

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AGUA-AIRE PARA EL  
SECTOR QUIRÚRGICO DEL MEGA LABORATORIO CLÍNICO  
UNIVERSITARIO DE LA UNA PUNO”.**

**TESIS**

PRESENTADO POR:

**FRANK ROLEXS CRUZ YUCRA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Puno-Perú  
2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AGUA-AIRE PARA EL  
SECTOR QUIRÚRGICO DEL MEGA LABORATORIO CLÍNICO  
UNIVERSITARIO DE LA UNA PUNO

**TESIS PRESENTADA POR:**

**FRANK ROLEXS CRUZ YUCRA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**


APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



**PRESIDENTE**

:   
M.Sc. WALTER OSWALDO PAREDES  
PAREJA

**PRIMER MIEMBRO**

:   
Ing. LEONEL MARINO CASTILLO  
ENRÍQUEZ

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
M.Sc. ALVARO P. CAMACHO  
ASTOQUILCA

**DIRECTOR DE TESIS**

:   
M.Sc. JOSE MANUEL RAMOS  
CUTIPA

Puno-Perú  
2017

ÁREA : MECÁNICA.  
TEMA : CLIMATIZACIÓN.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo y todas mis metas cumplidas a Dios por ser fuente de fe y fortaleza y permitirme compartir mis alegrías con las personas que más amo, mi familia.

A mis padres: Lucio Cruz y Melida Yujra que me han brindado su infinito amor y apoyo incondicional, por educarme con sus valores para ser una persona de bien, con inmensa gratitud por el aliento para la culminación de esta profesión.

A mis hermanos: Yisela, Melisa, Elizabeth, Richard y Diana.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme la oportunidad de la vida, llenarme de bendiciones y haber culminado mis estudios.

A mis padres Lucio y Melida por haberme brindado todo el apoyo, comprensión, cariño y aguante de todos estos años, por sus sabios consejos y hacer de mi un hombre de bien al igual que a mis hermanas Yisela, Melisa, Elizabeth, Richard y Diana, por haberme acompañado en todo este camino, por las risas compartidas en los momentos difíciles por el apoyo moral e incondicional que siempre me brindaron.

A mi director de tesis ingeniero José Ramos, por su comprensión, paciencia y apoyo en todo momento para la culminación de la tesis.

Al ingeniero Armado Cruz, por sus sabios consejos y apoyo a resarcir las ideas de la presente tesis.

A los ingenieros Miguel Tupayachi y Néstor Tapia, encargados de la ejecución de la obra en estudio, quienes fueron los que impulsaron la idea de tesis y su apoyo incondicional en todo momento.

A mis amigos y compañeros de trabajo Rosita, Melisa, Cesar y Henry que siempre estuvieron impulsando la culminación de esta tesis.

**Muchas Gracias,  
Frank Cruz  
Julio, 2017**

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	5
RESUMEN .....	15
ABSTRACT .....	16
INTRODUCCIÓN .....	17
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..	19
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.1.1. PROBLEMA GENERAL .....	20
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	20
1.1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.1.4. OBJETIVO GENERAL .....	21
1.1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	26
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	26
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	26

2.5. INTRODUCCIÓN AL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.....	26
2.6. COMPOSICIÓN DEL AIRE .....	28
2.7. CONDICIONES DE BIENESTAR.....	28
2.8. EFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS .....	30
2.9. NECESIDAD DE VENTILAR UN LOCAL .....	31
2.10. PROPIEDADES DEL AIRE .....	32
2.11. ESTUDIO DEL LOCAL, CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TÉRMICA .....	33
2.12. ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE ACONDICIONAMIENTO DEL RECINTO .....	34
2.13. ÁREAS HOSPITALARIAS Y SUS NECESIDADES .....	35
2.14. CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIA .....	36
2.14.1. RESTRICCIONES DE LA CLIMATIZACIÓN SEGÚN ÁREAS DE RIESGO .....	37
2.15. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIA .....	37
2.15.1. CLASIFICACIÓN.....	37
2.15.2. FUNCIONES BÁSICAS.....	40
2.15.3. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	41
2.15.4. ELEMENTOS Y EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN.....	43
CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	49
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN .....	50

3.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	50
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN. 50	
3.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	51
3.7. PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS .....	51
3.8. DISEÑO ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	52
CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
4.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	53
4.1.1. CONDICIONES INTERIORES .....	55
4.1.2. CONDICIONES EXTERIORES.....	56
4.2. MÉTODOS DE CÁLCULO .....	59
4.3. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR U DE LOS CERRAMIENTOS .....	59
4.4. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA DE CALEFACCIÓN.....	64
4.4.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN Y CONVECCIÓN.....	65
4.4.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN .....	65
4.4.3. PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN DE AIRE.....	65
4.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA DE AIRE ACONDICIONADO .....	67
4.5.1. CARGA TÉRMICA SENSIBLE.....	68
4.5.2. CARGA TÉRMICA LATENTE .....	71
4.6. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE HUMIDIFICACIÓN.....	78
4.7. DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO .....	84

4.7.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS.....	85
4.8. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR EN TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE.....	88
4.8.1. CÁLCULO DE ESPESORES MÍNIMOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS .....	90
4.9. DISEÑO DE LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN.....	92
4.9.1. DISEÑO DE CONDUCTOS QUIRÓFANO 1 Y 2 .....	94
4.9.2. DISEÑO DE CONDUCTOS SALA DE PREPARACIÓN Y RECUPERACIÓN .....	95
4.9.3. DISEÑO DE CONDUCTOS SALA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS .....	98
4.9.4. DISEÑO DE CONDUCTOS AISLADO MEDICINA Y CIRUGÍA GENERAL .....	100
4.10. CALCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR EN LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN .....	102
CONCLUSIONES .....	111
RECOMENDACIONES .....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	113



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de variables.....	26
<b>Tabla 2:</b> Composición del aire en volumen.....	28
<b>Tabla 3:</b> Principales áreas hospitalarias.....	35
<b>Tabla 4:</b> Renovaciones, temperatura y humedad en establecimientos de salud del segundo nivel de atención.....	48
<b>Tabla 5:</b> Área y volumen de ambientes a climatizar.....	55
<b>Tabla 6:</b> Condiciones interiores por ambientes.....	56
<b>Tabla 7:</b> Coeficiente global U muro de cabeza al interior.....	61
<b>Tabla 8:</b> Coeficiente global U muro de cabeza al exterior.....	61
<b>Tabla 9:</b> Coeficiente global U muro doble de sogá al interior con lámina de aire.....	62
<b>Tabla 10:</b> Coeficiente global U muro doble de sogá al exterior con lámina de aire.....	62
<b>Tabla 11:</b> Coeficiente global U muro de sogá en el interior.....	62
<b>Tabla 12:</b> Coeficiente global U piso de concreto acabado en vinílico.....	63
<b>Tabla 13:</b> Coeficiente global U piso de concreto acabado en porcelanato.....	63
<b>Tabla 14:</b> Coeficiente global U puerta contraplacada MDF.....	63
<b>Tabla 15:</b> Coeficiente global U losa aligerada con tarrajeo interior.....	63
<b>Tabla 16:</b> Coeficiente global U losa aligerada con baldosa suspendida.....	64
<b>Tabla 17:</b> Resumen de coeficientes de transmisión total U para los cerramientos.....	64
<b>Tabla 18:</b> Pérdidas de calor por transferencia en cerramientos de la sala de cuidados intensivos.....	67
<b>Tabla 19:</b> Resumen de carga térmica de calefacción por ambientes.....	67

<b>Tabla 20:</b> Resumen de cálculos de ganancias de calor sensible. ....	76
<b>Tabla 21:</b> Resumen de cálculo de ganancias de calor latente y total. ....	76
<b>Tabla 22:</b> Resumen cálculo de potencia de humidificación .....	83
<b>Tabla 23:</b> Longitud equivalente para accesorios y equipos .....	87
<b>Tabla 24:</b> Pérdidas de carga en tuberías de agua caliente .....	87
<b>Tabla 25:</b> Cálculo de coeficiente de convección del agua .....	90
<b>Tabla 26:</b> Espesor mínimo de aislamiento y pérdidas de calor en tuberías.....	91
<b>Tabla 27:</b> Caudal para los ambientes a ventilar.....	93
<b>Tabla 28:</b> Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad m/s .....	94
<b>Tabla 29:</b> Dimensionamiento conducto de inyección para quirófano 1 y 2.....	95
<b>Tabla 30:</b> Dimensionamiento conducto de extracción para quirófano 1 .....	95
<b>Tabla 31:</b> Dimensionamiento rejilla de inyección y extracción quirófanos 1 y 2 .....	95
<b>Tabla 32:</b> Dimensionamiento conducto de extracción para quirófano 2 .....	95
<b>Tabla 33:</b> Dimensionamiento conducto de inyección de la sala de preparación y recuperación .....	97
<b>Tabla 34:</b> Dimensionamiento conductos de extracción de la sala de preparación y recuperación.....	97
<b>Tabla 35:</b> Dimensionamiento difusor y rejilla en sala de preparación y recuperación .....	98
<b>Tabla 36:</b> Dimensionamiento conductos de inyección de la unidad de cuidados intensivos .....	98
<b>Tabla 37:</b> Dimensionamiento conductos de extracción de la unidad de cuidados intensivos. ....	100

<b>Tabla 38:</b> Dimensionamiento difusor y rejilla de inyección y extracción. ....	100
<b>Tabla 39:</b> Dimensionamiento conductos de inyección aislado medicina y cirugía general .....	101
<b>Tabla 40:</b> Dimensionamiento conductos de extracción aislado medicina y cirugía general .....	102
<b>Tabla 41:</b> Dimensionamiento difusor y rejilla de inyección y extracción .....	102
<b>Tabla 42:</b> Pérdidas de calor en conductos de ventilación.....	104
<b>Tabla 43:</b> Capacidad de diseño mínimo para la selección de los equipos de aire acondicionado y calefacción .....	107
<b>Tabla 44:</b> cuadro de cargas, por ambientes climatizados.....	108
<b>Tabla 45:</b> Equipos de calefacción recomendados .....	109
<b>Tabla 46:</b> Equipos de aire acondicionado recomendados para quirófanos. ...	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Zonas de confort de temperatura y humedad de aire en interiores..	30
<b>Figura 2:</b> Efecto de la distribución de temperaturas .....	31
<b>Figura 3:</b> Componentes de la ganancia de calor del recinto .....	34
<b>Figura 4:</b> Sistema autónomo o unitario .....	38
<b>Figura 5:</b> Sistema todo agua .....	39
<b>Figura 6:</b> Sistema todo aire .....	39
<b>Figura 7:</b> Sistema aire-agua.....	40
<b>Figura 8:</b> Esquema básico de ventilación en un sistema típico de climatización .....	41
<b>Figura 9:</b> Esquema básico de una unidad manejadora de aire caliente UMAC .....	44
<b>Figura 10:</b> Partes de un ventilador centrífugo .....	46
<b>Figura 11:</b> Ciclo de refrigeración mecánica.....	47
<b>Figura 12:</b> Vías de acceso al Megalaboratorio clínico universitario de la UNA- Puno.....	54
<b>Figura 13:</b> Ubicación del Mega-laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno .....	54
<b>Figura 14:</b> Ubicación de la zona quirúrgica dentro del Mega-laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno .....	55
<b>Figura 15:</b> Temperaturas promedio mensual máximas .....	56
<b>Figura 16:</b> Temperaturas promedio mensual mínimas.....	57
<b>Figura 17:</b> Humedad relativa promedio mensual.....	57
<b>Figura 18:</b> Temperatura de bulbo húmedo promedio mensual a las 13 horas del día .....	58

<b>Figura 19:</b> Métodos de calculo de carga térmica y su complejidad .....	59
<b>Figura 20:</b> Ganancias de calor sensible .....	77
<b>Figura 21:</b> Ganancias de calor lantente .....	78
<b>Figura 22:</b> Diagrama psicrométrico (software Buy CYTSoft Psychrometric Chart 2.2).....	79
<b>Figura 23:</b> Datos para el cálculo del flujo de masa del humidificador.....	82
<b>Figura 24:</b> Esquema circuito hidráulico .....	84
<b>Figura 25:</b> Componentes de la tubería de agua caliente.....	88
<b>Figura 26:</b> Esquema de conductos de aire en la sala de preparación y recuperación .....	96
<b>Figura 27:</b> Esquema de conductos de aire en la sala de unidad de cuidados intensivos .....	99
<b>Figura 28:</b> Esquema de conductos de aire en aislados medicina y cirugía general .....	101
<b>Figura 29:</b> Porcentaje de pérdidas de calor de todo el sistema .....	106

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Tabla de resistencia térmica R de materiales de construcción y de aislamiento ( $^{\circ}\text{C m}^2\text{h/ kcal}$ ).....	116
<b>Anexo B:</b> Conductividad térmica de materiales utilizados en cerramientos ..	119
<b>Anexo C:</b> Tabla de aportaciones solares a través de vidrio sencillo. ....	121
<b>Anexo D:</b> Tabla de las máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo .....	124
<b>Anexo E:</b> Tabla de correcciones de las diferencia equivalentes de temperatura .....	125
<b>Anexo F:</b> Tabla de correcciones de las condiciones de proyecto en función del mes considerado.....	125
<b>Anexo G:</b> Diferencia equivalente de temperatura.....	126
<b>Anexo H:</b> Espesor (mm) según la temperatura del fluido, para condiciones estándar .....	127
<b>Anexo I:</b> Historial de temperaturas en la ciudad de puno.....	128
<b>Anexo J:</b> Planillas de cálculos carga térmica de calefacción y aire acondicionado .....	129
<b>Anexo K:</b> PRESUPUESTO.....	138
<b>Anexo L:</b> Ficha técnica de equipos recomendados aire acondicionado.....	141
<b>Anexo M:</b> Ficha técnica unidades manejadoras de aire .....	144
<b>Anexo N:</b> Ficha técnica calentador de agua.....	147
<b>Anexo O:</b> PLANOS .....	148

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema climatización agua-aire para el sector quirúrgico del mega-laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno. Para dar confort en los ambientes de tratamiento de salud. Se tiene como muestra de estudio el sector quirúrgico del Megalaboratorio clínico, y la población es toda la infraestructura el cual cuenta con 8 sectores, el tipo de investigación a desarrollar es descriptivo no experimental, se realiza los cálculos de carga térmica de calefacción y aire acondicionado, potencia de humidificación, pérdidas de calor en tubería de agua y conductos de ventilación, para este fin se tomó datos de tablas del manual de aire acondicionado de Carrier, fichas técnicas de materiales y datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI. El diseño del sistema de climatización agua-aire, asegurara las condiciones de confort con un rendimiento energético de 73.64%, brindando los parámetros adecuados de temperatura, humedad relativa, ventilación y tratamiento de aire. La carga térmica de aire acondicionado es -16536 Kcal/h esto indica que no tiene influencia en la climatización, al contrario, se requiere calefacción; el cual influye en un 100% en la climatización del sector quirúrgico con una carga térmica total de 82548.00Kcal/h. Las pérdidas de calor en las tuberías de agua caliente, influyen en un 5.58% en el rendimiento total del sistema agua-aire, cuantificando esta energía es 4005.68Kcal/h. Las pérdidas de calor se en los conductos de aire influyen en un 7.73% en el rendimiento total del sistema agua-aire, cuantificando esta energía es 5552.85Kcal/h.

**PALABRAS CLAVE:** Climatización, carga térmica, calefacción, aire acondicionado, temperatura de confort, humidificación, ventilación.

## ABSTRACT

The present research work aims to design an air-conditioning system for the surgical sector of the university clinical mega-laboratory of the UNA-Puno. To give comfort in the environments of health treatment. The study shows the surgical sector of the clinical Megalaboratorio, and the population is the entire infrastructure which has 8 sectors, the type of research a development is non-experimental descriptive, calculations of heating and air conditioning, Humidification power, heat losses in water pipes and ventilation ducts, for this purpose, board data was taken from Carrier's air conditioning manual, material data sheets and meteorological data provided by SENAMHI. The design of the air conditioning system ensures comfort conditions with an energy efficiency of 73.64%, providing the appropriate parameters of temperature, relative humidity, ventilation and air treatment. The thermal load of the air conditioning is -16536 Kcal/h this indicates that it has no influence on the air conditioning, on the contrary, the heating is required; Which influences 100% in the air conditioning of the surgical sector with a total thermal load of 82548.00Kcal/h. Heat losses in the hot water pipelines, influence the 5.58% in the total yield of the water system, quantifying this energy is 4005.68Kcal/h. The heat losses in the air ducts influence 7.73% in the total water system performance, quantifying this energy is 5552.85Kcal / h.

**Key words:** Air conditioning, thermal load, heating, air conditioning, comfort temperature, humidification, ventilation.



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de acondicionamiento de aire y climatización en los centros de salud son un requisito muy indispensable en la actualidad, debido a que gracias a estas instalaciones se crea un ambiente no solo de confort, sino que también propicio para los tratamientos de salud, debido a que los ambientes requieren ciertos requisitos de temperatura, humedad relativa y pureza del aire según los reglamentos vigentes.

Por esto, día a día van tomando parte del paquete de requerimientos básicos de una edificación de salud. Por otro lado, el uso del aire acondicionado y climatización debe realizarse con un buen juicio debido a que ellos causan un importante consumo energético sobre todo cuando se utilizan de manera indiscriminada o sobredimensionada.

En la ciudad de Puno, se tiene un ambiente muy frígido en los meses de junio y julio, con temperaturas mínimas de hasta bajo cero, por lo cual para estos meses es de vital importancia un sistema de calefacción que es parte de un sistema de climatización. Y ya para los meses más calurosos por decirlo así, debido a que las temperaturas son las máximas en la ciudad de Puno, y que son en los meses de noviembre y diciembre, pero no llegan a las temperaturas establecidas por el reglamento, por ende, aún se sigue necesitando calefacción, pero con menos consumo energético.

La presente tesis, tiene como objetivo diseñar un sistema de climatización, para el mega-laboratorio clínico universitario de la Universidad Nacional del

Altiplano de la ciudad de Puno, centrándose en el área de mayor cuidado de este centro de salud que vendría a ser el centro quirúrgico.

**Capítulo I:** En este capítulo se da una breve descripción del entorno del problema para luego ser planteado posteriormente se traza los objetivos de la presente tesis.

**Capítulos II y III:** Se plasma el marco teórico, empezando con los antecedentes a la presente investigación, la hipótesis y la operacionalización de variables posteriormente se da las principales definiciones sobre climatización, aire acondicionado, calefacción; también sobre las necesidades de climatizar un ambiente, así como lo que establecen los reglamentos nacionales e internacionales sobre el tema.

**Capítulo IV:** En este capítulo se define el diseño metodológico de investigación, describiendo brevemente el tipo y diseño de investigación, la población y muestra de investigación, así como la ubicación y descripción de la misma.

**Capítulo V:** Este capítulo fue destinado netamente a los cálculos de carga térmica (calefacción y aire acondicionado), potencia de humidificación, diseño del circuito hidráulico, pérdidas de calor en tuberías de agua, dimensionamiento de conductos, pérdidas de calor en conductos.

**Capítulo VI:** Se interpreta los resultados.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente se viene realizando la construcción del megalaboratorio clínico de la universidad Nacional del Altiplano Puno, el cual estará al servicio de los estudiantes de la universidad, así como también a la población en general. Este megalaboratorio clínico contará con 120 camas de hospitalización aproximadamente en su etapa completa, el nivel de este establecimiento de salud según la clasificación del ministerio de salud es un hospital de nivel II-1.

Dentro de los establecimientos de salud es muy importante el confort, así como la reducción de la concentración de agentes contaminantes, tales como microorganismos, polvo, gases narcóticos, desinfectantes, sustancias odoríferas u otras sustancias contenidas dentro de los ambientes de un establecimiento de salud.

El sector quirúrgico contempla todo el primer nivel del sector D del megalaboratorio y tiene comprendido en sus instalaciones, dos salas de operaciones, un área para preparación y recuperación, una unidad de cuidados intensivos (UCI), aislados medicina general y cirugía general. Adicionalmente cuenta con áreas complementarias.

Este proyecto de tesis pretende dar una solución Óptima al sistema de climatización del sector quirúrgico del mega-laboratorio clínico de la Universidad Nacional del Altiplano Puno cumpliendo con todos los requisitos mínimos que establecen las normas nacionales e internacionales, para lo cual se calculará la

carga térmica del sector en mansión tomando en cuenta los datos proporcionados por SENAMHI y las tablas proporcionadas por los fabricantes. Luego de obtener las cargas térmicas de acuerdo a los ambientes de estudio se realizará el planteamiento y cálculo de las redes de agua y aire para cada ambiente.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1.PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera el diseño de un sistema de climatización agua - aire del sector quirúrgico del Mega laboratorio clínico universitario de la UNA Puno, asegura las condiciones de confort?

### **1.1.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿En qué medida influirá la carga térmica de refrigeración y calefacción en la climatización del sector quirúrgico?
- b) ¿En qué medida influirá las pérdidas de calor del circuito hidráulico de agua en rendimiento total?
- c) ¿En qué medida influirá las pérdidas de calor de los conductos de ventilación y extracción de aire en el rendimiento total?

### **1.1.3.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En la actualidad en la región Puno, se viene realizando la construcción de varios establecimientos de salud, como también la elaboración de expedientes técnicos para la construcción de nuevos establecimientos de salud. En muchos

casos de esta falta la afianza de la normativa vigente, y el diseño del sistema de climatización según los parámetros ambientales de la región de Puno.

Este proyecto de investigación servirá, para obtener conocimiento de las normativas vigentes nacionales e internacionales y llevar a cabo un buen diseño de las instalaciones de climatización de un establecimiento de salud en la región de Puno.

El proyecto de investigación beneficiara a la sociedad de Puno, tanto pacientes, profesionales y familiares del paciente, ya que recibirán una atención de calidad en los establecimientos de salud. Y también para profesionales de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica y profesiones afines que se dediquen a la climatización hospitalaria.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.4. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de climatización agua - aire para el sector quirúrgico del Mega laboratorio Clínico universitario de la UNA Puno, para asegurar las condiciones de confort.

### **1.1.5.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Determinar la influencia de la carga térmica de refrigeración y calefacción en la climatización sector quirúrgico.
- b) Determinar la influencia de las pérdidas de calor del circuito hidráulico de agua en el rendimiento total

- c) Determinar la influencia de las pérdidas de calor de los ductos de ventilación y extracción de aire en el rendimiento total.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Beltran Castañon & Illacutipa Mamani, 2000) La investigación realizada en la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica está relacionada al tema de climatización HVAC por sus siglas en inglés que significa Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado. El nombre de la tesis es: "Diseño, Selección, Montaje e Instalación de un Módulo de Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado para la C.P.I.M.E." El cual tiene como objetivo conocer el sistema de refrigeración y aire acondicionado de parte de los futuros profesionales de la CPIME, para desarrollar trabajos orientados a prestar servicios a la comunidad y por ende se incentivará a que la población aproveche esta tecnología en sus diferentes aplicaciones para la mejora de la calidad de vida de los pobladores de la zona.

(Dorregaray Portilla, 2008) En la ciudad de Lima, Universidad Pontificia Católica del Perú, se realizó una investigación sobre Diseño del sistema de aire acondicionado de una oficina zonal pública en Pucallpa, elaborado por Gustavo Dorregaray Portilla, el cual como por la zona de estudio fue netamente aire acondicionado debido a que en estos lugares es necesario disminuir la temperatura y la Humedad Relativa, lo cual será todo lo contrario en la ciudad de Puno. El objetivo principal fue realizar una evaluación económica de la opción seleccionada comparándola con una opción más eficiente la cual lamentablemente no se utilizó por el espacio disponible. Se incluyen precios de adquisición, instalación, ingeniería, operación y mantenimiento.

