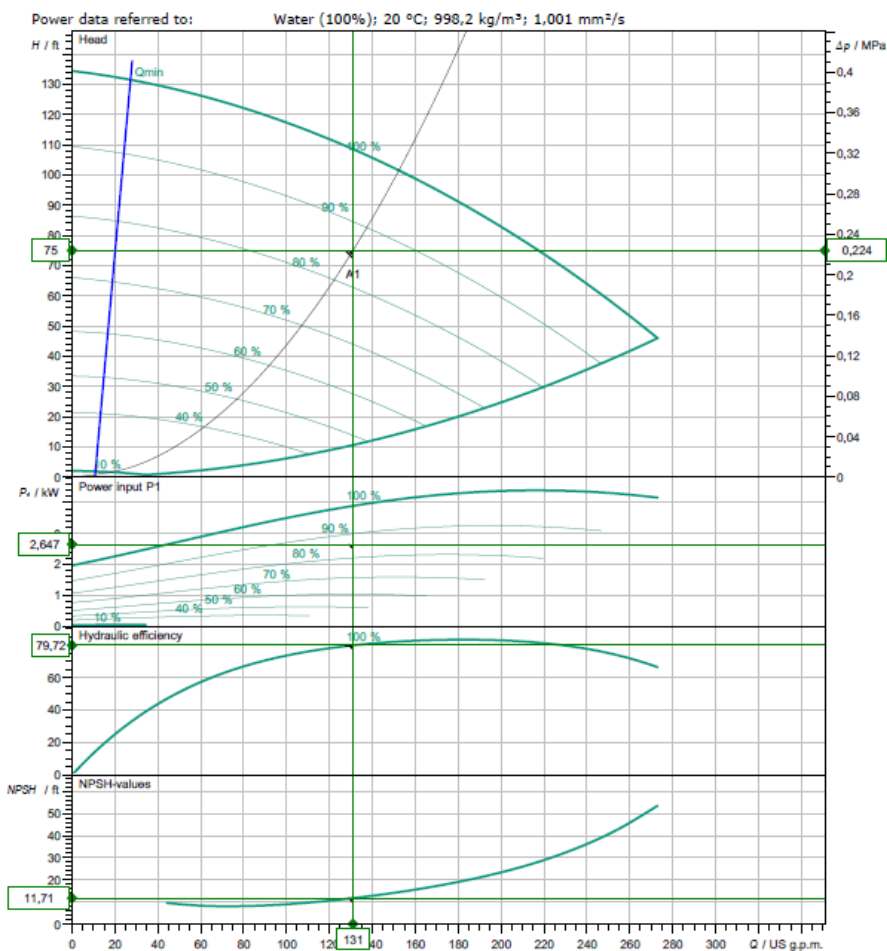
Hydraulic data
Glanded high-efficiency single pump
Stratos GIGA 65/1-38/3,8

Project name: Untitled project 2021-11-09 02:42:15.723
Project ID:
Installation location:
Customer pos.no:

Date 09.11.2021

Operating data

Speed 4610 1/min	Frequency 60 Hz	Duty point Q = 131,00 US g.p H = 75,00 ft	Suction port DN 65	Discharge port DN 65
---------------------	--------------------	--	-----------------------	-------------------------



Subject to change

Software version Spax, Version 4.3.13 - 2021/02/23 (Build 180)
Data version 04.10.2021

Pages 4 / 5

Nota: Fuente: WILO, 2021



Contact
E-mail
Phone

Customer

Contact
E-mail
Phone

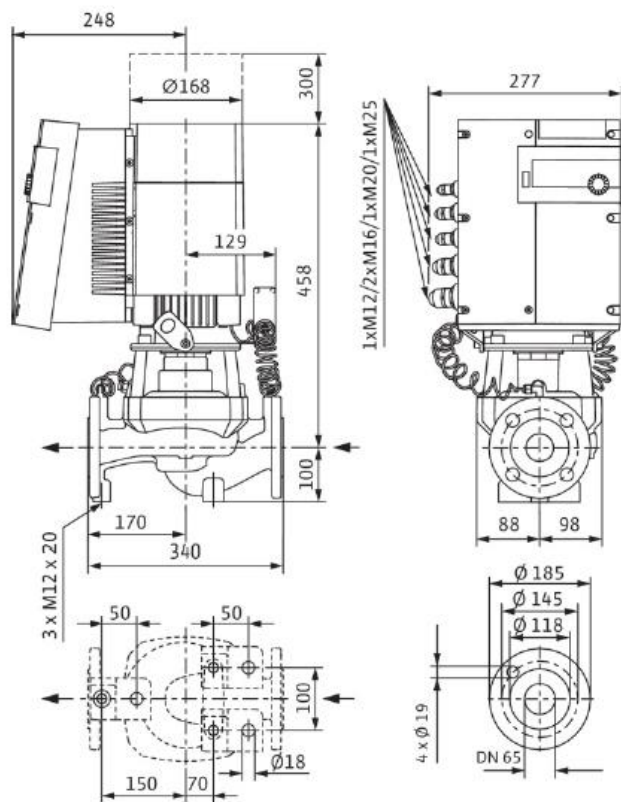
Dimensions

Glanded high-efficiency single pump
Stratos GIGA 65/1-38/3,8

Project name Untitled project 2021-11-09 02:42:15.723

Project ID
Installation location
Customer_pos.no

Date 09.11.2021



with differential pressure sensor

Suction side DN 65, PN 16
Discharge side DN 65, PN 16

Dimensions

mm

Name	Value	Name	Value	Name	Value	Name	Value

Subject to change

Software version Spelix, Version 4.3.13 - 2021/02/23 (Build 180)
Data version 04.10.2021

Pages 5 / 5

Nota: Fuente: WILO, 2021