(Rodriguez Calva & Solis Cordova, 2012)El objetivo principal del proyecto de tesis fue diseñar, construir e instalar un sistema de calefacción con suministro de energía solar. El diseño es basado en una variante de la calefacción de un sistema por piso radiante, debido a las fluctuaciones en el comportamiento de las condiciones climáticas de la localidad (provincia de Chimborazo, cantón Riobamba 2750 m.s.n.m. Ecuador). Para el presente proyecto se tomó como antecedente la premisa anterior debido a que analiza la carga térmica de los ambientes en tratamiento a una considerable altitud sobre el nivel del mar, y es más llega a la conclusión de dar calefacción.

## 2.2.GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

**CAPACIDAD:** Potencial de refrigeración o calefacción del equipo de Aire Acondicionado. La capacidad se puede medir de diferentes maneras: kW, kcal/h, Btu/h.

**CLIMATIZADOR:** Aparato que sirve para que el aire de una sala, estancia o recinto cerrado tenga unas condiciones de temperatura y humedad convenientes para la salud y el confort.

**AIRE DE EXTRACCIÓN:** Aire, normalmente viciado, que se expulsa al exterior.

**AIRE DE IMPULSIÓN:** Aire que se introduce en los espacios acondicionados.

**AIRE DE RECIRCULACION:** Aire de retorno que se vuelve a introducir en los espacios acondicionados.



**AIRE DE RETORNO:** Aire procedente de los espacios acondicionados. El aire de retorno estará constituido por el aire de recirculación y, eventualmente, por el aire de expulsión.

**AIRE EXTERIOR:** Aire del ambiente exterior que se introduce en el circuito de climatización.

**KILOCALORÍA / HORA (kcal/h):** Unidad de potencia de calor  $1 \text{ kcal/h} = 1'163 \text{ W} = 3'968 \text{ BTU/h}$ .

**BOMBA DE CALOR:** Acondicionador de aire reversible. La refrigeración absorbe el calor del interior para cederlo al exterior. Mediante un sistema de válvulas, las bombas de calor invierten el ciclo para absorber calor del exterior y llevarlo al interior.

**CALOR LATENTE:** El calor latente es la cantidad de calor necesario para cambiar el estado de un cuerpo sin alterar su temperatura. Éste calor no es percibido por el cuerpo humano.

**HUMEDAD RELATIVA:** Es la cantidad de agua en forma de vapor que contiene un determinado estado de aire húmedo. Tiene un valor comprendido entre 0% y 100% y nos indica el grado de saturación. Cuando la humedad supera el 100% aparece el fenómeno niebla.

**AISLANTE TÉRMICO:** Es todo material que posee un bajo coeficiente de conductividad térmica.

## 2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El diseño del sistema de climatización agua-aire para el sector quirúrgico del Mega laboratorio Clínico universitario de la UNA Puno, asegura las condiciones de confort.

### 2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La carga térmica de invierno es mucho más influyente en el cálculo que la carga térmica de verano.
- b) Las pérdidas de calor en el circuito hidráulico de agua son poco influyentes en el rendimiento total.
- c) Las pérdidas de calor de los ductos de ventilación y extracción de aire influyen en gran medida sobre el rendimiento total.

## 2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1:** Operacionalización de variables.

Variable (es)	Dimensiones	Indicadores
Climatización (independiente)	Temperatura en el recinto, humedad relativa y ventilación mecánica	T (°C), HR (%) y RAH (m <sup>3</sup> /h)
Rendimiento energético del sistema agua-aire (dependiente)	Energía útil, Energía Total	E <sub>u</sub> (J), E <sub>T</sub> (J)

Elaboración: Propia

## 2.5. INTRODUCCIÓN AL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

El acondicionamiento de aire es un proceso que consiste en tratar un ambiente interior con el objetivo de establecer y mantener unas determinadas

condiciones de temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire. Los procesos para la obtención de cada una de estas condiciones se realizan de la siguiente manera (Gonzales, 2013)

- **Temperatura:** Calentando o enfriando (eliminando calor) el aire del ambiente.
- **Humedad:** Agregando (humidificación) o eliminando (deshumidificación) vapor de agua al aire del ambiente.
- **Movimiento del aire:** Dimensionando el sistema de distribución y difusión de aire, de manera que la velocidad del aire no sea molesta.

En general, un sistema de calefacción y/o enfriamiento tiene los siguientes componentes:

- **Producción de calor y/o frío:** El equipo de producción de calor agrega calor a un fluido (aire, agua, glicol), y el equipo de producción de frío elimina calor de un fluido.
- **Sistema de distribución:** Transporta el calor y/o el frío mediante una red de conductos (aire) o tuberías (agua, glicol) hacia los recintos a calentar o enfriar. Este sistema de incorpora un equipo de circulación para mover el aire (ventilador) o el agua (bomba).
- **Transmisión de calor y / o frío:** Transmite el calor y/o el frío entre el fluido y el recinto, mediante equipos denominados unidades terminales (difusores, fan-coils, radiadores).

## 2.6.COMPOSICIÓN DEL AIRE

Desde el punto de vista práctico podemos considerar el aire húmedo atmosférico como una mezcla de dos gases, el aire seco y el vapor de agua. El primero de composición constante y el segundo de concentración variable.

En la cuadro 2 se indica el contenido, en volumen, de los componentes del aire, sin contar con el vapor de agua.

**Tabla 2:** Composición del aire en volumen

<b>GAS</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
Nitrógeno	78.09
Oxígeno	20.95
Argón	0.93
Dióxido de carbono	0.03

Fuente: (Miranda, 2007)

## 2.7.CONDICIONES DE BIENESTAR

Está demostrado que ciertas condiciones ambientales (aproximadamente 21°C y 50% de humedad relativa) proporcionan una sensación placentera. Es evidente que la temperatura será uno de los principales parámetros a tener en cuenta. Un ambiente seco produce una sensación más agradable, en general, que uno húmedo; sin embargo, si la sequedad del aire es demasiado, pronto se manifiestan ciertos inconvenientes, como sequedad en las mucosas, exceso de electricidad estática, entre otros.

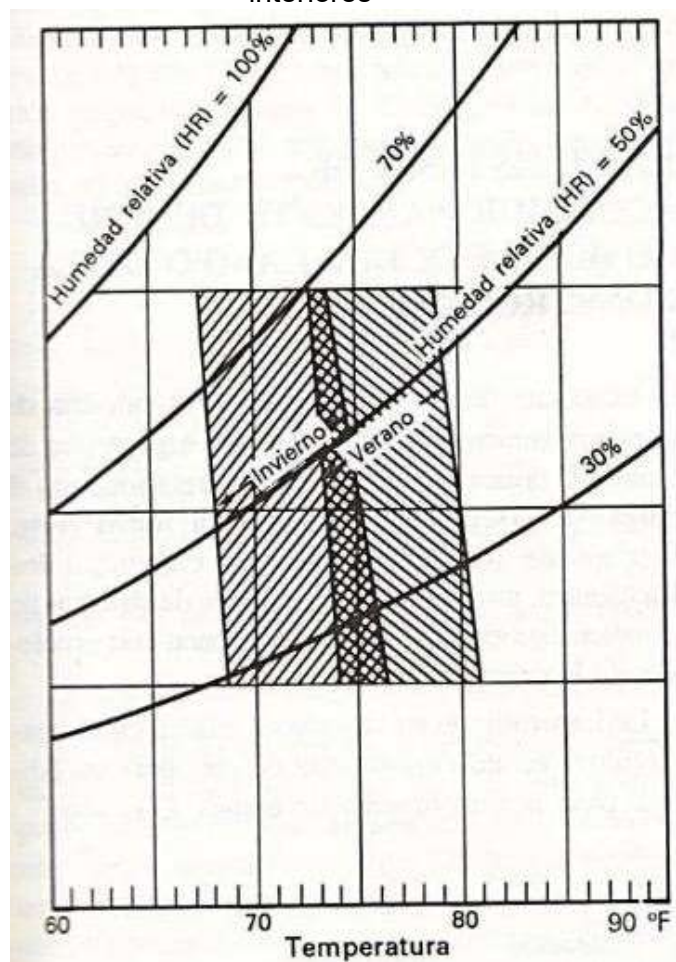
Si el ambiente es muy húmedo tenemos una sensación de ahogo, con el agravante de que no puede eliminarse fácilmente el sudor corporal. Así pues, la humedad del aire será otro parámetro a tener en cuenta.

El aire puede llevar agentes patógenos o simplemente polvo o ciertos componentes que es necesario eliminar. No son éstos los únicos factores que han de tenerse en cuenta, pero sí los más importantes. Vamos a resumirlos.

- Temperatura.
- Humedad del aire.
- Ruido.
- Ventilación y purificación del aire.

El bienestar se determina experimentalmente sometiendo a una serie de sujetos a diferentes condiciones. El resultado se recoge en unos gráficos. Estos gráficos se llaman diagramas de confort. No existe un modelo único, sino varios que recogen experiencias realizadas por diversos laboratorios o países. Uno de los más utilizados es el confeccionado por ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS) el mostrado en la figura 1.

**Figura 1:** Zonas de confort de temperatura y humedad de aire en interiores



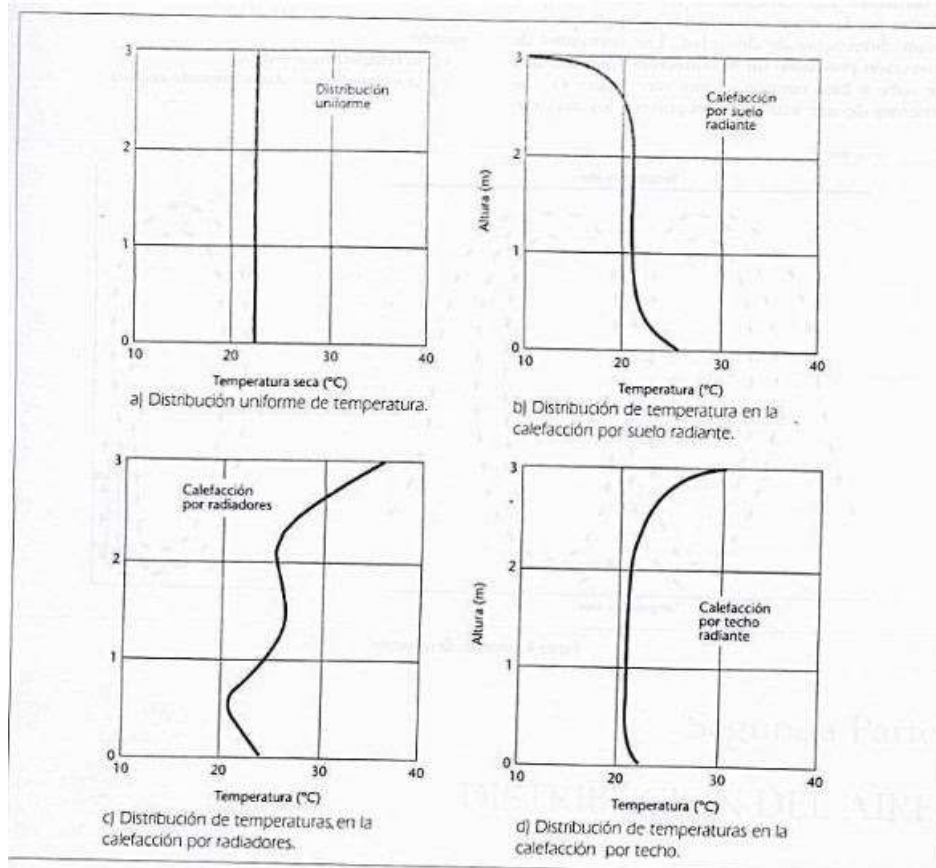
Fuente: (Pita, 2004)

## 2.8.EFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS

(Miranda, 2007) En una habitación acondicionada, la distribución de temperaturas no es uniforme. En general, dependerá del tipo de calefacción o refrigeración empleado. Este fenómeno es más crítico en el caso de la calefacción; la temperatura nos es la misma a medida que vamos subiendo.

En la figura 2 se representado la distribución ideal de temperatura:

**Figura 2:** Efecto de la distribución de temperaturas



Fuente: (Carrier Air, 1980)

**2.9.NECESIDAD DE VENTILAR UN LOCAL**

La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo, tales como el dióxido de carbono, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros contaminantes.

Debe entenderse siempre que la ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio, por ejemplo, un sistema de climatización con una recirculación del aire al 100% no puede considerarse como un sistema de ventilación. (DL2G Consultoría de Formación S.L, 2013)

## 2.10. PROPIEDADES DEL AIRE

Las propiedades físicas del aire atmosférico se definen como sigue:

1. **Temperatura del bulbo seco (BS):** Es la temperatura del aire, tal como la indica un termómetro. Las palabras temperatura y temperatura de bulbo seco se emplean para designar lo mismo tratándose del aire.
2. **Temperatura del bulbo húmedo (BH):** Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha empapada en agua, en el seno de aire en rápido movimiento.
3. **Temperatura de punto de rocío (PR):** Es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se comienza a condensar si se enfría el aire a presión constante.
4. **Relación de humedad (W):** A la cual se la llama también humedad específica. Es el peso de vapor de agua por libra de aire seco, expresado en lb/lb de aire seco.
5. **Humedad relativa (HR):** Es la relación de presión real de vapor de agua en el aire con la presión de vapor de agua si el aire estuviera saturado a la misma temperatura de bulbo seco. Se expresa en porcentaje.
6. **Volumen específico (v):** Es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco. Se expresa generalmente en  $\text{ft}^3/\text{lb}$  de aire seco.
7. **Entalpía específica (v):** Es el contenido de calor del aire, por unidad de peso. Generalmente se expresa en BTU/lb de aire seco. Esta entalpía es la entalpía del aire seco más la de su contenido de vapor de agua,



calculadas una temperatura arbitraria de referencia en la cual la entalpía tiene un valor de cero.

## **2.11. ESTUDIO DEL LOCAL, CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TÉRMICA**

(Carrier Air, 1980) Para una estimación realista de las cargas de refrigeración es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos:

- Orientación del edificio y situación del local a acondicionar
- Destino del local: oficina, hospital, local de ventas, etc.
- Dimensiones del local: largo, ancho y alto.
- Condiciones del entorno.
- Ventanas: dimensiones y situación, orientación hacia el exterior.
- Puertas: Situación, tipo, dimensiones y frecuencia de empleo.
- Escaleras y huecos verticales.
- Ocupantes:
- Alumbrado:
- Motores: situación, potencia nominal y régimen de trabajo.
- Equipos y utensilios diversos que funcionan dentro del recinto.

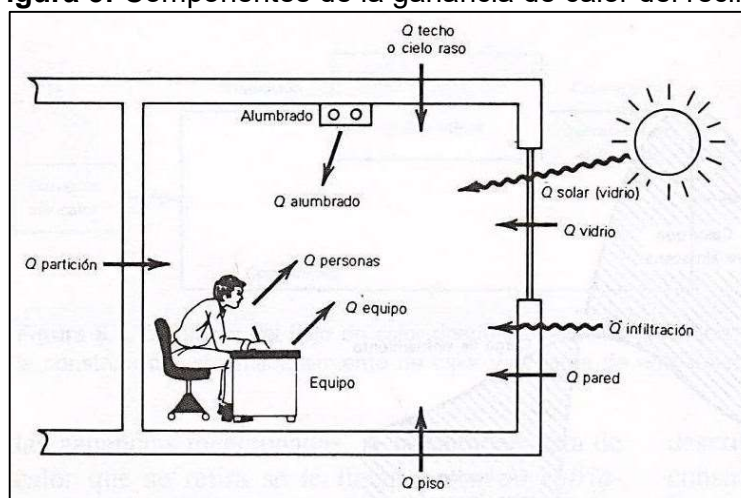
- Ventilación necesaria.
- Funcionamiento continuo o intermitente

## 2.12. ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE ACONDICIONAMIENTO DEL RECINTO

(Carrier Air, 1980) Debe estimarse la carga de refrigeración de un recinto para poder dimensionar correctamente la instalación: potencia del equipo, conductos de aire.

Para ello debe escogerse unas condiciones interiores y exteriores de cálculo, que vienen determinadas en el reglamento de calefacción y refrigeración del país.

**Figura 3:** Componentes de la ganancia de calor del recinto



Fuente: (Pita, 2004).

Es conveniente agrupar a las ganancias de calor en dos grupos distintos: ganancias de calor sensible y ganancias de calor latente. Las ganancias sensibles se deben al aumento de temperatura de aire mientras que las ganancias de calor latente se deben a la ganancia de vapor de agua del aire.

La conducción a través de paredes, techos, vidrios exteriores y alumbrado son ganancias de calor sensible; mientras que la ganancia de calor por las personas y las infiltraciones puede considerarse como calor sensible y parte de calor latente.

### 2.13. ÁREAS HOSPITALARIAS Y SUS NECESIDADES

Se define a un hospital como la demarcación geográfica para la gestión y administración de la asistencia sanitaria especializada a la población. Es el lugar en el cual se atiende a los individuos que padecen una determinada enfermedad y que acuden a él con el objetivo de recibir un diagnóstico y un posterior tratamiento para su afección.

En la tabla 3 muestra las principales áreas hospitalarias y sus respectivas divisiones.

**Tabla 3:** Principales áreas hospitalarias

Área	División
Cirugía y cuidados intensivos	Quirófanos
	salas de recuperación
	traumatología
Enfermería	Hospitalización
	Cuidados intensivos y aislamiento
	sala de partos
	Neonatología
Auxiliares	Radiología
	Laboratorios
	Morgue
	Farmacia
Diagnóstico y tratamiento	Consulta externa
	Urgencias

Fuente: (Ministerio de salud, 2014)

Los aspectos principales que se toman en cuenta y que se consideran necesidades hospitalarias son: limpieza, control de infecciones, flexibilidad en los espacios, ambientación y climatización.

#### **2.14. CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIA**

Las condiciones para climatizar ambientes hospitalarios son reguladas por organizaciones de alcance internacional y se establecen en función de las afecciones de los pacientes y de las actividades que se realiza dentro de cada área médica. Las organizaciones más importantes son: El Departamento de desarrollo Urbano y Vivienda (F.H.A), El Departamento de Salud y Servicios Humanos, la Comisión de Acreditación de Hospitales (JCAH), la Sociedad Americana de Ingenieros especializados en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) entre otras. Las normas y recomendaciones que estos desarrollan son adaptadas por otros países debido a la ausencia de organismos locales.

En el año 2014, el Ministerio de Salud del Perú publico la norma técnica de salud NTS N° 110-MINSA/DGIEM-V 01. El documento, tiene como finalidad contribuir a un adecuado dimensionamiento de la infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del segundo nivel de atención del sector salud.

Lamentablemente no se profundiza en los aspectos relacionados con la climatización hospitalaria por lo cual se utilizan las recomendaciones de los organismos internacionales para su diseño y construcción.

### **2.14.1.RESTRICCIONES DE LA CLIMATIZACIÓN SEGÚN ÁREAS DE RIESGO**

En la actualidad se han realizado muchos estudios que comprueban que aquellos pacientes que están dentro de ambientes controlados tienen un mejoramiento físico más rápido que aquellos que están dentro de ambientes no controlados. “Unas malas condiciones climáticas pueden incrementar el riesgo de enfermedades y contribuir las infecciones no relacionadas con el estado clínico que causa la hospitalización del paciente” (ASHRAE, 1999).

### **2.15.SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN HOSPITALARIA**

La necesidad del hombre de crear un ambiente que le resulte cómodo ha fomentado el desarrollo de equipos que permitan alcanzar este propósito; el conjunto de equipos destinados a conseguir y mantener el confort ambiental se conoce como sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) o sistemas de climatización.

#### **2.15.1. CLASIFICACIÓN**

Para climatizar ambientes hospitalarios es común diferenciar los sistemas de acuerdo al acondicionamiento y el tipo de fluidos de distribución del aire en los locales. Los principales sistemas son:

##### **2.15.1.1 SISTEMAS UNITARIOS O AUTÓNOMOS**

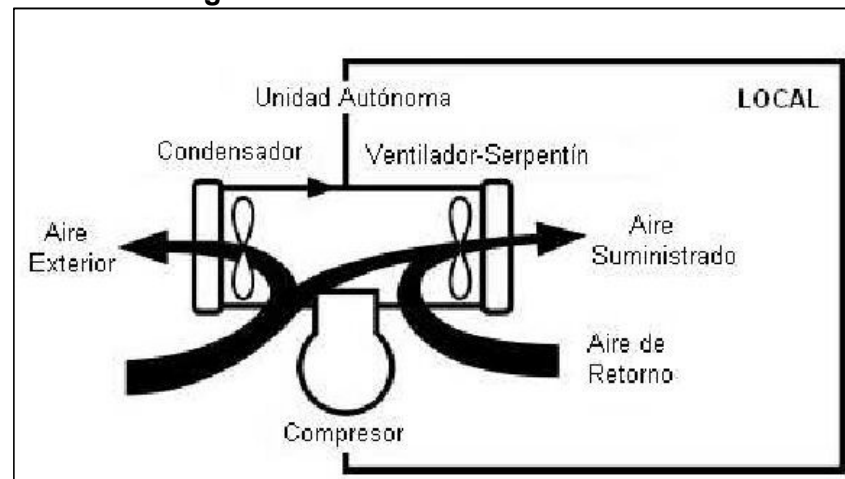
Estos sistemas consisten en equipos compactos comprados de fábrica con lo cual se eliminan los defectos del montaje. Se colocan en ventanas, paredes o en los mismos locales a servir, no utilizan conductos y si lo hace es solo para

pequeños tramos de distribución, empleando rejillas o plenos de distribución de aire.

### 2.15.1.2 SISTEMA TODO REFRIGERANTE

También conocidos como sistemas separados o split-systems, son unidades que constan de un serpentín de expansión directa con ventilador que recircula el aire, que es alimentado con refrigerante que proviene de una unidad condensadora.

**Figura 4:** Sistema autónomo o unitario

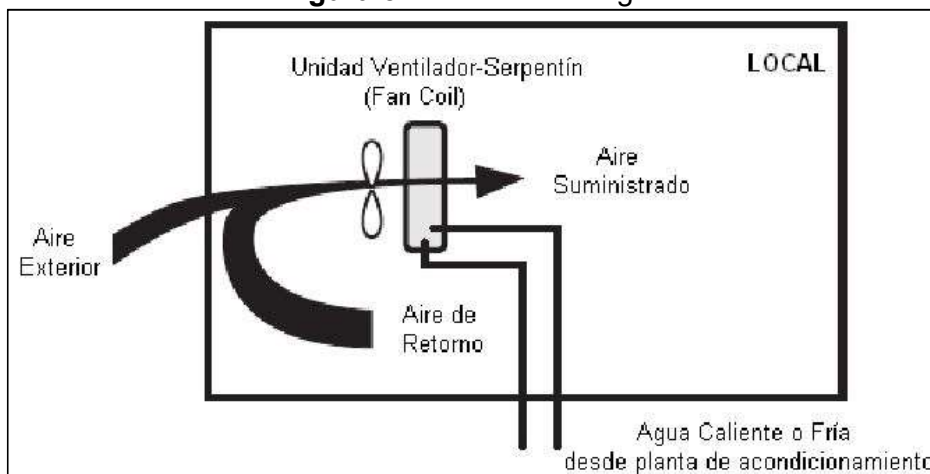


Fuente: (Chamorro Sambache & Sandoval Condor, 2010)

### 2.15.1.3 SISTEMA TODO AGUA

Este sistema utiliza un serpentín donde se hace circular agua para enfriar o calentar el aire que va a ser distribuido en el ambiente mediante ventiladores. El agua que circula por el serpentín puede provenir de unidades refrigerantes calderas según las necesidades del ambiente.

**Figura 5: Sistema todo agua**

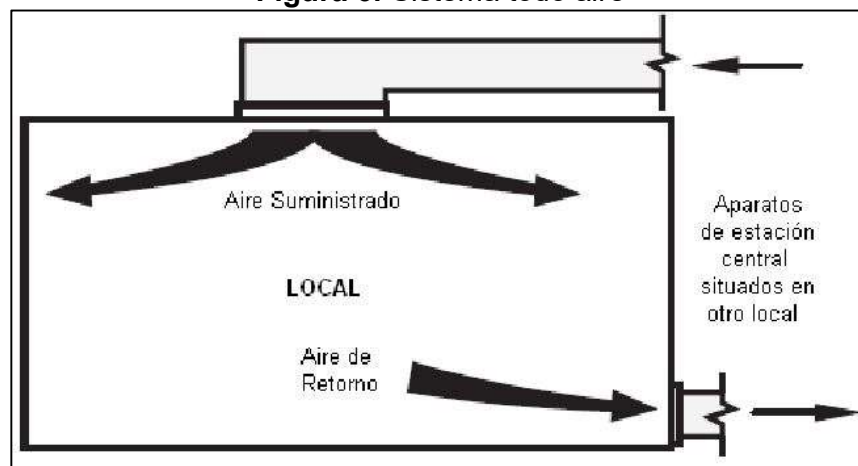


Fuente: (Chamorro Sambache & Sandoval Condor, 2010).

#### 2.15.1.4 SISTEMAS TODO AIRE

Estos sistemas utilizan el aire como fluido termodinámico, tienen la capacidad de acondicionar el aire en unidades de tratamiento o manejadoras para luego ser suministrado a través de un sistema de ductos.

**Figura 6: Sistema todo aire**

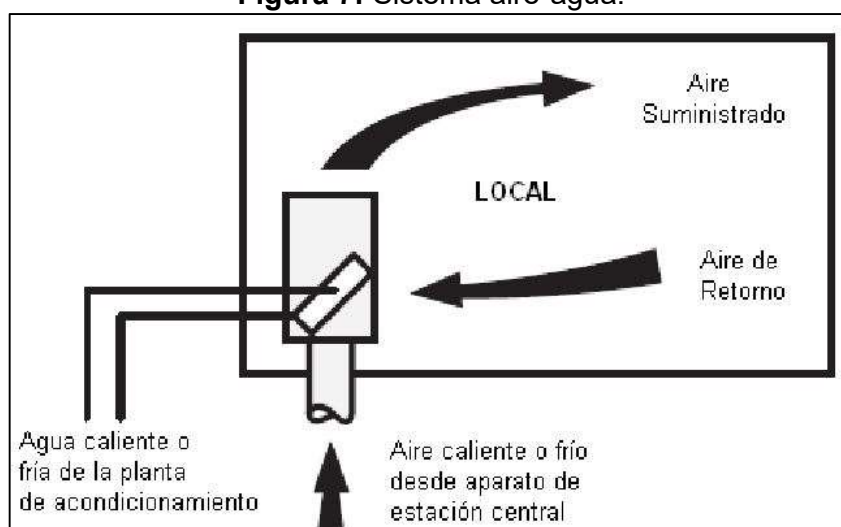


Fuente: (Chamorro Sambache & Sandoval Condor, 2010).

### 2.15.1.5 SISTEMAS AIRE-AGUA

Estos sistemas mixtos usan dos tipos de unidades para suministrar aire. El aire primario proviene de unidades de tratamiento y el aire secundario es servido por unidades terminales ubicadas dentro de los mismos locales. El agua es el fluido utilizado y puede provenir de calderas o unidades refrigerantes.

**Figura 7:** Sistema aire-agua.



Fuente: (Chamorro Sambache & Sandoval Condor, 2010)

### 2.15.2.FUNCIONES BÁSICAS

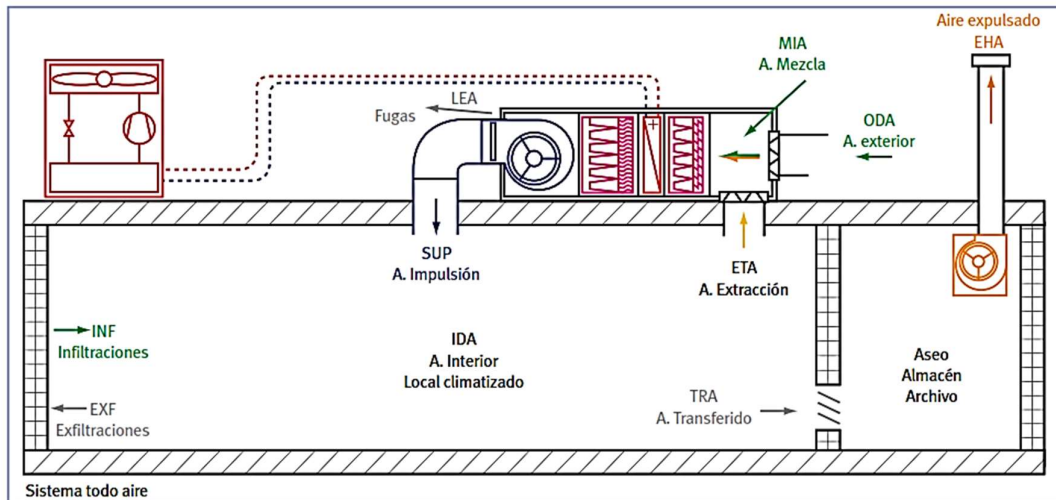
Los sistemas climatización para áreas hospitalarias y otro tipo de edificaciones cumplen con las mismas funciones básicas, sin embargo el diseño y construcción de climatización para hospitales, clínicas y farmacéuticas poseen características muy particulares, especialmente por la delicadeza con la que debe realizarse cada función, además existen recomendaciones muy puntuales en cuanto a las diferentes salas de un hospital.

Estas funciones deben realizarse de forma autónoma y eficiente, sin generar ruidos molestos ni contaminación.



- Confort térmico y humedad del aire.
- Ventilación y calidad del aire.
- Limpieza del aire.

**Figura 8:** Esquema básico de ventilación en un sistema típico de climatización



Fuente: (Asociación técnica española de climatización y refrigeración, 2012)

### 2.15.3.MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

La convección es el modo de transferencia de energía por el cual el aire en movimiento absorbe o elimina el calor cuando atraviesa una superficie sólida. Este mecanismo involucra los efectos combinados de la conducción y del movimiento de un fluido. Ante la ausencia de cualquier movimiento la transferencia de calor se realiza por conducción pura. Cuanto mayor es el movimiento del fluido mayor es la transferencia de calor por convección, pero también complica la determinación de las tasas de transferencia de calor.

La tasa de transferencia de calor por convección  $C_{CONV}$  se determina por la ley de enfriamiento de Newton, que se expresa como:

$$C_{\text{conv}} = hA(T_S - T_F) \quad \dots(\text{Ec-1})$$

Donde:

- $h$ : Coeficiente de transferencia de calor por convección.
- $A$ : Área de la superficie a través de la que ocurre la transferencia térmica.
- $T_S$ : Temperatura de la superficie.
- $T_F$ : Temperatura más allá de la superficie.

El coeficiente de transferencia de calor por convección  $h$  no es una propiedad del fluido. Es un parámetro determinado experimentalmente, cuyo valor depende de todas las variables que fluyen en la convección, como la geometría de la superficie, las propiedades del fluido, la velocidad volumétrica del fluido y el tipo de flujo del fluido. Para la convección forzada de gases oscila entre 25 y 250W/m<sup>2</sup>.

El tipo de flujo de fluido lo indica el número de Reynolds ( $Re$ ) que representa la relación que existe entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas que actúan sobre un elemento de volumen de un fluido.

$$Re = \frac{\text{Fuerzas de Inercia}}{\text{Fuerzas Viscosas}} = \frac{U_f L_c}{\nu} = \frac{\rho U_f L_c}{\mu} \quad \dots(\text{Ec-2})$$

Dónde:

- $U_f$ : Velocidad del flujo del fluido a una distancia lo suficientemente alejada de la superficie.
- $L_c$ : Longitud característica del conducto.
- $\nu$ : Viscosidad cinemática.

Para conductos: si  $Re < 2300$  el flujo es laminar. Si  $2300 < Re < 10000$  el flujo es de transición. Si  $Re > 10000$  el flujo es turbulento.

#### **2.15.4. ELEMENTOS Y EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN**

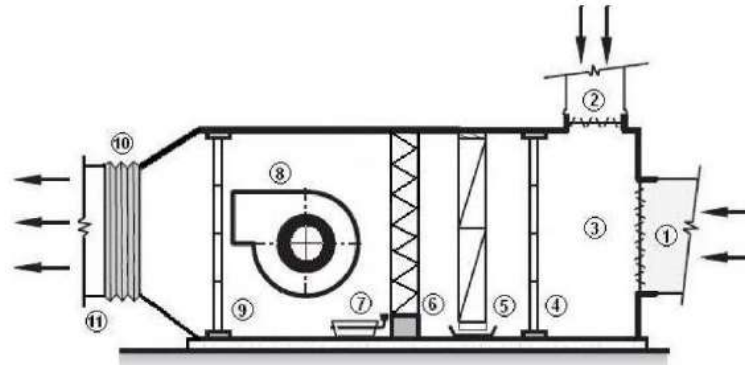
Los sistemas de climatización están constituidos de cuatro elementos importantes:

- Unidad de tratamiento de aire
- Sistema de circulación y distribución
- Sistema de generación de aire frío
- Sistema de generación de aire caliente

##### **2.15.4.1 UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE**

Los equipos de tratamiento obligan al aire a cumplir con varios procesos que comprenden su limpieza, control de temperatura y humedad. Son mejor conocidos como Unidades Manejadoras de Aire Caliente (UMAC), Pueden ser sistemas compactos modulares, elaborados de fábrica o contruidos en unidades del tipo integral, capaces de contener todos los elementos necesarios como se muestra en la figura.

**Figura 9:** Esquema básico de una unidad manejadora de aire caliente UMAC



Fuente: (Asociación técnica española de climatización y refrigeración, 2012)

Donde:

- 1-Conducto de Retorno con Damper.
- 2-Conducto de toma de aire exterior con damper.
- 3-Pleno de mezcla.
- 4-Filtros primarios.
- 5-Serpentín de refrigeración.
- 6-Serpentín de calefacción.
- 7-Humectador por vaporización.
- 8-Ventilador centrífugo.
- 9-Filtros secundarios.
- 10-Cuello de lona.
- 11-Conducto de suministro.

#### 2.15.4.2 SISTEMA DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

La misión de este sistema es transportar el aire desde la unidad de tratamiento de aire hasta el recinto a climatizar y suele comprender los conductos de impulsión, los de retorno y extracción. Estos sistemas se clasifican en función

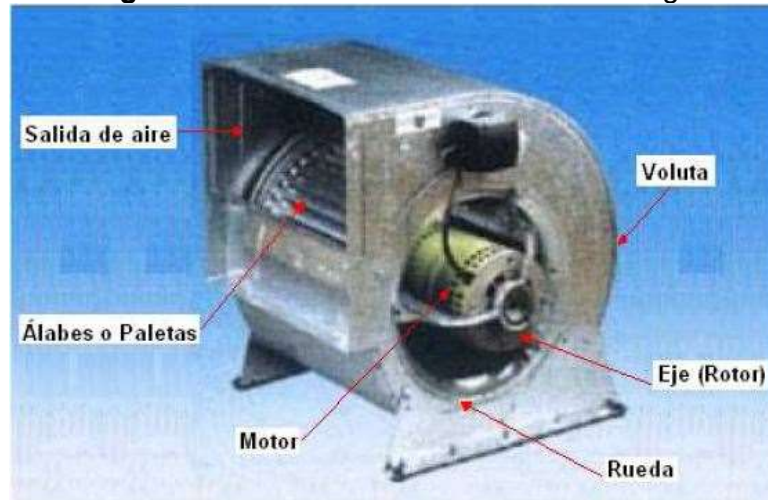
de la velocidad y de la presión en los conductos. En función de la velocidad del aire tenemos:

- Conductos de baja velocidad ( $< 12\text{m/s}$ , entre 6 y  $12\text{m/s}$ )
- Conductos de alta velocidad ( $< 12\text{m/s}$ )

En función de la presión del aire en el conducto, se clasifican en baja, media y alta presión. Esta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores:

- Baja presión: Hasta 90 mm.c.a.
- Media presión: Entre 90 y 180 mm.c.a.
- Alta presión: Entre 180 y 300 mm.c.a.

**Ventiladores** Son dispositivos encargados de producir el flujo de aire. El ventilador es un dispositivo que mueve el aire utilizando un impulsor de rotación, generalmente un motor eléctrico. El motor del ventilador puede ser conectado directamente a la turbina, a través de una caja de cambios o indirectamente por medio de un sistema de poleas con bandas. En los sistemas HVAC, los ventiladores centrífugos son los más utilizados.

**Figura 10:** Partes de un ventilador centrífugo

Fuente: (Asociación técnica española de climatización y refrigeración, 2012)

La carga de un ventilador se determina en función del requerimiento de ventilación es decir del volumen del local y del número de renovaciones de aire para cada caso específico. El caudal de aire requerido se determina a través de la siguiente expresión:

$$Q = Vn \quad \dots(\text{Ec-3})$$

Donde:

- V : Volumen total del local (m<sup>3</sup>).
- n: Numero de renovaciones de aire por hora (cambios/hora)

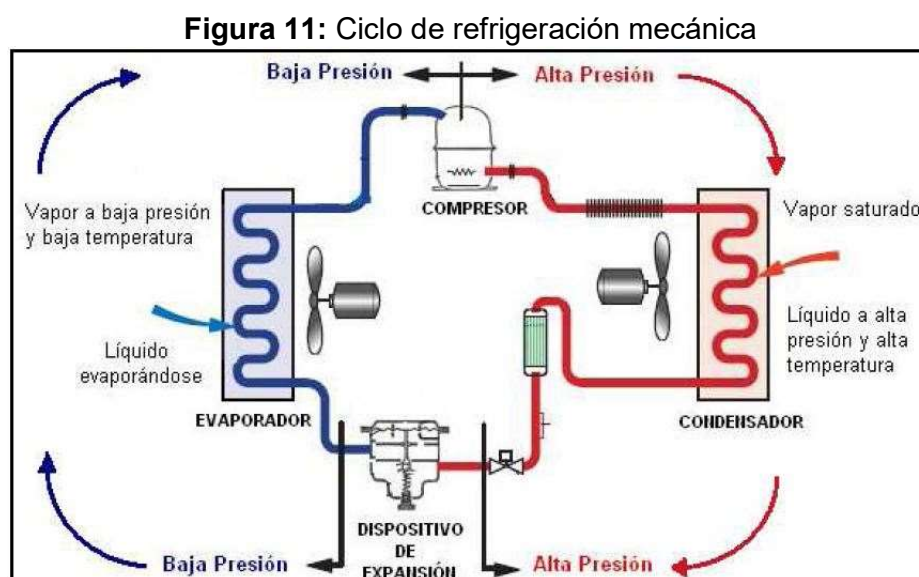
Cuando varía la temperatura, la altitud de trabajo del ventilador, o ambas, se deben hacer correcciones oportunas sobre las condiciones estándar del ventilador. Los parámetros fundamentales a corregir son: la presión total y la potencia.

Tanto ductos como rejillas de aire no deben generar ruidos elevados por el paso de aire. La potencia sonora de una unidad terminal de impulsión de aire

dependerá de la misma velocidad de paso de aire de su geometría y del caudal de aire que pasa a través de la misma o sea de su sección efectiva. Para instalaciones hospitalarias el valor tolerable de ruido generado por estos equipos es de 30 a 40 dB.

#### 2.15.4.3 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE AIRE

La refrigeración mecánica o por compresión es el sistema más utilizado para el enfriamiento del aire. Este tipo de sistemas está compuesto por los siguientes elementos: Compresor, condensador, dispositivo de expansión y evaporador



Fuente: (Renedo, 2009).

**Tabla 4:** Renovaciones, temperatura y humedad en establecimientos de salud del segundo nivel de atención

**TABLA 6**  
Tabla de renovaciones, temperatura y humedad en establecimientos de salud del segundo nivel de atención

Ambiente	Renovaciones por hora (cantidad)	Caudal mínimo (CFM)	Temperatura del ambiente (°C)	Humedad relativa dentro del ambiente (%)
Sala de Operaciones (con filtros HEPA 99.97%, bolsa 60% y pre filtro 30%)	15	850 a 1200	22-25	55 a más
Sala de Parto	15	800	24-25	45-60
Salas de Cuidados Intensivos e Intermedios	12	750	18-25	40-60
Anatomía patológica, Patología Clínica, Histología y Citología (Extracción total)	12	750	18-25	40-60
Ambientes generales y de tratamiento	2-3	700	24	45-60
Servicios Higiénicos	5-8	80	22	80-90
Cuartos de Limpieza y sépticos	8-15	100	20	40-60
Otros ambientes	5-7	500	18-25	40-60



(CFM): Unidad de caudal medida en pie<sup>3</sup>/minuto, que permite obtener el parámetro de medición del flujo de aire en las rejillas de inyección y extracción dentro de los ambientes del establecimiento de salud.

Referencias técnicas: ASHRAE (Sociedad Americana de los Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado), Normas UNE (Normas de la Unión Europea) y Norma EM.030 "Instalaciones de Ventilación" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Fuente: (Ministerio de salud, 2014).

Todos los elementos, están incorporados en un circuito cerrado vinculados por tuberías de interconexión, que permiten hacer circular el fluido refrigerante durante el ciclo, de forma continua, empleando ventiladores en el evaporador y condensador, para favorecer la transferencia del calor mediante la circulación forzada del aire.



## CAPÍTULO III

### DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación a desarrollar, en la presente tesis es descriptivo no experimental, debido a que las variables no serán manipuladas, se describirán tal como se muestran en su ambiente natural. Y su metodología es fundamentalmente descriptivo, que se apoya en el contexto teórico para conocer, describir, relacionar o explicar una realidad, de acuerdo a lo planteado.

#### 3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del diseño de investigación se obtendrá toda la información necesaria y requerida para aceptar o rechazar la hipótesis.

Esta investigación es de tipo, no experimental, descriptivo. No experimental por que no se puede manipular las variables, los datos a reunir se obtendrán del reporte meteorológico del SENAMHI, materiales utilizados en la construcción de la tabiquería de muros, techos, ventanas, pisos, dimensiones de los ambientes, otros.

La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

La población es la infraestructura completa del mega-laboratorio clínico universitario, dentro de esta edificación se tiene la muestra de investigación, el cual es el sector quirúrgico en su primer nivel.

### **3.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN**

La zona del estudio se encuentra ubicada en la Universidad Nacional del Altiplano en la ciudad de Puno, distrito, provincia y región del mismo nombre.

Geográficamente se sitúa a 15°51'11" de Latitud Sur y a 70° 02'08" de Longitud Oeste, a una altura de 3812 m.s.n.m. La ciudad se desarrolla a lo largo del Lago Titicaca, en la Bahía de Puno, sobre un terreno accidentado, con zonas bajas, y rodeado de cerros y quebradas. Sus cotas van de los 3810 a 4050 m.s.n.m.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN**

La técnica que se utilizó en el presente proyecto de investigación fue la toma de datos del lugar del proyecto, esta técnica nos permitió recoger la información sobre el proceso constructivo de los ambientes a climatizar tales como espesores de muros, dimensiones interiores y exteriores de los ambientes, áreas, volúmenes, materiales utilizados en la construcción, acabados.

#### **Instrumentos**

No se utilizó ningún tipo de instrumentos para la investigación de este trabajo, ya que los datos fueron obtenidos de:

- Historial de temperaturas máximas, mínimas, humedad relativa mensuales de los años 2011 2015 (fuente: estación CP. 100110 SENAMHI)
- Coeficiente de transferencia de calor de materiales en tablas de Carrier y catálogos.
- Dimensiones de los ambientes, áreas y volúmenes (planos de arquitectura).
- Renovaciones por hora de aire exterior en los ambientes (RNE)

### **3.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

La técnica para el procesamiento de datos, se realizará mediante la aplicación de ecuaciones teóricas e empíricas, de transferencia de calor, fluidos. También con ábacos, gráficos y tablas de datos de la bibliografía.

Una vez obtenido los resultados se procederá a realizar gráficos representativos con porcentajes, de las cargas térmicas, pérdidas de calor en tuberías y otros.

### **3.7. PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS**

Se sistematizo la información del presente trabajo de investigación utilizando lo siguiente:

- Se solicitó información del promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas, promedio mensual de la humedad relativa y

promedio mensual de temperatura de bulbo húmedo, todo esto al SENAMHI.

- Se recolecto datos de los materiales utilizados en la construcción de los ambientes, y por ende sus propiedades térmicas (conductividad térmica) de cada uno de ellos.
- Para limitar las renovaciones por hora de aire, temperatura de confort y humedad relativa, se revisó normativas vigentes.

### **3.8.DISEÑO ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS**

El diseño estadístico para la prueba de hipótesis no es factible, porque es una investigación descriptiva no experimental, por lo cual no se puede manipular deliberadamente las variables.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La zona quirúrgica del mega laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno, se encuentra en la ciudad de Puno, a una Latitud sur: 15° 49' 24", Longitud oeste 70° 1' 5" y a una altitud aproximada de 3824 m.s.n.m.

El edificio consta de 1 nivel y en la terraza irán situados los equipos necesarios para la climatización del edificio. Arquitectónicamente se trata de un edificio con cualidades para la prestación de servicios de salud con las distribuciones adecuadas según el reglamento nacional de edificaciones.

Los ambientes a climatizar son: 02 salas de operaciones, 01 unidad de cuidados intensivos, 01 aislado medicina general, 01 aislado cirugía general y 01 ambiente de preparación y recuperación.

**Figura 12:** Vías de acceso al Megalaboratorio clínico universitario de la UNA-Puno



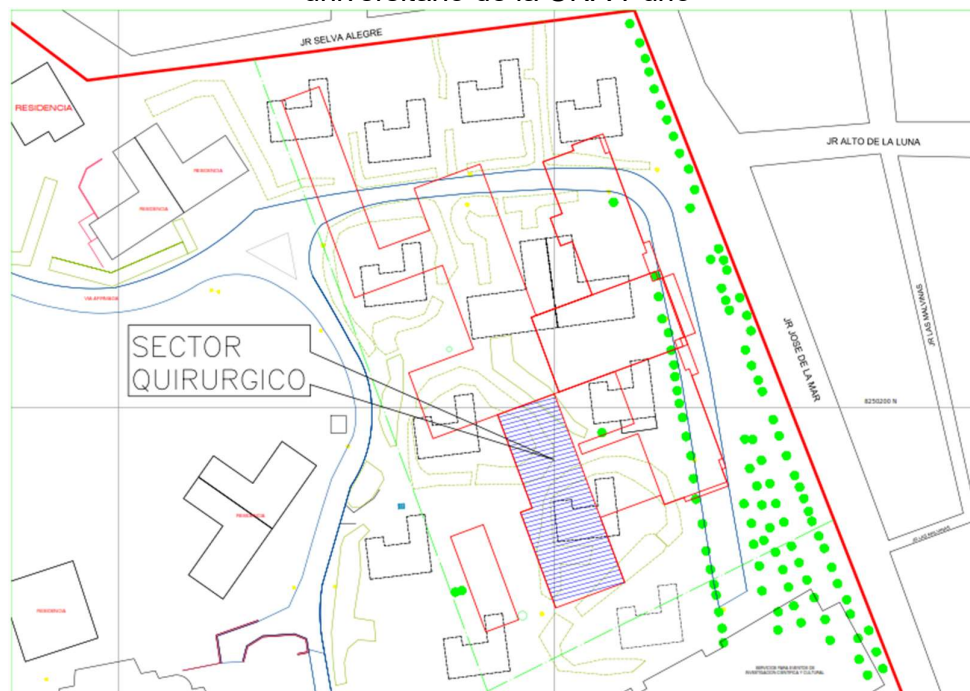
Fuente: GoogleMaps.

**Figura 13:** Ubicación del Mega-laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno



Fuente: GoogleMaps.

**Figura 14:** Ubicación de la zona quirúrgica dentro del Mega-laboratorio clínico universitario de la UNA-Puno



Fuente: Planos de topografía.

Las superficies a climatizar se muestran en el cuadro siguiente.

**Tabla 5:** Área y volumen de ambientes a climatizar

AMBIENTE	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)
Quirófano 1	32.49	128.34
Quirófano 2	32.49	128.34
Preparación. y recuperación.	132.15	396.45
Unidad de cuidados intensivos	78.77	236.31
Aisl. med. General	16.40	49.20
Aisl. ciru. General	16.40	49.20

Fuente: Planos de arquitectura expediente técnico.

#### 4.1.1.CONDICIONES INTERIORES

Para lograr dar las condiciones de confort necesarias en el local de trabajo estará determinado por la Norma Técnica de Salud N° 110 - MINSA/DGIEM-V 01, el cual se muestra en el cuadro 4. Para fines de cálculo se toma los siguientes valores.

**Tabla 6:** Condiciones interiores por ambientes

Ambiente	T(°C)	HR (%)	R/H
Quirófano 1	22	55	15
Quirófano 2	22	55	15
Sala preparación y recup.	20	50	6
UCI	20	50	12
Aislado medicina General	20	50	12
Aislado cirugía General	20	50	12

Elaboración: Propia.

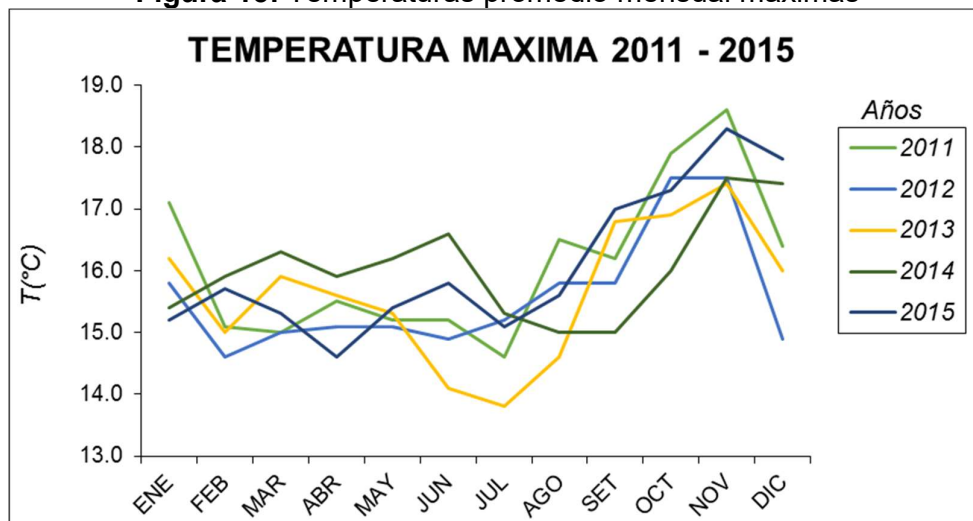
Se asume que la temperatura para los ambientes con calefacción es de 19°C y 14 °C para los que no cuentan con calefacción.

#### 4.1.2.CONDICIONES EXTERIORES

Las condiciones exteriores de cálculo se establecieron de acuerdo a los datos solicitados al SENAMHI de 5 años (2011 – 2015), ver anexos.

A continuación, se muestra en gráficos el comportamiento de estos datos en los 5 años y su variación según cada mes.

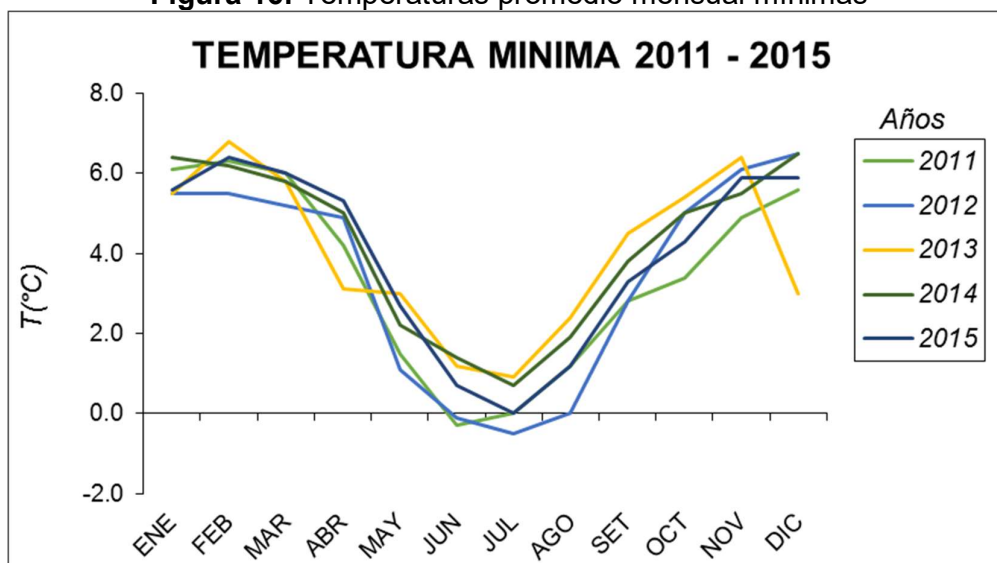
**Figura 15:** Temperaturas promedio mensual máximas



Fuente: Datos proporcionados por el SENAMHI.

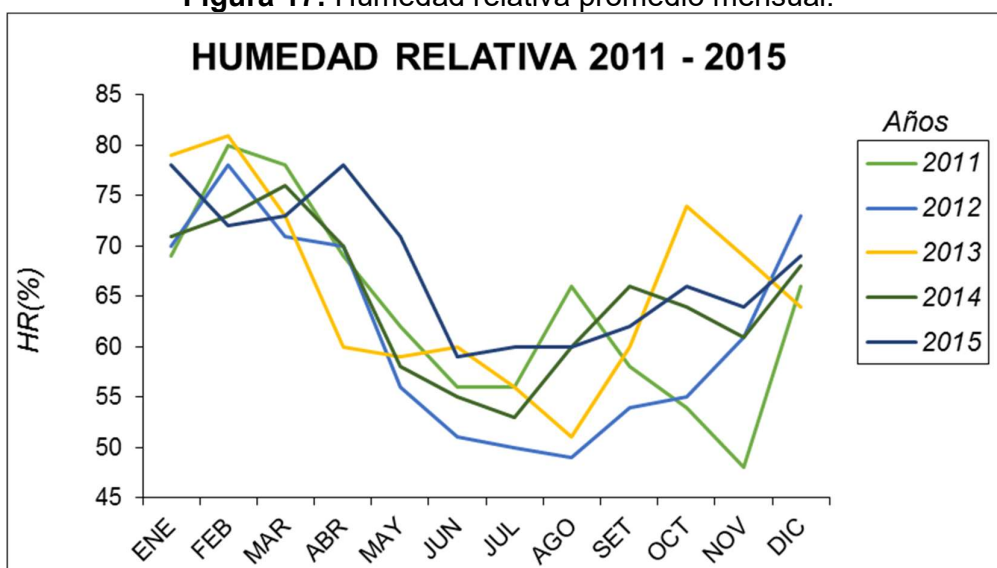


**Figura 16:** Temperaturas promedio mensual mínimas



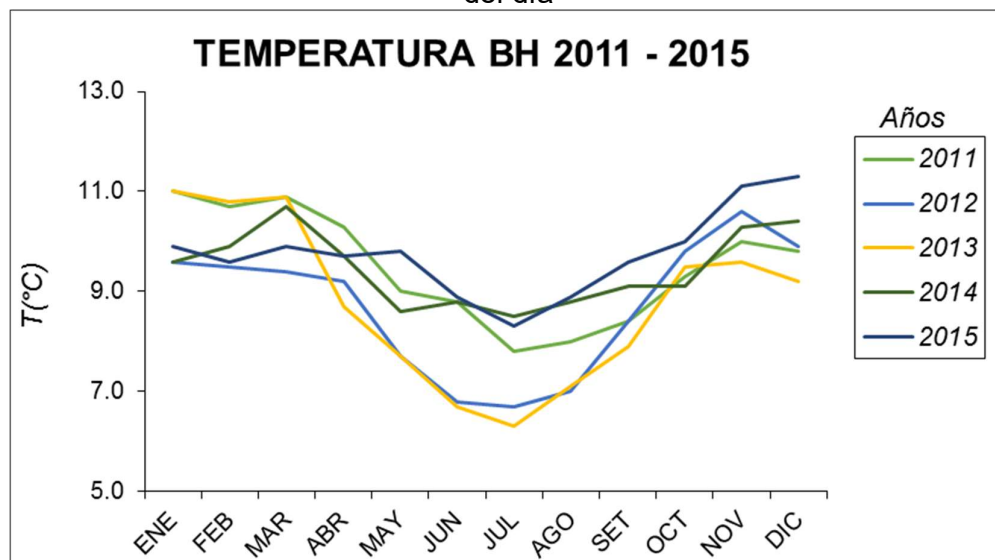
Fuente: Datos proporcionados por el SENAMHI.

**Figura 17:** Humedad relativa promedio mensual.



Fuente: Datos proporcionados por el SENAMHI.

**Figura 18:** Temperatura de bulbo húmedo promedio mensual a las 13 horas del día



Fuente: Datos proporcionados por el SENAMHI.

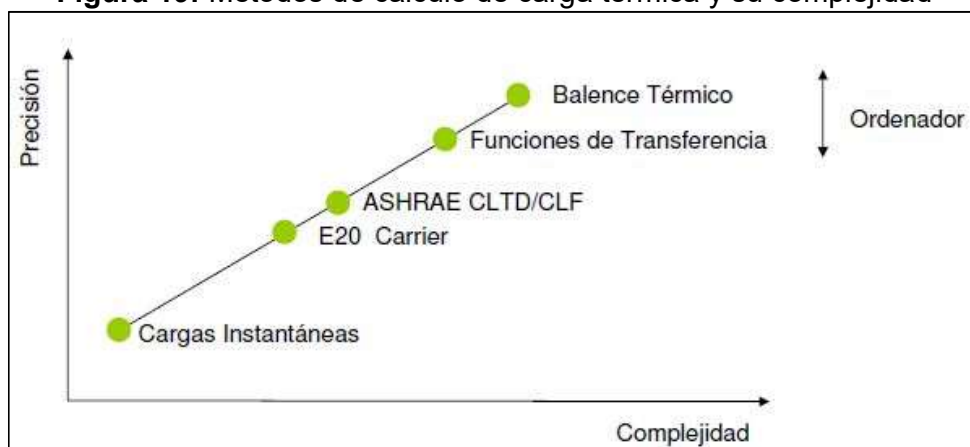
Se toma en cuenta los picos de más desfavorables tanto para temperaturas mínimas como máximas, de los gráficos anteriores obtenemos, las condiciones exteriores que son en el mes de Noviembre (primavera) para aire acondicionado, y en el mes de julio (invierno) para calefacción. Para estas condiciones detallamos a continuación:

1. Para el mes de Noviembre (primavera).
  - Temperatura máxima promedio: 17.9°C
  - Temperatura mínima promedio: 5.8°C
  - Temperatura de bulbo húmedo: 10.3°C
  - Humedad relativa: 60.6%
2. Para el mes de Julio (invierno).
  - Temperatura máxima promedio: 14.8°C
  - Temperatura mínima promedio: 0.2°C
  - Temperatura de bulbo húmedo: 7.5°C
  - Humedad relativa: 55%

#### 4.2.MÉTODOS DE CÁLCULO

Existen métodos muy complejos de cálculo las cuales en su mayoría son computacionales, los cuales se clasifican como se muestra la figura. Teniendo en cuenta la complejidad de cada caso se optó por utilizar el método de cálculo E-20 del manual de aire acondicionado de Carrier. Las fórmulas y/o planillas de cálculo son los expresados en dicho manual.

**Figura 19:** Métodos de calculo de carga térmica y su complejidad



Fuente: (Renedo, 2009)

#### 4.3.CÁLCULO DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR U DE LOS CERRAMIENTOS

El cálculo de coeficientes U de transmisión de los cerramientos se realiza de acuerdo a las tablas que se encuentran en el manual de aire acondicionado de Carrier y las especificaciones de los materiales que componen el cerramiento, se empleará la fórmula siguiente:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{\varepsilon_1}{\lambda_1} + \frac{\varepsilon_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\varepsilon_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} \quad \dots(\text{Ec-4})$$

Donde:

- $U$ : Coeficiente universal de transmisión en  $\text{kcal/h m}^2\text{°C}$ .
- $h_i$ : Resistencia térmica superficial interior en  $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$ .
- $h_e$ : Resistencia térmica superficial exterior en  $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$ .
- $\varepsilon_n$ : Espesor del componente  $n$  del cerramiento en  $\text{m}$ .
- $\lambda_n$ : Conductividad térmica del componente  $n$  en  $\text{kcal/h m}^\circ\text{C}$ .

Dentro de la construcción del Megalaboratorio clínico universitario se tiene los siguientes tipos de cerramientos para los cuales se realizará el cálculo del coeficiente de transmisión, de acuerdo a tablas del manual de aire acondicionado de Carrier y tablas suministrados por fabricantes de los materiales, los cuales se encuentran ilustrados en el anexo.

- 1) Muro de cabeza al interior.
- 2) Muro de cabeza al exterior.
- 3) Muro de sogá al interior.
- 4) Muro doble de sogá al interior con lámina de aire 5cm.
- 5) Muro doble de sogá al exterior con lámina de aire 5cm.
- 6) Piso de concreto acabado en vinílico.
- 7) Piso de concreto acabado en porcelanato.
- 8) Loza aligerada con tarrajeo interior.
- 9) Puerta contra placada MDF.
- 10) Loza aligerada con baldosa suspendida.
- 11) Ventana al exterior de vidrio sencillo

A continuación, se tiene el cálculo para todos los tipos de cerramiento existentes del proyecto, los datos para este cálculo se obtuvieron de las fichas técnicas de materiales y tablas expuestas en el manual de aire acondicionado de Carrier, (ver anexos).

Ejemplo de cálculo para el coeficiente global U para muro de cabeza al interior, se utiliza la ecuación (Ec-4) como sigue.

$$U = \frac{1}{0.14 + \frac{0.015}{1.2} + \frac{0.24}{0.65} + \frac{0.015}{1.2} + 0.14}$$

**Tabla 7:** Coeficiente global U muro de cabeza al interior

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Tarrajeo exterior	15	1.2	
2	Ladrillo hueco	240	0.65	
3	Tarrajeo interior	15	1.2	
4	Rint			0.14
5	Rext			0.14
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.48</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 8:** Coeficiente global U muro de cabeza al exterior

<b>MURO DE CABEZA AL EXTERIOR</b>				
N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Tarrajeo exterior	15	1.2	
2	Ladrillo hueco	240	0.65	
3	Tarrajeo interior	15	1.2	
4	Rint			0.14
5	Rext			0.052
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.71</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 9:** Coeficiente global U muro doble de soga al interior con lámina de aire

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Tarrajeo exterior	15	1.2	
2	Ladrillo hueco	140	0.65	
3	Lamina de aire	50		0.199
4	Ladrillo hueco	140	0.65	
5	Tarrajeo interior	15	1.2	
6	Rint			0.14
7	Rext			0.14
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.07</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 10:** Coeficiente global U muro doble de soga al exterior con lámina de aire

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Tarrajeo exterior	15	1.2	
2	Ladrillo hueco	140	0.65	
3	Lamina de aire	50		0.199
4	Ladrillo hueco	140	0.65	
5	Tarrajeo interior	15	1.2	
6	Porcelanato superwait	13	2.24	
7	Rint			0.14
8	Rext			0.052
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.17</b>

Elaboración: Propia

**Tabla 11:** Coeficiente global U muro de soga en el interior

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Tarrajeo exterior	15	1.2	
2	Ladrillo hueco	140	0.65	
3	Tarrajeo interior	15	1.2	
4	Rint			0.14
5	Rext			0.14
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.92</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 12:** Coeficiente global U piso de concreto acabado en vinílico

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Vinílico	3	0.22	
2	Hormigón	150	1.4	
3	Rint			0.19
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>3.22</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 13:** Coeficiente global U piso de concreto acabado en porcelanato

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	Vinilico	13	2.24	
2	Hormigon	150	1.4	
3	Rint			0.19
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>3.30</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 14:** Coeficiente global U puerta contraplacada MDF

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	MDF	5.5	1.55	
2	Aire	39		0.199
3	MDF	5.5	1.55	
4	Rint			0.14
5	Rext			0.14
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>2.06</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 15:** Coeficiente global U losa aligerada con tarrajeo interior

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	recubrimiento hormigón	80	1.4	
2	Ladrillo hueco de techo	200	0.42	
3	Tarrajeo interior	15	1.2	
4	Rint			0.14
5	Rext			0.052
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.36</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 16:** Coeficiente global U losa aligerada con baldosa suspendida.

N°	Material	Espesor (mm)	K (kcal/hm°C)	R (m2h°C/kcal)
1	recubrimiento hormigon	80	1.4	
2	Ladrillo hueco de techo	200	0.42	
3	Aire quieto			0.125
4	Baldosa suspendida	15	0.16	
5	Rint			0.14
6	Rext			0.052
<b>U (kcal/hm2°C)</b>				<b>1.06</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 17:** Resumen de coeficientes de trasmisión total U para los cerramientos.

N°	DESCRIPCION	U(Kcal/hm2°C)
1	Muro de cabeza al interior.	1.48
2	Muro de cabeza al exterior.	1.71
3	Muro doble de sogas con lámina de aire al interior.	1.07
4	Muro doble de sogas con lámina de aire al exterior.	1.17
5	Muro de sogas al interior.	1.92
6	Piso de concreto acabado en vinílico.	3.22
7	Piso de concreto acabado en porcelanato.	3.30
8	Puerta contra placada MDF.	2.06
9	Loza aligerada con tarrajeo interior.	1.36
10	Loza aligerada con baldosa suspendida.	1.06
11	Ventana al exterior vidrio sencillo.	4.82

Elaboración: Propia.

#### 4.4. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA DE CALEFACCIÓN

Para el cálculo de la demanda de calefacción no se considerarán las ganancias internas ni solares puesto que al suponer un aporte de energía quedarán como un factor de seguridad en el dimensionado del sistema de climatización; por otro lado tampoco se considera las pérdidas por infiltración debido a que los ambientes son herméticos y las puertas no son hacia el exterior.

$$P = P_{tc} + P_r + P_i \quad \dots(\text{Ec-5})$$

Donde:

- P : Pérdidas de calor sensible total kcal/h.



- $P_{tc}$  : Pérdidas de calor sensible por transmisión y convección kcal/h.
- $P_r$  : Pérdidas de calor sensible por renovación de aire kcal/h.
- $P_i$  : Pérdidas de calor sensible por infiltración de aire kcal/h.

#### 4.4.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN Y CONVECCIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión y convección de cada uno de los cerramientos de un local se calculan de acuerdo a la ecuación.

$$P_{tc} = S \times U \times (T_i - T_e) \quad \dots(\text{Ec-6})$$

Donde:

- $P_{tc}$ : Pérdidas por transmisión y convección en kcal/h.
- $S$  : Superficie del cerramiento en  $m^2$ .
- $U$ : Coeficiente  $U$  del cerramiento en  $kcal/m^2h^\circ C$ .
- $T_i$ : Temperatura interior en  $^\circ C$ .
- $T_e$ : Temperatura exterior en  $^\circ C$ .

#### 4.4.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN

$$P_i = 0.3 \times Q_{ir} \times (T_i - T_e) \quad \dots(\text{Ec-7})$$

Donde:

- $P_i$ : Pérdidas por infiltración en kcal/h.
- $Q_{ir}$ : Caudal de infiltración real a  $m^3/h$ .

#### 4.4.3. PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN DE AIRE

$$P_r = 0.3 \times V \times (T_i - T_e) \times N \quad \dots(\text{Ec-8})$$

Donde:

- $P_r$  : Pérdidas por renovación kcal/h.
- N : Número de renovaciones.
- V : Volumen del local m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta las ecuaciones anteriores y coeficientes globales de transmisión, se procede a realizar el cálculo detallado como ejemplo para la unidad de cuidados intensivos, y posteriormente se detalla en un cuadro con los resultados de todos los ambientes.

Las pérdidas de calor por transferencia en un muro de soga hacia un ambiente con calefacción, con dimensiones de 3.0m de ancho y 18.68m de largo,  $U=1.92$  Kcal/hm<sup>2</sup>°C, se reemplaza en la ecuación (Ec-6) obteniendo.

$$P_{tc} = 3.0 \times 18.68 \times 1.92 \times (20 - 14) = 645.58 \text{ Kcal/h}$$

A continuación se detalla el cálculo de pérdidas de calor por transferencia, del resto de cerramientos que compone la unidad de cuidados intensivos.

Las pérdidas de calor por infiltración no se consideran debido a que las puertas se encuentran en el interior del bloque, las ventanas hacia el exterior son herméticas y con poca frecuencia de apertura. Según las condiciones interiores se tendrá 12 renovaciones por hora para la ventilación para lo cual utilizamos la ecuación (Ec-8).

$$P_r = 0.3 \times 228.73 \times (20 - 0.2) \times 12 = 16282.19 \text{ Kcal/h}$$

$$P = 4973.75 + 16282.19 = 21255.64 \text{ Kcal/h}$$

Se adicionará un factor de seguridad del 5% con lo cual las pérdidas de calor (carga térmica de calefacción del ambiente es de 22318.42 Kcal/h.

**Tabla 18:** Pérdidas de calor por transferencia en cerramientos de la sala de cuidados intensivos

Superficie	A(m)	L(m)	área (m <sup>2</sup> )	U (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	DT (°C)	P_tc Kcal/h
Muro de soga con ambiente no calefactado	3	18.68	56.04	1.92	6	645.58
Muro doble de soga con lamina de aire (al exterior)	3	12.25	27.36	1.17	6	192.05
Piso de concreto acabado en porcelanato	6.43	12.25	78.77	3.22	6	1521.79
Techo al exterior con baldosa suspendida	6.43	12.25	78.77	1.06	19.8	1651.92
Puertas al interior con ambiente no calefactado	5.2	2.25	11.70	2.06	6	144.42
Ventana vidrio normal de 6mm	0.85	10.08	8.57	4.82	19.8	817.70
<b>Total de pérdidas de calor por transferencia</b>						<b>4973.75</b>

Elaboración: Propia.

**Tabla 19:** Resumen de carga térmica de calefacción por ambientes

AMBIENTE	AREA (m <sup>2</sup> )	VOL (m <sup>3</sup> )	P_tc (kcal/h)	P_r (kcal/h)	P (Kcal/h)
Quirófano 1	32.49	128.34	3,256.28	10,071.00	13,993.64
Quirófano 2	32.49	128.34	2,384.04	10,071.00	13,077.79
Prepar. Y recupe.	132.15	396.45	8,626.51	13,658.50	23,399.25
UCI	78.77	236.31	4,973.45	16,282.19	22,318.42
Aisl. med. General	16.4	49.20	1,120.06	3,506.98	4,858.39
Aisl. ciru. General	16.4	49.20	1,194.46	3,506.98	4,936.50

Elaboración: propia.

#### 4.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA DE AIRE ACONDICIONADO

Según el método E-20 del manual de aire acondicionado de Carrier, la carga de refrigeración y/o de aire acondicionado de un local viene expresado por:

$$Q_r = Q_s + Q_l + Q_{ae} \quad \dots(\text{Ec-9})$$

Donde:

- $Q_r$ : Color total (kcal/h).
- $Q_s$ : Calor sensible del local (kcal/h).
- $Q_l$ : Calor latente del local (kcal/h).
- $Q_{ae}$ : Calor latente y sensible del aire exterior (kcal/h).

#### 4.5.1.CARGA TÉRMICA SENSIBLE

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sci} \quad \dots(\text{Ec-10})$$

Donde:

- $Q_{sr}$ : Ganancia solar cristal (kcal/h).
- $Q_{srt}$ : Ganancia solar y transferencia paredes y techo exterior (kcal/h).
- $Q_{st}$ : Ganancia por transferencia cerramientos interiores kcal/h.
- $Q_{si}$ : Ganancia por infiltración de aire exterior (kcal/h).
- $Q_{sci}$ : Ganancia Calor interno (kcal/h).

##### 4.5.1.1GANANCIA SOLAR CRISTAL

$$Q_{sr} = R \times A \times f_{cr} \times f_{at} \quad \dots(\text{Ec-11})$$

Donde:

- R: Aportación por radiación solar (kcal/hm<sup>2</sup>).
  - Con almacenamiento, R Máxima aportación solar, a través de vidrio sencillo correspondiente a la orientación, mes y latitud considerados.
  - Sin almacenamiento, R Aportación solar, a través de vidrio sencillo correspondiente a la hora, orientación, mes y latitud considerados.
- A: Superficie de la ventana (m<sup>2</sup>).

- $f_{cr}$ : Factor de corrección de la radiación solar.
  - Marco metálico o ningún marco +17%.
  - Contaminación atmosférica (Limpidez) -15%.
  - Altitud +0.7% por cada 300m.
  - Punto de rocío superior a 19.5°C -5% por 4 °C.
  - Punto de rocío inferior a 19.5°C +5% por 4 °C.
- $f_{at}$  : Factor global de insolación con o sin dispositivo de sombra o pantalla.

#### 4.5.1.2 GANANCIA SOLAR Y TRANSFERENCIA POR PAREDES Y TECHOS (EXTERIOR)

$$Q_{sr} = U \times A \times \Delta T_e \quad \dots(\text{Ec-12})$$

Donde:

- $U$  : Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (kcal/hm<sup>2</sup>.C).
- $A$  : Superficie del cerramiento m<sup>2</sup>.
- $\Delta T_e$  : Diferencia equivalente de temperatura.

$$\Delta T_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es}) \quad \dots(\text{Ec-13})$$

Donde:

- $a$  : Corrección proporcionada por la tabla.
- $\Delta t_{es}$  : Diferencia equivalente a la hora considerada para la pared a la sombra.
- $\Delta t_{em}$ : Diferencia equivalente a la hora considerada para la pared soleada.
- $b$  : Coeficiente de corrección que considera el color de la cara exterior del muro.
  - $b=1$ : colores oscuros.

- $b=0.78$ : colores medios.
- $b=0.55$ : colores claros.
- $R_s$ : Máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada.
- $R_m$ : Máxima insolación, correspondiente al mes de julio y latitud norte  $40^\circ$ .

#### 4.5.1.3 GANANCIA POR TRANSFERENCIA EN CERRAMIENTO INTERIOR

$$Q_{st} = U \times A \times (T_e - T_i) \quad \dots(\text{Ec-14})$$

Donde:

- $U$ : Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento ( $\text{kcal}/\text{hm}^2 \cdot \text{C}$ ).
- $A$ : Superficie del cerramiento ( $\text{m}^2$ ).
- $T_e$ : Temperatura exterior  $^\circ\text{C}$ .
- $T_i$ : Temperatura interior  $^\circ\text{C}$ .

#### 4.5.1.4 GANANCIA POR INFILTRACIÓN DE AIRE EXTERIOR

$$Q_{si} = 0.3 \times V_{ae} \times (T_e - T_i) \quad \dots(\text{Ec-15})$$

Donde:

- $V_{ae}$ : Caudal de aire exterior que se introduce al local ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $T_e$ : Temperatura exterior  $^\circ\text{C}$ .
- $T_i$ : Temperatura interior  $^\circ\text{C}$ .

#### 5.1.5 GANANCIA CALOR INTERNO

$$Q_{sci} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sa} \quad \dots(\text{Ec-16})$$

Donde:

- $Q_{sil}$ : Ganancia interna de calor por iluminación ( $\text{kcal}/\text{h}$ ).
- $Q_{sp}$ : Ganancia interna de calor debido a ocupantes ( $\text{kcal}/\text{h}$ ).

- $Q_{sa}$ : Ganancia interna debido a aparatos diversos (kcal/h).

### 5.1.6 CARGA TÉRMICA SENSIBLE EFECTIVA DEL LOCAL

$$Q_{se} = Q_s + Q_{sv} \quad \dots(\text{Ec-17})$$

Donde:

- $Q_s$ : Carga térmica sensible (kcal/h).
- $Q_{sv}$ : Calor sensible por aire de ventilación a través del climatizador (kcal/h).

$$Q_{sv} = 0.3 \times V_{av} \times BF \times (T_e - T_i) \quad \dots(\text{Ec-18})$$

Donde:

- $V_{av}$ : Caudal de aire exterior necesario para la ventilación ( $\text{m}^3$ ).
- $Q_{sv}$ : Calor sensible por aire de ventilación a través del climatizador (kcal/h).
- BF: Factor de by-pass del equipo acondicionador.

### 4.5.2. CARGA TÉRMICA LATENTE

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lai} \quad \dots(\text{Ec-19})$$

Donde:

- $Q_{li}$ : Calor latente por infiltraciones de aire exterior (kcal/h).
- $Q_{lai}$ : Calor latente por aportaciones internas (kcal/h).

#### 4.5.2.1 CALOR LATENTE POR INFILTRACIÓN DE AIRE EXTERIOR

$$Q_{li} = 0.72 \times V_{ai} (W_e - W_i) \quad \dots(\text{Ec-20})$$

Donde:

- $V_{ai}$ : Caudal de aire de infiltración (kcal/h).
- $W_e$ : Humedad absoluta del aire exterior (gw/Kga).

- $W_i$  : Humedad absoluta del aire interior (gw/Kga).

#### 4.5.2.2 COLOR LATENTE POR APORTACIONES INTERNAS

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lv} \quad \dots(\text{Ec-21})$$

Donde:

$Q_{lp}$ : Calor latente debido a ocupantes (kcal/h).

$Q_{lv}$ : Calor latente por aparatos diversos (kcal/h).

#### 4.5.2.3 CARGA TÉRMICA LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL

$$Q_{le} = Q_l + Q_{lav} \quad \dots(\text{Ec-22})$$

Donde:

$Q_l$ : Carga térmica latente (kcal/h).

$Q_{lav}$  : Calor latente por aire de ventilación a través del climatizador (kcal/h).

#### 4.5.2.4 CALOR LATENTE POR AIRE DE VENTILACIÓN

$$Q_{lav} = 0.72 \times V_{av} \times BF \times (W_e - W_i) \quad \dots(\text{Ec-23})$$

Donde:

- $V_{av}$ : Caudal de aire exterior necesario para la ventilación ( $m^3$ ).
- BF: Factor de by-pass del equipo acondicionador.
- $W_e$ : Humedad absoluta del aire exterior (gw/Kga).
- $W_i$ : Humedad absoluta del aire interior (gw/Kga).

Se realizará un ejemplo de cálculo para el ambiente de la unidad de cuidados intensivos. Para la ganancia solar por radiación a través del cristal, se tomará en cuenta la tabla de máximas aportaciones solares a través del cristal



sencillo, para una latitud sur de  $15^\circ$  en el mes de noviembre,  $T_{bs} = 17.9^\circ\text{C}$  y  $T_{pr} = 10.18^\circ\text{C}$ . Y la ecuación (Ec-12)

### Ganancia solar cristal.

- Aportación de radiación solar: 435 Kcal/hm<sup>2</sup>
- Superficie acristalada: 8.56m<sup>2</sup>
- Marco metálico: 1.17
- Limpidez: 0.95
- Altitud:  $1 + 0.007x (3824/300) = 1.09$
- Punto de rocío:  $1 + 0.14x (19.5 - 10.18) / 14 = 1.09$
- Factor de insolación sin dispositivo de sombra: 0.94

$$Q_{sr} = R \times A \times f_{cr} \times f_a = 435 \times 8.56 \times 1.32 \times 0.94 = 4632.26 \text{ Kcal/h}$$

### Ganancia solar y transferencia por paredes y techos (exterior)

Para el ambiente de cuidados intensivos se tiene un área de 28.19m<sup>2</sup> de pared orientado al oeste y 78.77m<sup>2</sup> de loza aligerada como techo.

- Coeficiente U pared: 1.17 Kcal/hm<sup>2</sup>°C
- Coeficiente U techo al sol: 1.36 Kcal/hm<sup>2</sup>°C
- Diferencia de temperatura equivalente se utiliza la ecuación (Ec-13):
  - $a = -16^\circ\text{C}$  se obtiene de las tablas corrección de condiciones de proyecto en función al mes considerado, corrección de la diferencia equivalente de temperatura.
  - $\Delta t_{es} = 0$ ;  $\Delta t_{em} = 3.9$  : diferencia equivalente de temperatura muro soleados o en sombra a las 8 y 13 horas.
  - $b = 0.55$ : colores claros.
  - $R_s = 435$   $R_m = 444$ : Máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo

$$\Delta T_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

$$\Delta T_e = -16 + 0 + 0.55 \frac{435}{444} (3.9 - 0) = -10.29^\circ\text{C} \text{ (muro)}$$

$$\Delta T_e = -16 + 12.2 + 0.78 \frac{674.5}{631} (3.9 - 12.2) = -10.72^\circ\text{C} \text{ (techo)}$$

$$Q_{sr} = 1.17 \times 28.19 \times (-10.29) + 1.36 \times 78.77 \times (-10.72) = -1487.76 \text{Kcal/h}$$

**Guanacias de calor por transmisión** reemplazando en la ecuación (Ec-14)

$$Q_{st} = 8.56 \times 4.82 \times (17.9 - 22) = -169.16 \text{ kcal/h} \text{ (vidrio)}$$

$$Q_{st} = 56.04 \times 1.92 \times (17.9 - 22) = -441.15 \text{kcal/h} \text{ (muro interior)}$$

$$Q_{st} = 78.77 \times 3.3 \times (-2) = -519.88 \text{kcal/h} \text{ (piso)}$$

$$Q_{st} = -1130.19 \text{ kcal/h}$$

**Las ganancias de calor interno;** los ocupantes tienen un grado de actividad de pie y en marcha lenta con una ganancia de calor sensible equivalente a 73Kcal/h. En lo que respecta a la iluminación se tiene 8 artefactos industrial AHP de T8/2x36W. y una ganancia adicional de 800Kcal/h por equipos diversos, estos datos se reemplazan en la ecuación (Ec-16).

$$Q_{sci} = 10 \times 73 \times 0.85 + 8 \times 2 \times 36 \times 0.86 * 1.25 + 800 = 2039.70 \text{Kcal/h}$$

**Calor sensible por aire de ventilación** (Ec-18)

$$Q_{sv} = 0.3 \times V_{av} \times FB \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{sv} = 0.3 \times 2741 \times 0.05 \times (17.9 - 22) = -168.57 \text{Kcal/h}$$

**Calor sensible efectivo del local:** Es la suma de ganancias de calor sensible solar cristal, muros y techo exteriores, por transferencia de cerramientos

interiores y calor interno, todo esto multiplicado por un factor de seguridad de 5%, así como también un 5% por ganancias diversas en conductos de impulsión y el motor del ventilador, a todo esto se suma las ganancia de calor sensible por aire de ventilación (Ec-10).

$$Q_s = 1.05 * 1.05 * (4632.26 - 1487.76 - 1130.19 + 2039.70) - 168.57$$

$$Q_s = 4300.97 \text{Kcal/h}$$

**Calor latente del local;** es la suma de las aportaciones de calor por infiltración de aire exterior y las aportaciones internas, debido a que el ambiente se encuentra en el interior se considera despreciables las aportaciones por infiltración del aire exterior. Las aportaciones internas de calor latente solo serán de los ocupantes, 10 personas con un grado de actividad de pie y marcha lenta, 53Kcal/h haciendo una ganancia de calor latente de  $Q_l = 530 \text{ kcal/h}$ .

**Calor latente efectivo del local (Ec-22);**

$$Q_{le} = Q_l + Q_{lav}$$

$$Q_{lav} = 0.72 \times V_{av} \times BF \times (W_e - W_i)$$

$$Q_{lav} = 0.72 \times 2741 \times 0.05 \times (12.54 - 13.36) = -80.91 \text{Kcal/h}$$

$$Q_{le} = 1.1 \times 1.1 \times 530 - 80.91 = 560.39$$

**Calor latente y sensible de aire exterior**

$$Q_{sae} = V_{av} \times (T_e - T_i) \times (1 - BF) \times 0.3$$

$$Q_{sae} = 2741 \times (17.9 - 22) \times (1 - 0.05) \times 0.3 = -3202.86 \text{Kcal/h}$$

$$Q_{lae} = V_{av} \times (W_e - W_i) \times (1 - BF) \times 0.72$$

$$Q_{lae} = 2741 \times (12.54 - 13.36) \times (1 - 0.05) \times 0.72 = -1537.37 \text{Kcal/h}$$

$$Q_{ae} = -3202.86 - 1537.37 = -4740.23 \text{ Kcal/h}$$

**Ganancia de calor total**; es la suma de las ganancias de calor efectiva sensible y latente más las ganancias de calor del aire exterior a través del climatizador (Ec-9).

$$Q_r = 4313.06 + 531.24 - 4740.23 = 204.06 \text{ Kcal/h}$$

**Tabla 20:** Resumen de cálculos de ganancias de calor sensible.

Descripción	Ts	Gsc	Gste	Gctpi	Cis	Csl	Aes	Csel
Quirófano 01	24	0.00	-502.6890	-683.89	3672.75	2610.48	45.52	2564.95
Quirófano 02	24	0.00	-249.44	-853.79	3672.75	2698.00	41.15	2656.86
Sala de prep. y recup.	22	3644.57	-1756.32	-1612.22	3038.95	3480.73	-32.65	3513.37
UCI	22	4632.26	-1607.88	-1130.19	2039.70	4130.58	-37.96	4168.54
Aisl. medicina general	22	736.01	-237.75	-341.84	437.40	623.51	5.13	618.38
Aisl. cirugía general	22	736.01	-237.75	-341.84	437.40	623.51	5.13	618.38

Elaboración: Propia-

**Tabla 21:** Resumen de cálculo de ganancias de calor latente y total.

descripción	Ts	CII	Clav	Clel	Cel	Cae	Gtc
Quirófano 01	24	1041.60	-290.83	750.77	1505.77	-10851.13	-9345.36
Quirófano 02	24	1091.20	-285.87	805.33	1966.10	-10851.13	-8885.03
Sala de prep. y recup.	22	1407.00	4.94	1411.94	3638.12	-7953.21	-4315.10
UCI	22	616.00	-19.31	596.69	2154.19	-4740.23	-2586.04
Aisl. medicina general	22	760.20	58.59	818.79	906.74	-1021.03	-114.28
Aisl. cirugía general	22	760.20	58.59	818.79	906.74	-1021.03	-114.28

Elaboración: Propia.

En las tablas anteriores se muestra el resumen del cálculo de ganancias de calor latente y sensible por ambientes, para más detalles del cálculo, ver las planillas de cálculo de aire acondicionado en el anexo.

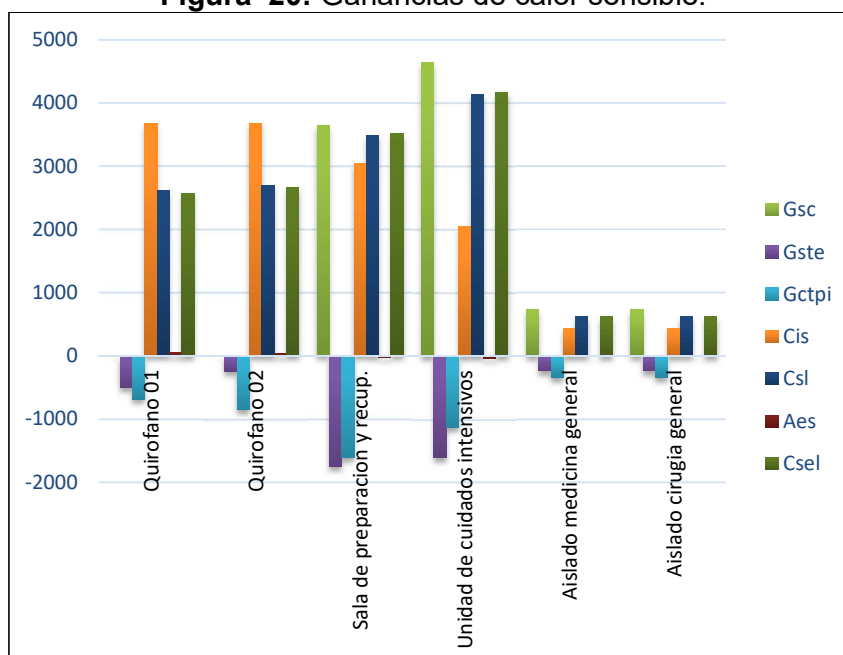
Donde:

- Gsc: Ganancia solar cristal (kcal/h).
- Gste: Ganancia solar y transferencia paredes y techo al exterior (kcal/h).
- Gctpi: Ganancia por transferencia cerramientos interiores (kcal/h).
- Cis: Ganancia Calor interno (kcal/h).

- Csl: Carga térmica local (kcal/h).
- Aes: Calor sensible por aire de ventilación (kcal/h).
- Csel: Carga térmica sensible efectivo del local (kcal/h).
- Cll: Calor latente del local (kcal/h).
- Clav: Calor latente aire de ventilación (kcal/h).
- Clel: Calor latente efectivo del local (kcal/h).
- Cel: Calor efectivo del local (kcal/h).
- Cae: Calor aire exterior (kcal/h).
- Gtc: Ganancia de calor total (kcal/h).

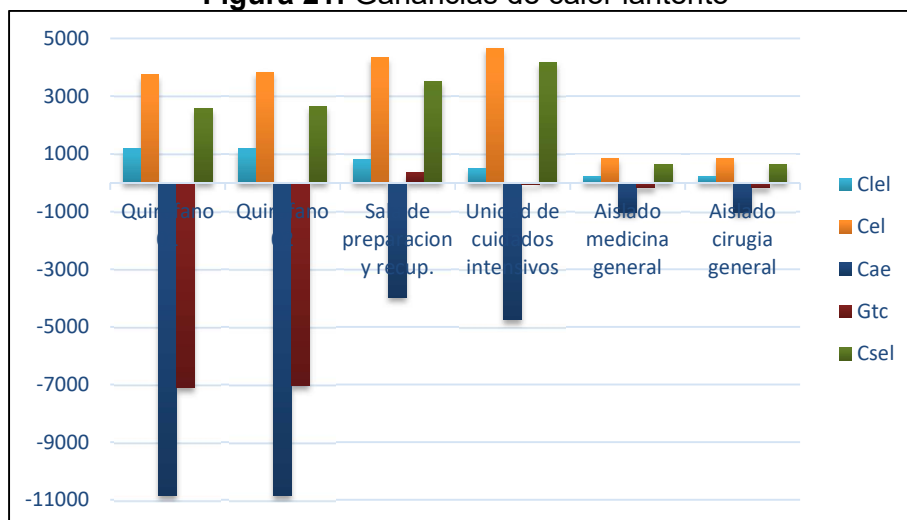
A continuación se tiene los gráficos comparativos de cada tipo de ganancia de calor por ambientes y su influencia en la carga térmica de aire acondicionado total.

**Figura 20:** Ganancias de calor sensible.



Elaboración: Propia..

**Figura 21: Ganancias de calor latente**

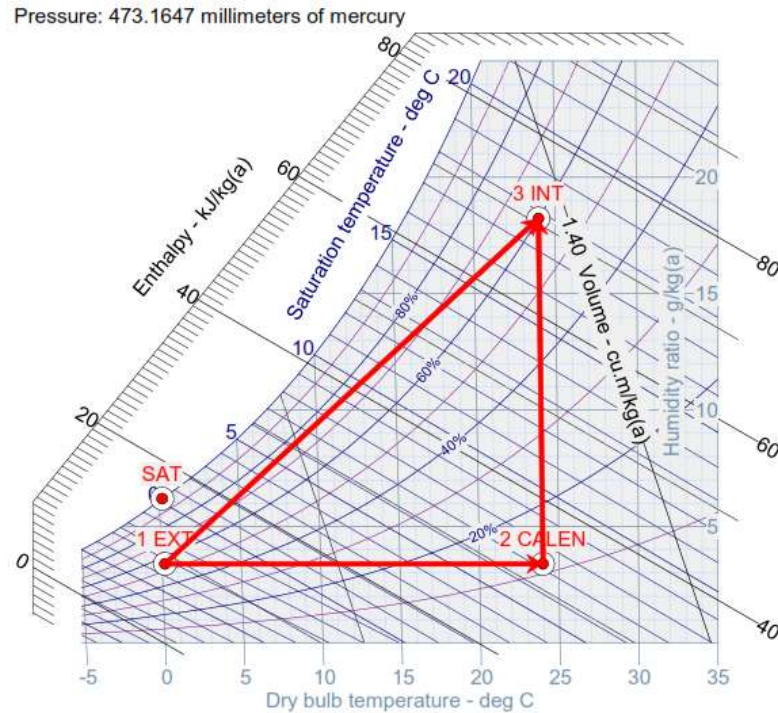


Elaboración: Propia.

#### 4.6. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE HUMIDIFICACIÓN

La potencia de humidificación estará relacionada con la cantidad de aire circulado en el ambiente y las condiciones exteriores. Para lo cual se realizará un balance de energía descrito a partir del gráfico de la carta psicrométrica que se muestra en la figura.

**Figura 22:** Diagrama psicrométrico (software Buy CYTSoft Psychrometric Chart 2.2).



Elaboración: Propia.

El punto 1 (EXT) son las condiciones exteriores de invierno según los datos del SENAMHI-Puno, del punto 1 (EXT) al punto 2 (CAL) se calienta con la batería de calor con humedad específica constante, luego del punto 2 (CAL) al 3 (INT) se realiza la humidificación asumiendo a una temperatura constante. Las ecuaciones de balance de energía se describen a continuación:

$$M_1 + M_2 = M_3 \quad \dots(\text{Ec-24})$$

$$M_1 = M_a + M_a Y_1 \quad \dots(\text{Ec-25})$$

$$M_3 = M_a + M_a Y_3 \quad \dots(\text{Ec-26})$$

Donde:

- $M_a$ : masa de aire seco.
- $Y_n$ : humedad de corriente n.

Para poder realizar el cálculo de la masa de aire ( $M_a$ ) se utilizará la siguiente ecuación:

$$M_a = \frac{V}{V_h} \quad \dots(\text{Ec-27})$$

Donde:

- $V$ : Flujo volumétrico ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $V_h$ : Volumen húmedo.

$$V_h = V_a + \left( \frac{V_s - V_a}{Y_s} \right) Y \quad \dots(\text{Ec-28})$$

Donde:

- $V_a$ : Volumen de aire seco.
- $Y_s$ : Humedad de saturación.
- $Y$ : Humedad en la corriente.
- $V_s$ : Volumen de saturación.

El cálculo del volumen húmedo se obtiene del diagrama psicrométrico, y a su vez se obtendrá los datos de volumen de aire seco, humedad de saturación y la humedad en la corriente pero no se obtendrá el volumen de saturación, entonces se recurrirá a la siguiente ecuación:

$$Y_s = \frac{18}{29} \left( \frac{P_v}{P - P_v} \right) \quad \dots(\text{Ec-29})$$

$$\ln P_v = A - \frac{B}{T + C} \quad \dots(\text{Ec-30})$$

La potencia del humidificador está dada por la suma de la potencia de calentamiento sensible del agua y la potencia de calentamiento latente.

$$P_{th} = P_{csh} + P_{cth} \quad \dots(\text{Ec-31})$$



Donde:

- $P_{th}$ : Potencia total de humidificación en KW.
- $P_{cs}$  : Potencia de calentamiento sensible de humidificación en KW.
- $P_{clh}$ : Potencia de calentamiento latente de humidificación en KW.

$$P_{csh} = \dot{m} C_p \Delta T \quad \dots(\text{Ec-32})$$

Donde:

- $\dot{m}$ : Flujo de masa en Kg/s.
- $C_p$ : Calor específico del agua KJ/Kg °C.
- $T$ : Diferencia de temperatura °C.

$$P_{clh} = \dot{m} \times Cl \quad \dots(\text{Ec-33})$$

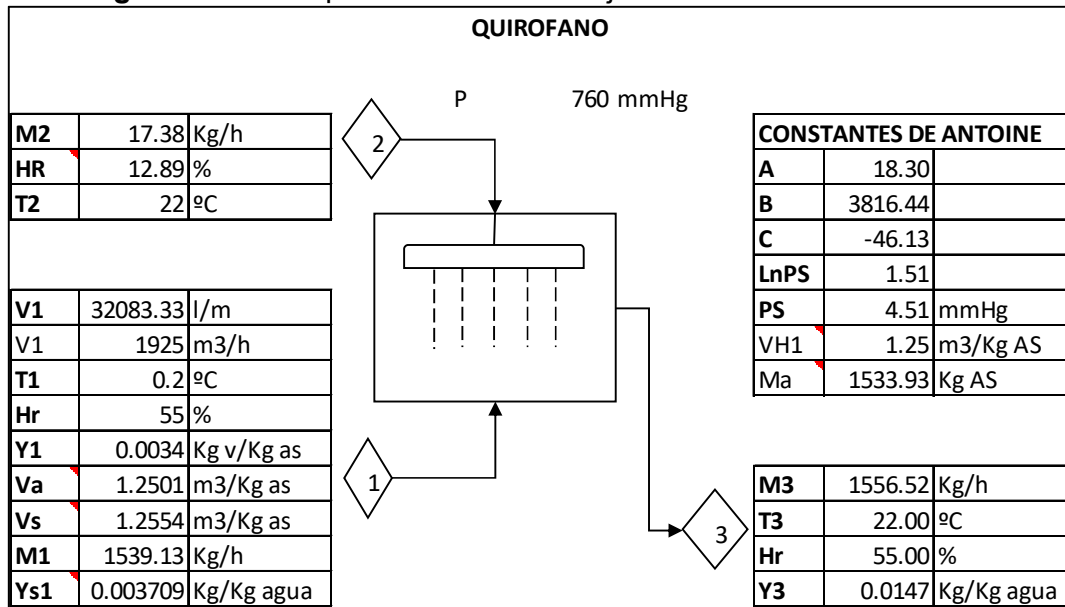
Donde:

$\dot{m}$ : Flujo de masa en Kg/s.

$Cl$ : Calor latente del agua KJ/Kg.

En la figura se muestra los datos tomados para el cálculo del ambiente para quirófanos,

**Figura 23:** Datos para el cálculo del flujo de masa del humidificador



Elaboración: Propia.

En el punto 1 conocemos el flujo volumétrico V1, la temperatura T1, y la humedad relativa Hr1, en el punto 3 conocemos la temperatura y la humedad relativa. Para obtener los datos humedad

Y1 y Y3, volumen de aire seco Va y volumen de saturación recurrimos a la carta psicrometrica utilizando el software Buy CYTSOFT Psychrometric Chart 2.2 en su versión demo, estos datos están en la figura anterior. La humedad de saturación no se puede ver en la carta psicrometrica, por lo cual se utiliza la ecuación de Antoine Ec-29 y Ec-30.

$$\ln P_v = A - \frac{B}{T + C}$$

$$\ln PS = 18.30 - \left( \frac{3816.44}{0.2 + 273.15 - 46.13} \right) = 1.51$$

$$PS = 4.51 \text{ mmHg}$$

$$Y_s = \frac{18}{29} \left( \frac{P_v}{P - P_v} \right) Y = \frac{18}{29} \left( \frac{4.51}{760 - 4.51} \right) = 0.003709$$

Luego calculamos el volumen húmedo con la ecuación Ec-28.

$$V_h = V_a + \left(\frac{V_s - V_a}{Y_s}\right) Y = 1.2501 + \left(\frac{1.2554 - 1.2501}{0.003709}\right) 0.0034 = 1.25 \text{ m}^3/\text{g}$$

$$M_a = \frac{1925}{1.25} = 1533.93 \text{ Kg as}$$

$$M_1 = 1533.93 + 1533.93 \times 0.0034 = 1539.13 \text{ Kg/h}$$

$$M_3 = 1533.93 + 1533.93 \times 0.0147 = 1556.52 \text{ Kg/h}$$

$$M_2 = M_3 - M_1 = 1556.52 - 1539.13 = 17.38 \text{ Kg/h}$$

Teniendo en cuenta que el calor latente del agua es 2257 KJ/Kg, el calor especifico 4.19 KJ/Kg K y que el agua en la ciudad de puno hierve a 85 °C aproximadamente y la temperatura de la red es de 10°C.

$$P_{csh} = \dot{m}Cp \Delta T = \frac{17.38 \times 4.19 \times 75}{3600} = 1.52 \text{ KW}$$

$$P_{clh} = \dot{m}Cl = \frac{17.38 \times 2257}{3600} = 10.90 \text{ KW}$$

$$P_t = 1.52 + 10.90 = 12.42 \text{ KW}$$

Se realiza las mismas operaciones para el resto de ambientes, se resume los resultados la siguiente tabla.

**Tabla 22:** Resumen cálculo de potencia de humidificación

ITEM	AMBIENTE	Potencia Sensible (KW)	Potencia Latente (KW)	Potencia Total (KW)
1	Quirófano 1	1.52	10.90	12.42
2	Quirófano 2	1.52	10.90	12.42
3	Preparación y recuperación	1.34	9.64	10.98
4	UCI	1.60	11.49	13.08
5	Aislado Medicina general	0.34	2.47	2.82
6	Aislado cirugía general	0.34	2.47	2.82

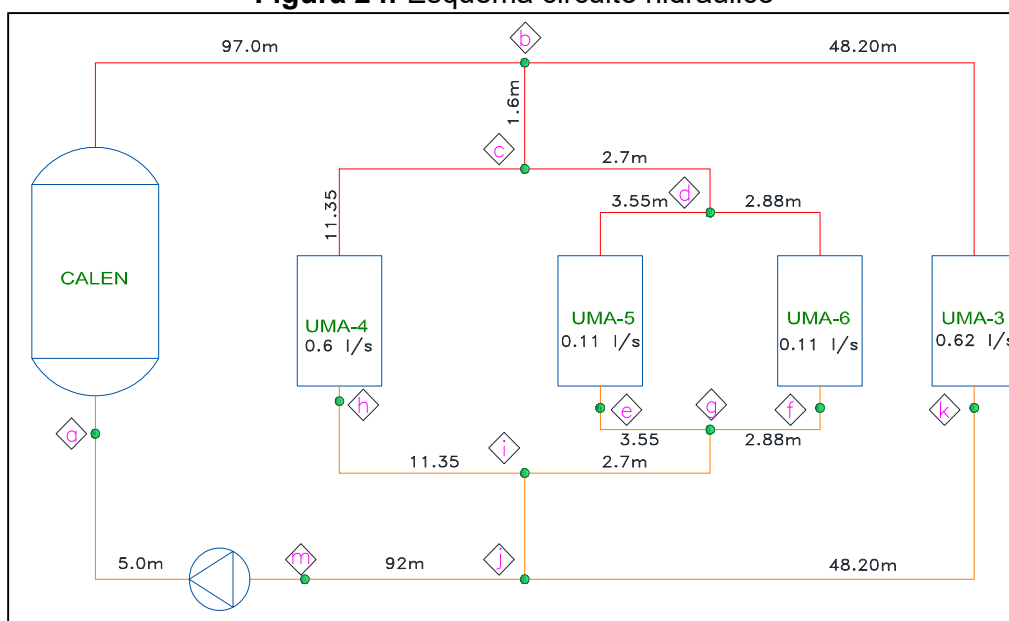
Elaboración: Propia.

#### 4.7.DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Antes de empezar con el cálculo de la altura dinámica total se definirá la ubicación de los equipos de tratamiento de aire, los cuales estarán dispuestos en la azotea del edificio como se muestra en los planos.

El sistema optado para el circuito hidráulico será del tipo dos tubos con retorno directo, el cual partirá desde el cuarto de máquinas (área de servicio del mega laboratorio clínico) hasta la azotea del sector D (centro quirúrgico) como se muestra en la figura, donde se tiene el esquema con las distancias y el caudal necesario hacia cada una de las unidades manejadoras de aire, los caudales se obtuvieron de los catálogos de los equipos de acuerdo a la potencia térmica de cada equipo.

**Figura 24:** Esquema circuito hidráulico



Elaboración: Propia.

#### 4.7.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

Para el cálculo de pérdidas en tubería se empleará la ecuación de Darcy Weibach. El factor de fricción  $f$  depende de varios factores  $f = f(\rho, \mu, v, D, e)$ , La fórmula más utilizada y con mejores resultados es la de Swamee Jain para flujos en tubería.

$$h = f \left( \frac{L \times v^2}{D \times 2g} \right) \quad \dots(\text{Ec-34})$$

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{\frac{3.7D}{\epsilon}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad \dots(\text{Ec-35})$$

$$Re = \frac{V \times D}{\mu} \quad \dots(\text{Ec-36})$$

Donde:

- $h$  : Pérdidas de carga mca.
- $f$ : Coeficiente de fricción (adimensional).
- $L$ : Longitud de la tubería m.
- $V$ : Velocidad media m/s.
- $D$ : Diámetro interno de la tubería m.
- $\epsilon$ : Rugosidad del material mm.
- $Re$ : Numero de Reynolds.
- $\mu$  : Viscosidad cinemática.

Las condiciones que debe cumplir el sistema hidráulico es que tenga una velocidad de 1.22 a 1.83 m/s, y que no disminuya por debajo de 0.61 m/s para evitar el asentamiento de partículas o acumulación de aire en las tuberías (Morales Quispe, 2011).

La tubería seleccionada para la red será de polipropileno, ideal para sistemas de calefacción y con baja conductividad térmica.

La longitud equivalente, se obtiene a partir de catálogos para los equipos y tablas para los accesorios, ver anexo.

La viscosidad cinemática es  $0.364 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s, y la rugosidad de la tubería a utilizar es de 0.015mm

Realizaremos un cálculo como ejemplo para el tramo a-b del circuito de suministro o ida, tenemos los siguientes datos.

- Caudal: 1.44 l/s
- Longitud de la tubería: 97 m
- Longitud equivalente por pérdidas por accesorios: 50.70 m

Seleccionaremos un diámetro nominal de 50mm (DI=36.2mm), esto con la finalidad de cumplir las condiciones de un sistema hidráulico, para el cálculo utilizamos las ecuaciones Ec-34, Ec-35 y Ec-36.

$$V = \frac{4000 \times 1.44}{\pi \times 36.2^2} = 1.40 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{V \times D}{\mu} = \frac{1.40 \times 36.2}{1000 \times 0.364 \times 10^{-6}} = 139148$$

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{\frac{3.7D}{\epsilon}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{\frac{3.7 \times 36.2}{0.015}} + \frac{5.74}{139148^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0192$$

$$h = f \left( \frac{L \times v^2}{D \times 2g} \right) = 0.0192 \left( \frac{(97 + 50.7) \times 1.40^2 \times 1000}{36.2 \times 2 \times 9.8} \right) = 7.83 \text{ mca}$$

**Tabla 23:** Longitud equivalente para accesorios y equipos

ACCESORIOS	D	Leq	TRAMOS													
			a-b	b-c	c-d	d-e	d-f	c-h	b-k	e-g	f-g	g-i	h-i	i-j	k-j	j-m
Codo 90	1/2"	0.6				2	3		1	2	3				1	
	1 1/4"	1.2			:			2	5				2		5	
	1 1/2"	1.5		2										2		
	2"	2.1 5	14													18
Te	3/4"	0.2 5			1							1				
	1 1/2"	0.4 5		1									1			
	2"	0.6	1													1
Válvula	1/2"	4.6				1	1	1	1	1	1	1		1		1
Reducción	3/4"	0.2 2				1	1			1	1					
	1 1/4"	0.3 9						1	1				1			1
	1 1/2"	0.5			1			1	1			1	1			1
	2"	0.6 1		1										1		
Calentador	2"	20	1													
UMA		0.2				1	1									
		2.8						1								
		2.8 5														1
Total			50.7 0	4.0 6	0.7 5	6.2 2	6.8 2	10.6 9	14.9 4	6.0 2	6.6 2	0.7 5	7.8 9	4.0 6	12.0 9	39.3 0

Elaboración: Propia.

**Tabla 24:** Pérdidas de carga en tuberías de agua caliente

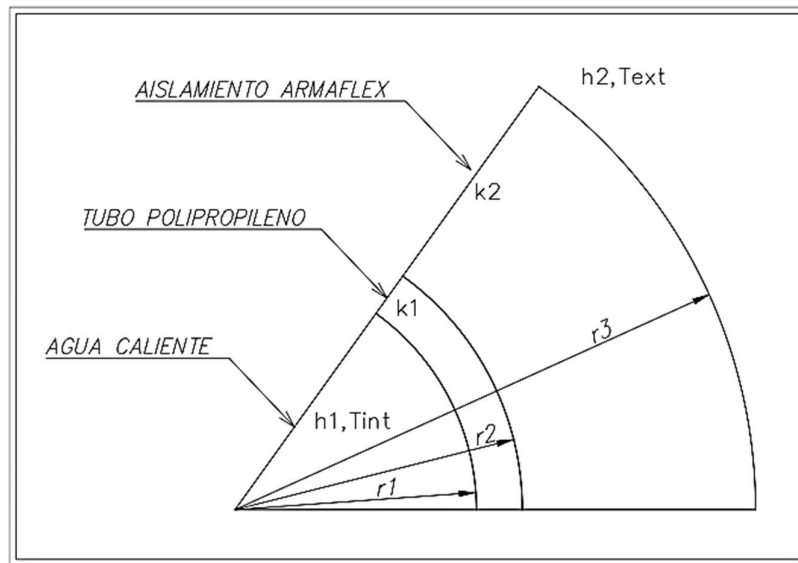
Tramo	Q	L	Leq	DN	DI	Vel.	$\epsilon$	Re	f	h
	(l/s)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m/s)	(mm)			(mca)
<b>Circuito de suministro</b>										
a-b	1.44	97.00	50.70	50.00	36.20	1.40	0.015	139148	0.0192	7.83
b-c	0.82	1.60	4.06	40.00	29.00	1.24	0.015	98909	0.0205	0.31
c-d	0.22	2.70	0.75	20.00	14.40	1.35	0.015	53442	0.0241	0.54
d-e	0.11	3.55	6.22	16.00	11.60	1.04	0.015	33171	0.0264	1.23
d-f	0.11	2.88	6.82	16.00	11.60	1.04	0.015	33171	0.0264	1.22
c-h	0.60	11.35	10.69	32.00	23.20	1.42	0.015	90466	0.0213	2.08
b-k	0.62	48.20	14.94	32.00	23.20	1.47	0.015	93481	0.0212	6.33
<b>Circuito de retorno</b>										
e-g	0.11	3.55	6.02	16.00	11.60	1.04	0.015	33171	0.0264	1.20
f-g	0.11	2.88	6.62	16.00	11.60	1.04	0.015	33171	0.0264	1.20
g-i	0.22	2.70	0.75	20.00	14.40	1.35	0.015	53442	0.0241	0.54
h-i	0.6	11.35	7.89	32.00	23.20	1.42	0.015	90466	0.0213	1.81
i-j	0.82	1.60	4.06	40.00	29.00	1.24	0.015	98909	0.0205	0.31
k-j	0.62	48.20	12.09	32.00	23.20	1.47	0.015	93481	0.0212	6.04
j-m	1.44	92.00	39.30	50.00	36.20	1.40	0.015	139148	0.0192	6.96
<b>TOTAL</b>										<b>37.61</b>

Elaboración: Propia.

#### 4.8. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR EN TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE

Las pérdidas de calor en las tuberías están dadas por transmisión y convección, apreciar el gráfico, así las pérdidas de calor en la tubería se obtienen con la expresión líneas abajo.

**Figura 25:** Componentes de la tubería de agua caliente.



Elaboracion Propia.

$$Q_{tub} = \frac{T_{ext} - T_{int}}{\frac{1}{h_1 2\pi r_1 L} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k_1 L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi k_2 L} + \frac{1}{h_2 2\pi r_3 L}} \quad \dots(Ec-37)$$

Donde:

- $Q_{tub}$ : Pérdidas de calor en tubería Kcal/h.
- $T_{ext}$ : Temperatura en el exterior 80°C.
- $T_{int}$ : Temperatura en el interior del tubo 0.2°C.
- $h_1$ : Coeficiente de convección del agua Kcal/hm<sup>2</sup>K.
- $h_2$ : Coeficiente de convección del aire 0.014Kcal/hm<sup>2</sup>K.
- $k_1$ : Conductividad térmica de la tubería 0.198Kcal/hmK.



- $k_2$ : Conductividad térmica armaflex (aislamiento) 0.034Kcal/hmK.

Para determinar, el coeficiente de convección  $h_1$  del agua, se tomara en cuenta la siguientes expresiones.

$$h_1 = k_{agua} \times \frac{Nu}{D_i} \quad \dots(\text{Ec-38})$$

$$Nu = 0.023 Re_D^{0.8} Pr^n \quad \dots(\text{Ec-39})$$

Donde:

- $k_{agua}$  : coeficiente de conductividad térmica del agua 0.499Kcal/hmK.
- Nu: Numero de Nusselt (adimensional).
- Re: Numero de Reynolds (adimensional).
- Pr: Numero de Prandtl 2.56.
- $n = 0.3$  cuando el fluido se enfría.
- $n = 0.4$  cuando el fluido se calienta.
- $D_i$ : Diámetro interno de la tubería.

Una vez teniendo estos datos se reemplaza en las ecuaciones EC-38, Ec-39 y se procesa los resultados para hallar el coeficiente de convección del agua para el tramo a-b, y el resto de resultados se resumen en tabla 25.

$$Nu = 0.023 \cdot 139148^{0.8} \cdot 2.56^{0.3} = 397.16$$

$$h_1 = 0.499 \times \frac{397.13 \times 1000}{36.20} = 5474.63 \text{ Kcal/hm}^2\text{K}$$

**Tabla 25:** Cálculo de coeficiente de convección del agua

Tramo	L (m)	DI (mm)	e (mm)	Re	Nu	h1 Kcal/hm <sup>2</sup> °K
<b>Circuito de suministro</b>						
a-b	97.00	36.20	6.9	139148	397.16	5474.63
b-c	1.60	29.00	5.5	98909	302.25	5200.85
c-d	2.70	14.40	2.8	53442	184.71	6400.67
d-e	3.55	11.60	2.2	33171	126.12	5425.37
d-f	2.88	11.60	2.2	33171	126.12	5425.37
c-h	11.35	23.20	4.4	90466	281.43	6053.17
b-k	48.20	23.20	4.4	93481	288.91	6214.05
<b>Circuito de retorno</b>						
e-g	3.55	11.60	2.2	33171	126.12	5425.37
f-g	2.88	11.60	2.2	33171	126.12	5425.37
g-i	2.70	14.40	2.8	53442	184.71	6400.67
h-i	11.35	23.20	4.4	90466	281.43	6053.17
i-j	1.60	29.00	5.5	98909	302.25	5200.85
k-j	48.20	23.20	4.4	93481	288.91	6214.05
j-m	92.00	36.20	6.9	139148	397.16	5474.63

Elaboración: propia.

#### 4.8.1. CÁLCULO DE ESPESORES MÍNIMOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN TUBERÍAS

Para el cálculo del espesor de aislamiento de las tuberías de agua caliente, se tomará en cuenta el cuadro 59 el cual indica espesores que son válidos para materiales con conductividad térmica de referencia  $\lambda_{ref} = 0,040 W/(mK)$  a 20 °C. Si se emplean materiales con conductividad térmica distinta a la de referencia, el espesor mínimo de aislamiento se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$e_{aisl} = \frac{D_i}{2} \left[ EXP \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \ln \frac{D_i + 2e_{ref}}{D_i} \right) - 1 \right] \quad \dots(Ec-40)$$

Donde:

- $e_{aisl}$  : Espesor mínimo de aislamiento mm.
- $e_{ref}$  : Espesor mínimo de aislamiento de referencia mm.
- $\lambda$  : Conductividad térmica del material W/mK.

- $\lambda_{ref}$ : Conductividad térmica de referencia W/mK.
- $D_i$  : Diámetro interno mm.

Los datos empleados son:

- $e_{ref}$  : Indicado en el cuadro mm.
- $\lambda$  : 0.039 W/mK.
- $\lambda_{ref}$ : 0.040W/mK.

Reemplazamos los datos en la ecuación EC-40, calculamos el espesor mínimo para el tramo a-b.

$$e_{aisl} = \frac{36.2}{2} \left[ EXP \left( \frac{0.039}{0.04} \ln \frac{36.2 + 2 \times 30}{36.2} \right) - 1 \right] = 28.84mm$$

Para este resultado seleccionamos una medida comercial superior el cual es 35mm

**Tabla 26:** Espesor mínimo de aislamiento y pérdidas de calor en tuberías

TRAMO	L (m)	$D_i$ (mm)	$e_{aisl}$ (mm)	$e$ seleccionado (mm)	$U$ (Kcal/hK)	$Q_{tub}$ (Kcal/h)
<b>Circuito de suministro</b>						
a-b	97.00	36.20	28.84	35	18.80	1278.66
b-c	1.60	29.00	28.77	35	0.27	18.53
c-d	2.70	14.40	19.11	25	0.36	24.53
d-e	3.55	11.60	19.06	25	0.43	28.95
d-f	2.88	11.60	19.06	25	0.35	23.49
c-h	11.35	23.20	19.22	25	1.95	132.77
b-k	48.20	23.20	19.22	25	8.29	563.82
<b>Circuito de retorno</b>						
e-g	3.55	11.60	19.06	25	0.43	28.95
f-g	2.88	11.60	19.06	25	0.35	23.49
g-i	2.70	14.40	19.11	25	0.36	24.53
h-i	11.35	23.20	19.22	25	1.95	132.77
i-j	1.60	29.00	28.77	35	0.27	18.53
k-j	48.20	23.20	28.69	35	7.26	493.94
j-m	92.00	36.20	28.84	35	17.83	1212.75
<b>Total</b>						<b>4005.68</b>

Elaboración: Propia.

#### 4.9.DISEÑO DE LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

El dimensionado de los conductos se ha realizado según el método de pérdida de carga constante. El cual consiste en dimensionar en primer lugar todos los conductos que abastecen el consumo con mayor pérdida de presión. Para ello se aumenta la sección hasta conseguir una velocidad máxima admisible. Posteriormente se dimensionan el resto de ramificaciones para que la pérdida de presión en el consumo sea lo más parecida posible a la del consumo más desfavorable.

Para los dos métodos también existe la posibilidad de dimensionar el tramo final con una velocidad determina con el fin de evitar ruidos excesivos.

El cálculo de la pérdida de presión en un tramo recto de conducto es muy parecido al que se realiza en las tuberías de agua. Se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach y el número de Reynolds del mismo modo. Sin embargo, existen ciertas diferencias que lo dificultan ya que el aire es un fluido compresible y, por tanto, la densidad puede variar.

En primer lugar el diámetro empleado para realizar todos los cálculos de pérdidas es un diámetro equivalente como se expresa en la ecuación:

$$D_e = \frac{1.3(A \times B)^{0.625}}{(A + B)^{0.25}} \quad \dots(\text{Ec-41})$$

Donde:

- $D_e$  : Diámetro equivalente del conducto rectangular mm.
- A: Ancho del conducto mm.
- B: Altura del conducto mm.

La ecuación de Darcy-Weisbach puede adaptarse al cálculo de conductos de la siguiente forma:

$$\Delta P = \left( \frac{100fL}{Dh} + \sum C \right) \times \left( \frac{Pv^2}{2} \right) \quad \dots(\text{Ec-42})$$

Para la estimación del caudal se tendrá en cuenta el número de renovaciones por hora que exigen las normas de acuerdo al uso que se le dé a cada ambiente, podemos citar los cuadros del RNE y la Norma técnica de Salud vigentes en el Perú ver tablas adjuntas en el anexo.

**Tabla 27:** Caudal para los ambientes a ventilar

AMBIENTE	AREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	REN/HR	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)
Quirófano 1	32.49	128.34	15.00	1924.88
Quirófano 2	32.49	128.34	15.00	1924.88
Prepar. y recupe.	132.15	396.45	6.00	2299.41
UCI	78.77	236.31	12.00	2741.11
Aisl. med. General	16.4	49.2	12.00	590.40
Aisl. ciru. General	16.4	49.2	12.00	590.40

Elaboración: Propia.

Para el cálculo de las pérdidas primarias por fricción podemos calcularla con la expresión:

$$h/100 = \frac{2.74 \left( \frac{V}{1000} \right)^{1.8}}{D^{1.22}} \quad \dots(\text{Ec-43})$$

Para el dimensionamiento de los conductos debemos tener en cuenta la velocidad del aire en el conducto, de acuerdo la a siguiente tabla:

**Tabla 28:** Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad m/s

APLICACIÓN	FACTOR DE CONTROL DEL NIVEL DE RUIDO (conductos principales)	FACTOR DE CONTROL – ROZAMIENTO EN CONDUCTO			
		Conductos principales		Conductos derivados	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	3	5	4	3	3
Apartamentos Dormitorios de hotel Dormitorios de hospital	5	7,5	6,5	6	5
Oficinas particulares Despachos de directores Bibliotecas	6	10	7,5	8	6
Salas de cine y teatro Auditorios	4	6,5	5,5	5	4
Oficinas públicas Restaurantes de primera categoría Comercios de primera categoría Bancos	7,5	10	7,5	8	6
Comercios de categoría media Cafeterías	9	10	7,5	8	6
Locales industriales	12,5	15	9	11	7,5

Fuente : (Carrier Air, 1980).

Las pérdidas secundarias se pueden obtener de los cuadros adjuntos al anexo. El método de cálculo optado será el método de pérdidas de carga constante. Para cada ambiente se mostrará un esquema preliminar de la distribución de los conductos sin dimensionar y posteriormente un cuadro de cálculo con las dimensiones de cada tramo, el cual estará plasmado en los planos.

#### 4.9.1.DISEÑO DE CONDUCTOS QUIRÓFANO 1 Y 2

Para los quirófanos uno y dos se realizará un único calculo debido a que estos presentan las mismas características en cuanto a área y volumen, y no es necesario un esquema de distribución de conductos ya que posee una sola entrada (inyección) por la parte superior del ambiente y una salida (extracción) por la parte inferior.

**Tabla 29:** Dimensionamiento conducto de inyección para quirófano 1 y 2

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	1924.9	6.6	400	300	377.7	0.11	4.46
	<b>Nº Codos</b>	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h(mmca)
AB	8.5	4.4	1.2	30	44.0	0.07	34.10

Elaboración: propia.

**Tabla 30:** Dimensionamiento conducto de extracción para quirófano 1

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	1924.9	10.68	400	300	377.7	0.11204	4.46
	<b>Nº Codos</b>	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h(mmca)
AB	6.5	4.4	2.1	0	39.3	0.07	4.69

Elaboración: propia.

**Tabla 31:** Dimensionamiento rejilla de inyección y extracción quirófanos 1 y 2

Rejilla	Q (m3/h)	$V_{max}$ (m/s)	Nº Rej	Q/NºRej	A (mm2)	D (mm)	A (mm)	B (mm)	$A_n$ (mm2)
inyección	1924	3.0	1	1924.9	178229	476.4	700.0	450.0	220500
extracción	1924	3.0	1	1924.9	178231	476.3	550.0	500.0	192500

Elaboración: Propia.

**Tabla 32:** Dimensionamiento conducto de extracción para quirófano 2

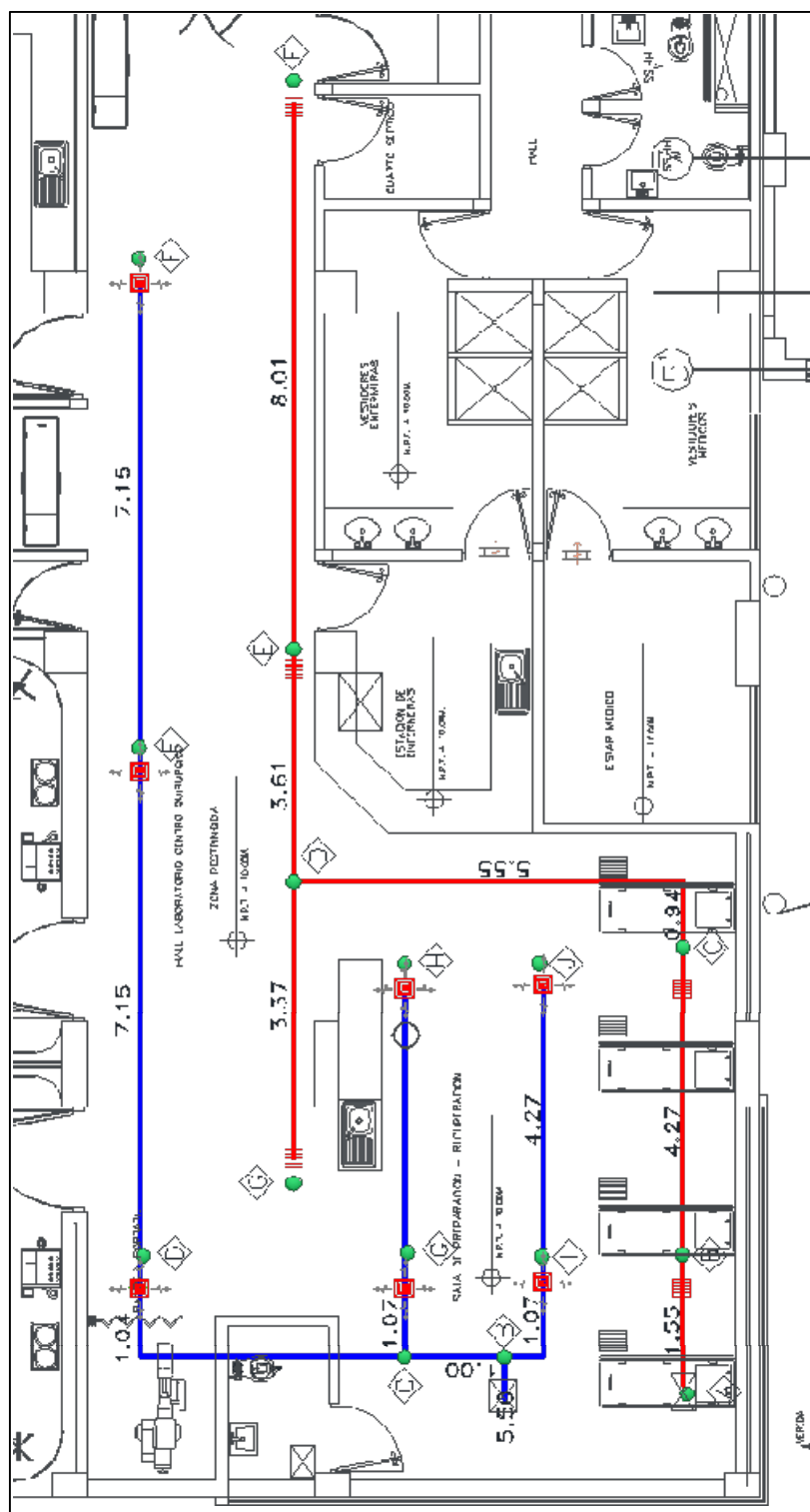
Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	1924.9	11.68	400	300	377.7	0.11	4.46
	<b>Nº Codos</b>	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h(mmca)
AB	6.5	4.4	2.1	0	30.3	0.07	4.14

Elaboración: Propia.

#### 4.9.2.DISEÑO DE CONDUCTOS SALA DE PREPARACIÓN Y RECUPERACIÓN

En la figura se muestra el esquema del recorrido de los conductos de inyección y extracción de aire, y en el cuadro se tiene los resultados del dimensionamiento de los conductos.

Figura 26: Esquema de conductos de aire en la sala de preparación y recuperación



Elaboración: Propia.



**Tabla 33:** Dimensionamiento conducto de inyección de la sala de preparación y recuperación

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	1916.18	5.50	400	300	377.71	0.11	4.44
BC	1368.70	1.00	300	300	327.95	0.08	4.22
CD	821.22	5.20	300	200	266.41	0.06	3.80
DE	547.48	7.15	250	200	244.06	0.05	3.04
EF	273.74	7.15	200	150	188.85	0.03	2.53
CG	547.48	1.07	250	200	244.06	0.05	3.04
GH	273.70	4.27	200	150	188.85	0.03	2.53
BI	547.48	2.62	250	200	244.06	0.05	3.04
IJ	273.70	4.27	200	150	188.85	0.03	2.53
	Nº Codos	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h (mmca)
AB	3.00	4.40		15.00	18.70	0.07	16.22
BC	1.50	3.30			5.95	0.07	16.65
CD	2.25	3.30	1.20		12.63	0.07	18.79
DE	1.50	2.75	1.20		11.28	0.05	20.60
EF	1.50	2.20	1.20		10.45	0.05	22.35
CG	1.50	2.75	1.20		5.20	0.05	23.84
GH	2.50	2.20	1.20		9.77	0.05	25.55
BI	3.50	2.75	1.20		12.25	0.05	18.09
IJ	4.50	2.20	1.20		14.17	0.05	20.04

Elaboración Propia.

**Tabla 34:** Dimensionamiento conductos de extracción de la sala de preparación y recuperación

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	1916.18	6.1	400	300	377.71	0.11	4.44
BC	1532.94	4.27	350	300	353.96	0.10	4.06
CD	1149.71	6.49	300	300	327.95	0.08	3.55
DE	766.47	3.61	250	250	273.29	0.06	3.41
EF	383.24	8.01	200	200	218.63	0.04	2.66
DG	383.2	3.37	200	200	218.63	0.04	2.66
	Nº Codos	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h (mmca)
AB	6.50	4.40	1.20		34.70	0.07	3.47
BC	0.25	3.85	1.20		5.23	0.06	4.98
CD	3.50	3.30			18.04	0.05	5.90
DE	0.25	2.75	1.20		4.30	0.06	7.35
EF	0.25	2.20	1.20		8.56	0.05	8.97
DG	0.25	0.00	1.20		3.37	0.05	10.33

Elaboración: Propia.

**Tabla 35:** Dimensionamiento difusor y rejilla en sala de preparación y recuperación

Rejilla	Q (m3/h)	$V_{max}$ (m/s)	Nº Rej	Q/NºRej	A (mm2)	D (mm)	A (mm)	B (mm)	$A_n$ (mm2)
inyección	1916.2	3.0	7.0	273.7	25346.3	179.6	250.0	250.0	43750.0
extracción	1916.2	3.0	5.0	383.2	35484.8	212.6	250.0	250.0	43750.0

Elaboración: Propia.

### 4.9.3.DISEÑO DE CONDUCTOS SALA DE UNIDAD DE CUIDADOS

#### INTENSIVOS

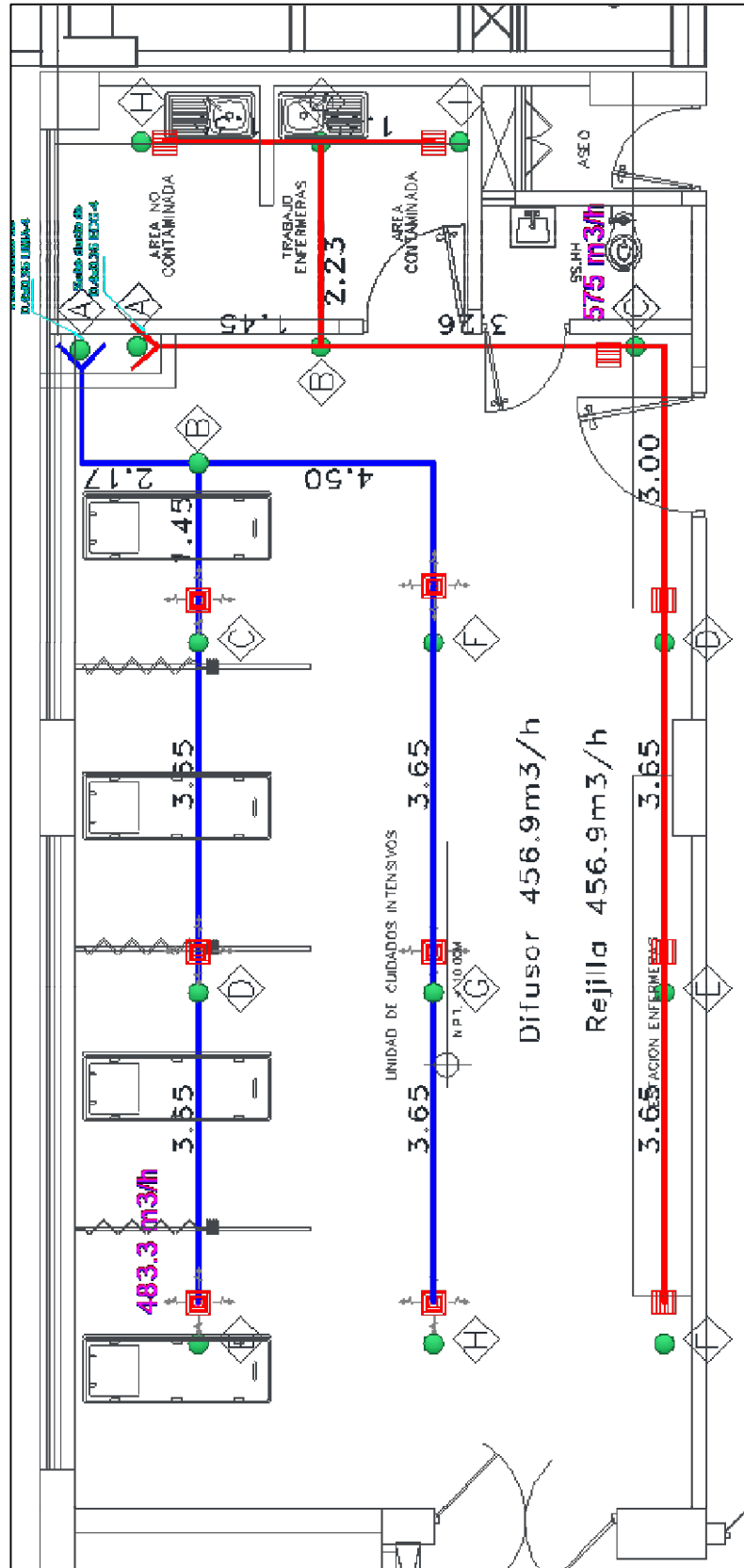
Para la sala de cuidados intensivos, se muestra el esquema de la figura, en el cual se distribuye los conductos de inyección y extracción con las longitudes de los ductos; teniendo este esquema y los datos de flujos se procede con el dimensionamiento de los conductos los cuales se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 36:** Dimensionamiento conductos de inyección de la unidad de cuidados intensivos

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	$A_r$ (m2)	V (m/s)
AB	2741.11	5.47	400	350	408.80	0.13	5.44
BC	1370.56	1.45	350	250	322.23	0.08	4.35
CD	913.70	3.65	300	200	266.41	0.06	4.23
DE	456.85	3.65	250	150	209.99	0.03	3.38
BF	1370.56	4.50	350	250	322.23	0.08	4.35
FG	913.70	3.65	300	200	266.41	0.06	4.23
GH	456.85	3.65	250	150	209.99	0.03	3.38
	Nº Codos	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h (mmca)
AB	4.25	4.40		15.00	24.17	0.09	17.12
BC	1.50	3.85	1.20		7.23	0.08	18.87
CD	2.25	3.30	1.20		11.08	0.09	21.08
DE	1.50	2.75	1.20		7.78	0.08	22.91
BF	1.50	3.85	1.20		10.28	0.08	19.10
FG	1.50	3.30	1.20		8.60	0.09	21.09
GH	2.50	2.75	1.20		10.53	0.08	23.13

Elaboración: Propia.

Figura 27: Esquema de conductos de aire en la sala de unidad de cuidados intensivos.



Elaboración: Propia.

**Tabla 37:** Dimensionamiento conductos de extracción de la unidad de cuidados intensivos.

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	$D_{eq}$ (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	2741.11	4.25	400	350	408.80	0.13	5.44
BC	1827.41	3.26	400	300	377.71	0.11	4.23
CD	1370.56	3.00	350	300	353.96	0.10	3.63
DE	913.70	3.65	300	250	299.07	0.07	3.38
EF	456.85	3.65	300	150	228.51	0.04	2.82
BG	913.70	2.23	350	200	286.44	0.06	3.63
GH	456.85	1.35	300	150	228.51	0.04	2.82
GI	456.85	1.35	300	150	228.51	0.04	2.82
	Nº Codos	$L_{eq}$ (m)	$h_{rej}$	$h_{fil}$	$L_t$ (m)	h/m	h (mmca)
AB	2.50	4.40		15.00	15.25	0.09	16.33
BC	0.25	4.40	1.20		4.36	0.06	17.80
CD	1.25	3.85	1.20		7.81	0.05	19.37
DE	0.25	3.30	1.20		4.48	0.05	20.81
EF	0.25	3.30	1.20		4.48	0.05	22.23
BG	0.25	3.85			3.19	0.06	16.53
GH	0.25	0.00	1.20		1.35	0.05	17.80
GI	0.25	3.30	1.20		2.18	0.05	19.11

Elaboración: Propia.

**Tabla 38:** Dimensionamiento difusor y rejilla de inyección y extracción.

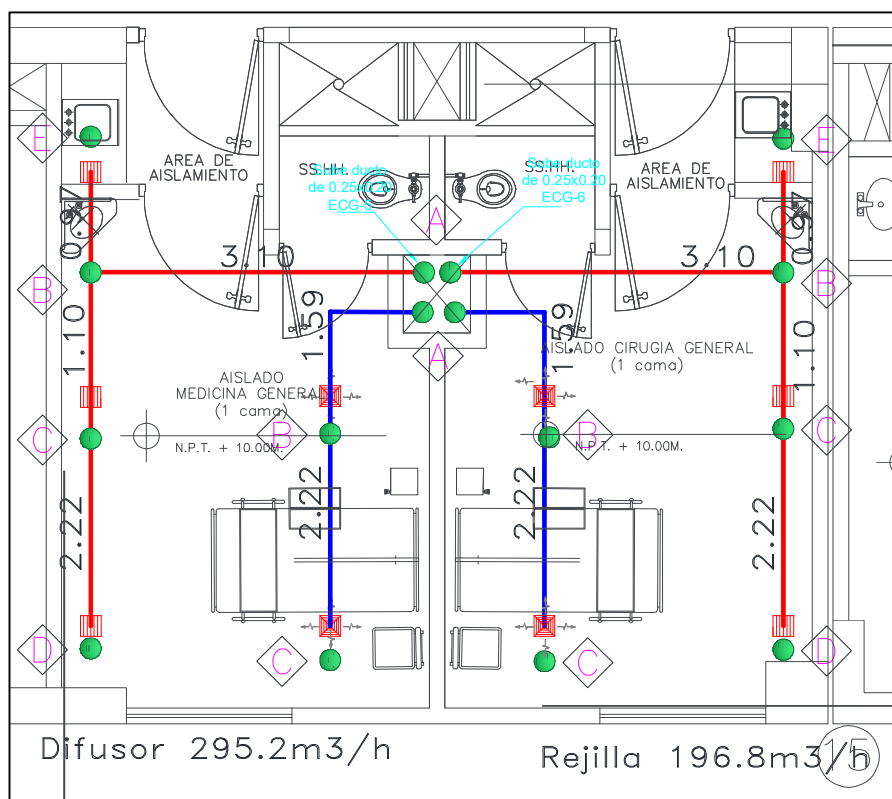
Rejilla	Q (m3/h)	$V_{max}$ (m/s)	Nº Rej	Q/NºRej	A (mm2)	D (mm)	A (mm)	B (mm)	$A_n$ (mm2)
inyección	2741.1	3.0	6.0	456.9	42301.1	232.1	250.0	250.0	43750
extracción	2741.1	3.0	6.0	456.9	42301.1	232.1	250.0	250.0	43750

Elaboración: Propia.

#### 4.9.4.DISEÑO DE CONDUCTOS AISLADO MEDICINA Y CIRUGÍA GENERAL

Para los ambientes destinados para aislado medicina general y cirugía general, se tiene el esquema mostrado en la figura, como se puede observar, los ambientes son similares y el esquema de distribución de los conductos es simétrico, por lo cual el cálculo solo será de uno de ellos. Los resultados de las dimensiones se muestran en las siguientes tablas.

**Figura 28:** Esquema de conductos de aire en aislados medicina y cirugía general



Elaboración: Propia.

**Tabla 39:** Dimensionamiento conductos de inyección aislado medicina y cirugía general

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	D <sub>eq</sub> (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	590.40	3.59	250	200	244.06	0.05	3.28
BC	295.20	2.22	200	150	188.85	0.03	2.73
	<b>Nº Codos</b>	<b>L<sub>eq</sub> (m)</b>	<b>h<sub>rej</sub></b>	<b>h<sub>il</sub></b>	<b>L<sub>t</sub> (m)</b>	<b>h/m</b>	<b>h (mmca)</b>
AB	3.25	2.75	1.2	15	12.53	0.06	16.99
BC	1.50	2.20	1.2		5.52	0.06	18.52

Elaboración: Propia.

**Tabla 40:** Dimensionamiento conductos de extracción aislado medicina y cirugía general

Tramo	Q (m3/h)	L (m)	A (mm)	B (mm)	D <sub>eq</sub> (mm)	Ar (m2)	V (m/s)
AB	590.40	5.90	250	200	244.06	0.05	3.28
BC	393.60	1.10	200	200	218.63	0.04	2.73
CD	196.80	2.20	200	150	188.85	0.03	1.82
BE	196.80	0.97	200	150	188.85	0.03	1.82
	Nº Codos	L <sub>eq</sub> (m)	h <sub>rej</sub>	h <sub>fil</sub>	L <sub>t</sub> (m)	h/m	h (mmca)
AB	3.25	2.75		15	14.84	0.06	15.93
BC	0.25	2.20	1.2		1.65	0.05	17.22
CD	0.25	2.20	1.2		2.75	0.03	18.49
BE	0.25	2.20	1.2		1.52	0.03	17.18

Elaboración: Propia.

**Tabla 41:** Dimensionamiento difusor y rejilla de inyección y extracción

Rejilla	Q (m3/h)	V <sub>max</sub> (m/s)	Nº Rej	Q/NºRej	A (mm2)	D (mm)	A (mm)	B (mm)	A <sub>n</sub> (mm2)
<b>Inyección</b>	590.4	3.0	2.0	295.2	27333.3	186.6	200.0	200.0	28000
<b>extracción</b>	590.4	3.0	3.0	196.8	18222.2	152.3	200.0	200.0	28000

Elaboración: Propia.

#### 4.10.CALCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR EN LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

La transferencia de calor a lo largo del circuito de conductos, suponen una variación de la temperatura del aire interior, y estas pueden ser importantes según el valor de U, caudal de aire, la geometría del conducto y las diferencias iniciales de temperatura interior y ambiente.

Para el cálculo de las pérdidas de calor en los conductos de inyección aire se realizará de acuerdo la Norma 90A de ANSI/ASHRAE/IES, el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{duc} = \frac{U \times P \times L}{1000} \left( \frac{T_e + T_i}{2} - T_a \right) \quad \dots(Ec-44)$$

$$T_e = \frac{T_i(y + 1) - 2T_a}{y - 1} \quad \dots(Ec-45)$$

$$T_i = \frac{T_e(y - 1) + 2T_a}{y + 1} \quad \dots(\text{Ec-46})$$

Donde:

- $y = \frac{2AV\rho}{UPL}$  : Para conductos rectangulares.
- $y = \frac{0.5DV\rho}{UL}$  : Para conductos redondos.
- $A_t$  : Area de la sección transversal del conducto,  $\text{mm}^2$ .
- $V$ : Velocidad media, m/s.
- $D$ : Diámetro del conducto, mm.
- $L$ : Longitud del conducto, m.
- $Q_{\text{duc}}$ : Pérdida/ganancia de calor a través de las paredes del conducto, W.
- $U$ : Coeficiente de transferencia de calor total de la pared del conducto,  $\text{W/m}^2\text{C}$ .
- $P$ : Perímetro del conducto, mm.
- $\rho$  : Densidad del aire,  $\text{Kg/m}^3$ .
- $T_e$  : Temperatura del aire de entrada del conducto,  $^{\circ}\text{C}$ .
- $T_i$  : Temperatura del aire de salida del conducto,  $^{\circ}\text{C}$ .
- $T_a$ : Temperatura del aire que rodea el conducto,  $^{\circ}\text{C}$ .

Con los siguientes datos se evalúa las ecuaciones Ec-44, Ec-45 y Ec-46, los resultados se muestran en la tabla 42.

- $U_{\text{chap}} = 5.2\text{Wm}^2\text{C}$ : coeficiente global de transferencia de calor de la chapa galvanizada.
- $U_{\text{lv}} = 0.4\text{m}^2\text{C}$ : coeficiente global de transferencia de calor lana de vidrio  $e=50\text{mm}$ .
- $\rho = 1.164 \text{ Kg/m}^3$  : Densidad del aire, a  $30^{\circ}\text{C}$ .
- $T_e=30$  : Temperatura del aire de entrada del conducto,  $^{\circ}\text{C}$ .

- $T_a = 12$  : Temperatura del aire que rodea el conducto, °C.

**Tabla 42:** Pérdidas de calor en conductos de ventilación.

Tramo	L (m)	A (mm)	B (mm)	V (m/s)	y	Te (°C)	Ti (°C)	Q <sub>duc</sub> (W)	Q <sub>duc</sub> (kcal/h)
<b>QUIRÓFANO 1</b>									
AB	6.6	400	300	4.46	24.1	30	28.56	894.22	769.03
<b>QUIRÓFANO 2</b>									
AB	6.6	400	300	4.46	24.1	30	28.56	894.22	769.03
<b>SALA DE PREPARACIÓN Y RECUPERACIÓN</b>									
AB	5.50	400	300	4.44	28.7	30.0	28.79	750.06	645.05
BC	1.00	300	300	4.22	131.7	28.8	28.54	116.04	99.80
CD	5.20	300	200	3.80	18.2	28.5	26.82	477.82	410.92
DE	7.15	250	200	3.04	9.8	26.8	24.08	541.97	466.10
EF	7.15	200	150	2.53	6.3	24.1	20.78	375.25	322.72
CG	1.07	250	200	3.04	65.6	28.5	28.04	91.79	78.94
GH	4.27	200	150	2.53	10.6	28.0	25.27	261.69	225.05
BI	2.62	250	200	3.04	26.8	25.3	24.31	200.15	172.13
IJ	4.27	200	150	2.53	10.6	24.3	22.19	235.90	202.87
<b>UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVOS</b>									
AB	5.47	400	350	5.44	38.6	30.0	29.09	806.17	693.30
BC	1.45	350	250	4.35	91.0	29.1	28.72	169.15	145.47
CD	3.65	300	200	4.23	28.9	28.7	27.60	343.40	295.32
DE	3.65	250	150	3.38	18.1	27.6	25.96	261.34	224.75
BF	4.50	350	250	4.35	29.3	29.1	27.96	513.52	441.62
FG	3.65	300	200	4.23	28.9	28.0	26.90	336.19	289.12
GH	3.65	250	150	3.38	18.1	26.9	25.33	256.18	220.31
<b> AISLADO MEDICINA GENERAL</b>									
AB	3.59	250	200	3.28	21.1	30.0	28.37	310.95	267.42
BC	2.22	200	150	2.73	21.9	28.4	26.94	143.34	123.28
<b> AISLADO CIRUGIA GENERAL</b>									
AB	3.59	250	200	3.28	21.1	30.0	28.37	310.95	267.42
BC	2.22	200	150	2.73	21.9	28.4	26.94	143.34	123.28
<b>Total</b>								<b>8433.62</b>	<b>7252.92</b>

Elaboración: Propia.

La pérdida de calor en los conductos de ventilación es de 8433.62 W equivalente a 7252.92 Kcal/h.

Teniendo en cuenta los cálculos realizados, de carga térmica de calefacción y de aire acondicionado, los cuales indican que la mayor cantidad de energía necesaria para climatizar el ambiente, son los ocasionados por las pérdidas de calor en el mes de julio (carga térmica de calefacción).



La temperatura máxima promedio es en el mes de noviembre es  $17.9^{\circ}\text{C}$ , el cual no supera la temperatura requerida por los ambientes, a pesar de esto se realizó los cálculos de carga térmica de refrigeración, debido a que no se tenía claro las ganancias de calor por radiación y diferencia equivalente de temperatura para la ubicación del presente estudio. Obteniendo un resultado negativo  $-16536.9$  Kcal/h, esto da a entender que en el mes de noviembre se requiere calefacción mas no aire acondicionado.

Por otra parte, se tomó en cuenta que las salas de operaciones (quirófanos) deberá tener un riguroso tratamiento en cuanto a la climatización, por lo cual se proyectara dos bombas de calor de alta eficiencia que tengan la capacidad de generar frio y calor, se adopta esta determinación por seguridad.

Para las premisas anteriores se proyectará un calentador de agua, que pueda suministrar la carga térmica de calefacción más las pérdidas de calor en tuberías de agua y pérdidas de calor en ductos de ventilación, y así proyectar un sistema agua-aire:

- Carga térmica de ventilación  $36954.63$  Kcal/h
- Carga térmica por transferencia  $15914.48$  Kcal/h
- Pérdidas de calor en conductos de ventilación  $5552.85$  Kcal/h
- Pérdidas de calor en tuberías de agua  $4005.68$  Kcal/h
- Pérdidas de en el calentador 15%:  $9364.15$  Kcal/h

Sumando todos estos valores, la potencia mínima requerida es de  $71791.79$  Kcal/h equivalente a  $284798.04$  Btu/h, se agregara un factor de seguridad del 25%, con lo cual tendremos una potencia mínima para la selección del calentador de  $355997.55$  Btu/h.

La eficiencia del sistema agua-aire será calculada por la siguiente expresión

$$\eta = \frac{P}{P + Q_{\text{tub}} + Q_{\text{cond}} + P_c} \times 100 \quad \dots(\text{Ec-47})$$

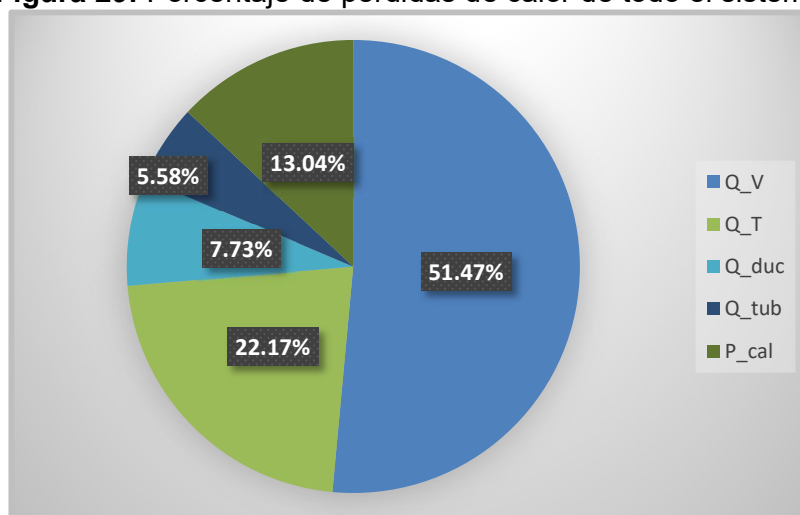
Donde:

- $\eta$  : Eficiencia del sistema (%).
- $P_c$  : pérdidas en el calentador 15%, tomando en cuenta que la eficiencia esta entre 0.8-0.95.
- P: Carga térmica de calefacción del ambiente.
- $Q_{\text{tub}}$  : Pérdidas de calor en tuberías de agua caliente.
- $Q_{\text{cond}}$  : Pérdidas de calor en conductos de aire.

$$\eta = \frac{52869.12}{52869.12 + 4005.68 + 5552.85 + 9364.15} \times 100 = 73.64\%$$

En la figura 29 se muestra las pérdidas de calor representadas en porcentaje, respecto al total de la carga térmica necesaria.

**Figura 29:** Porcentaje de pérdidas de calor de todo el sistema



Elaboracion: Propia.

Q\_V: pérdidas de calor por ventilación; Q\_T: Pérdidas de calor por transferencias; Q\_duc: Pérdidas de calor en conductos de ventilación; Q\_tub: pérdidas de calor en tuberías de agua caliente; P\_cal, perdidas en el calentador de agua.

En el cuadro siguiente se muestra los datos técnicos mínimos que deben tener los equipos a seleccionar, como son:  $Q_{\text{aire}}$  Caudal de aire en  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $Q_T$ : Carga térmica total de calefacción,  $P_{\text{th}}$ : Potencia total de humidificación,  $M$ : flujo de masa de vapor del humidificador,  $P_i, P_e$ : Potencia mínima del inyector y extractor respectivamente.

**Tabla 43:** Capacidad de diseño mínimo para la selección de los equipos de aire acondicionado y calefacción

AMBIENTE	$Q_{\text{aire}}$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$Q_T$ ( $\text{Btu}/\text{h}$ )	$P_{\text{th}}$ ( $\text{KW}$ )	$M$ $\text{Kg}/\text{h}$	INY ( $\text{HP}$ )	EXTR ( $\text{HP}$ )
Quirófano 1	1925	55512.77	12.42	17.38	0.65	0.08
Quirófano 2	1925	51879.60	12.42	17.38	0.61	0.07
Prepar. y recupe.	2299	92824.84	10.98	15.37	0.46	0.19
UCI	2741	88537.19	13.08	18.32	0.59	0.19
Aisl. med. General	590	19273.24	2.82	3.94	0.10	0.02
Aisl. ciru. General	590	19583.11	2.82	3.94	0.10	0.02

Elaboración: Propia.

Para poder tener en cuenta el consumo eléctrico de todo el sistema se elabora el siguiente cuadro de cargas con dos alternativas, uno con todos los equipos netamente de consumo eléctrico y otro con el sistema agua aire, el cual tiene como fuente de energía el GLP

**Tabla 44:** cuadro de cargas, por ambientes climatizados.

AMBIENTES	EQUIPOS	PI (KW) Equipos	Demanda térmica (KW)	PI (KW) alternativa eléctrica	PI (KW) sistema agua-aire
Quirófano 1	UMA-1	1.2	16.27	30.27	21.56
	Hum-1	12.42			
	EC-1	0.38			
	UC-1	6.07			
	UE-1	1.49			
Quirófano 2	UMA-2	1.2	15.21	29.20	21.56
	Hum-2	12.42			
	EC-2	0.38			
	UC-2	6.07			
	UE-2	1.49			
Sala de preparación y recuperación.	UMA-3	0.75	27.21	39.50	12.30
	EC-3	0.57			
	Hum-3	10.98			
Unidad de cuidados intensivos	UMA-4	1.1	25.95	40.89	14.94
	EC-4	0.76			
	Hum-4	13.08			
Aislado medicina general.	UMA-5	0.55	5.65	9.25	3.60
	EC-5	0.23			
	Hum-5	2.82			
Aislado cirugía general	UMA-6	0.55	5.74	9.34	3.60
	EC-6	0.23			
	Hum-6	2.82			
<b>Total</b>			<b>96.02</b>	<b>158.45</b>	<b>77.55</b>

Elaboración: Propia.

De acuerdo a las tablas anteriores se seleccionan los equipos de calefacción, que están especificados en la tabla siguiente, así como también los equipos de aire acondicionado.

**Tabla 45:** Equipos de calefacción recomendados

Cod	Descripción	Modelo recomend.	Pot.	Alimentación eléctrica	Otras e.
UMA-03	Unidad manejadora de Aire		1.10 KW	220VAC 60Hz, 3F 2.55Amp	Caudal: 2382 m3/h RPM: 2996 Cap.: 100,000 Btu/h
EC-03	Extractor Centrifugo	SA 10/6	0.75 HP	220VAC 60Hz, 1F 2.6Amp	Caudal: 2381 m3/h RPM: 1317
H-3.0	Humidificador de vapor	UE008XK001	6.0KW	230VAC 60Hz, 3F 15.1Amp	Cap.: 8.0Kg/h
H-3.1	Humidificador de vapor	UE008XK001	6.0KW	230VAC 60Hz, 3F 15.1Amp	Cap.: 8.0Kg/h
FILB-03	Filtro de bolsa	VARICEL VXL			Filter Class: F7 TO EN779 592X592X290 MM
FSIN-03	Filtro de fibra sintética	HH60130			24"X24"X3/4"
PREF-03	Pre-filtro de aluminio	K514-004			592X592X46MM
UMA-06	Unidad manejadora de aire		0.75 KW	220VAC 60Hz, 3F 1.6Amp	Caudal: 4144 m3/h RPM: 2518 Cap: 95,000 Btu/h
EC-06	Extractor centrifugo	SA 15/8	1 HP	220VAC 60Hz, 1F 3.4Amp	Caudal: 4143 M3/H RPM: 834
HUM-6.0	Humidificador de vapor	UE025XK001	18.75KW	220VAC 60Hz, 3F 47.1Amp	Cap. : 25.0Kg/h
FILB-6.0	Filtro de bolsa	VARICEL VXL			Filter Class: F7 TO EN779 490X592X292 MM
FILB-6.1	Filtro de bolsa	455990 - 222			Filter Class: F7 TO EN779 287X592X292 MM
FSIN-06	Filtro de fibra sintetica	HH60130			24"X24"X3/4"
PREF-06	Pre-filtro de aluminio	K514-004			592X592X46MM
UMA-07	Unidad manejadora de aire	SIZE: ADS01HG W1	0.55KW	220VAC 60Hz, 3F 2.4Amp	Caudal: 750 m3/h RPM: 2897 Cap: 22,000 Btu/h
EC-07	Extractor centrifugo	TD - 1300/250	230 W	220VAC 60Hz, 1F 1.62Amp	Caudal: 416 m3/h RPM: 3200
HUM-7.0	Humidificador de vapor	HUMISTEA M X PLUS UE005XK001	3.55KW	230VAC, 60Hz, 3F, 9.4Amp	Capacidad: 5.0KG/H
FILB-07	Filtro de bolsa	VARICEL VXL			Filter class: F7 TO EN779 490X592X292 mm
FSIN-07	Filtro de fibra sintética	HH60130			24"X24"X3/4"

PREF-07	Pre-filtro de aluminio	K514-004			592X592X46mm
UMA-08	Unidad manejadora de aire	SIZE: ADS01HG W1	0.55KW	220VAC 60Hz, 3F 2.4Amp	Caudal: 750 M3/H RPM: 2897 CAPACIDAD: 22,000 Btu/h
EC-08	Extractor centrífugo	TD - 1300/250	230 W	220VAC 60Hz, 1F 1.62Amp	Caudal: 416 m3/h RPM: 3200
HUM-8.0	Humidificador de vapor	HUMISTEA M X PLUS UE005XK001	3.55KW	230VAC, 60Hz, 3F, 9.4Amp	Cap.: 5.0Kg/h
FILB-08	Filtro de bolsa	VARICEL VXL			filter class: F7 TO EN779 490X592X292 mm
FSIN-08	Filtro de fibra sintética	HH60130			24"X24"X3/4"
PREF-08	Pre-filtro de aluminio	K514-004			592X592X46mm

Elaboración: Propia

**Tabla 46:** Equipos de aire acondicionado recomendados para quirófanos.

Descripción	Modelo recomed.	potencia	alimentación eléctrica	otras especificaciones
Inyector centrífugo	DAB 9/9	1.5 HP	220VAC, 60Hz, 3F, 4.4Amp	Caudal: 2319 m3/h RPM: 2017
Extractor centrífugo	SA 10/6	0.5 HP	220VAC, 60Hz, 1F, 2.9Amp	Caudal: 2087 m3/h RPM: 1230
Unidad condensadora	DZ13SA0601KA		220VAC, 60Hz, 1F, 34.5Amp	Frio: 56,500 Btu/h Calor: 57,000 Btu/h
Unidad evaporadora	ARUF60D14AC		220VAC, 60Hz, 1F, 4.6Amp	60,000 Btu/h
Humidificador de vapor	UE008XK001	6.0KW	230VAC 60Hz, 3F 15.1Amp	Cap: 8.0Kg/h
Humidificador de vapor	UE008XK001	6.0KW	230VAC 60Hz, 3F 15.1Amp	Cap: 8.0Kg/h
Pre-filtro de aluminio	K514-004			592X592X46mm
Filtro de fibra sintética	HH60130			24"X24"X3/4"
Filtro de bolsa	PAP695S4422			Ef.: 90 - 95 % 24"X24"X26"
Filtro hepa	ASTROCEL AAF557-205-305			Ef.: 99.99% 24"X24"X11 1/2"
Inyector centrífugo	DAB 9/9	1.5 HP	220VAC, 60Hz, 3F, 4.4Amp	Caudal: 2319 m3/h RPM: 2017
Extractor centrífugo	SA 10/6	0.5 HP	220VAC, 60Hz, 1F, 2.9Amp	Caudal: 2087 m3/h RPM: 1230

Elaboración: Propia

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** El diseño del sistema de climatización agua-aire para sector quirúrgico del Mega laboratorio clínico universitario de la UNA Puno, asegurara las condiciones de confort con un rendimiento energético de 73.64%, brindando los parámetros adecuados de temperatura, humedad relativa, ventilación y tratamiento de aire.

**SEGUNDO:** La carga térmica de aire acondicionado es -16536 Kcal/h esto indica que no tiene influencia en la climatización, al contrario se requiere calefacción; la carga térmica de calefacción influye en un 100% en la climatización del sector quirúrgico con una carga térmica total de 82548.00Kcal/h.

**TERCERO:** Las pérdidas de calor en las tuberías de agua caliente, influyen en un 5.58% en el rendimiento total del sistema agua-aire, cuantificando esta energía es 4005.68Kcal/h.

**CUARTO:** Las pérdidas de calor se en los conductos de aire influyen en un 7.73% en el rendimiento total del sistema agua-aire, cuantificando esta energía es 5552.85Kcal/h

## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Se debe fomentar el uso de materiales aislantes en los en el proceso constructivo de los cerramientos de los ambientes en estudio, debiendo considerarse algún aditamento o material capaz de mejorar el aislamiento térmico del ambiente, en consecuencia disminuir las pérdidas de calor y así tener un menor consumo de energía.

**SEGUNDO:** Para futuros estudios sobre el cálculo de carga térmica, para climatización se recomienda utilizar métodos de cálculos computarizados, y contrastar con los resultados obtenidos en el presente estudio.

**TERCERO:** Para futuras investigaciones se recomienda realizar un estudio completo de la zona, establecer zonas climáticas y tablas con coeficientes que ayuden a mejorar y agilizar los cálculos de carga térmica en la región altiplánica.

**CUARTO:** Plantear un sistema de suministro de energía renovable solar, eólica o geotérmica.



## BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE. (1999). ASHRAE HandBookCD (Vol. A7). Applications: health care facilities.

Beltran Castañon, N. J., & Illacutipa Mamani, J. R. (2000). Diseño, selección, montaje e instalación de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado para la C.P.I.M.E. Puno.

Carrier Air, C. C. (1980). Manual de aire acondicionado (Handbook of air conditioning system design). MARCOMBO S.A. de Boixareu editores.

DL2G Consultoría de Formación S.L. (2013). Cursos eficiencia energetica. Obtenido de <http://campusenergia.com/blog/item/442-la-necesidad-de-ventilaci%C3%B3n-de-los-locales>

Dorregaray Portilla, G. (2008). Diseño del sistema de aire acondicionado de una Oficina zonal publica en Pucallpa. Tesis pregrado, Pontificia Universidad Catolica Del Perú, Lima.

Garcia Almiñana, D. (2007). Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado. Editorial UOC.

Gonzales, C. (2013). Diseño y calculo de instalaciones de climatizacion. España: Cano Pina-SL.

Miranda, A. L. (2007). Tecnicas de Climatizacion. Barcelona: Editorial Marcombo.

Morales Quispe, W. (2011). Capacitacion a nivel nacional refrigeracion y aire acondicionado. RETER E.I.R.L.

Pastor, M. (2007). Memoria Tecnica del Sistema de Climatizacion y Ventilacion del Hospital del IEISS de Riobamba. IEESS de Riobamba.

Pita, E. (2004). Acondicionamiento de Aire - Principios y Sistemas.  
Mexico: Compañía Editorial Continental.

Quadri, N. (2001). Sistemas de Aire Acondicionado. Buenos Aires:  
ALSINA.

Renedo, C. (2009). Aire Acondicionado.

Rodriguez Calva, E. P., & Solis Cordova, F. D. (2012). Diseño,  
Construcción e Instalación De Un Sistema De Calefacción Con Energía  
Solar. Tesis, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Chimborazo.

## ANEXOS

**Anexo A:** Tabla de resistencia térmica R de materiales de construcción y de aislamiento ( $^{\circ}\text{C m}^2\text{h/ kcal}$ ).

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico ( $\text{kg/m}^3$ )	RESISTENCIA R	
				Por m de espesor	Por el espesor considerado $\times 10^{-3}$
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>					
PANELES O PLACAS	Fibrocemento		1920	2,0	
	Yeso o cemento		800	7,3	
	Contraplacado		544	10,2	
	Madera		416	19,2	
	Fibra de madera. Homogénea o en chapas		496	16,1	
	Fibra de madera comprimida		1040	5,8	
	Madera. Pino o abeto		512	10,0	
PAPEL DE CONSTRUCCIÓN	Fieltro permeable		-	-	12
	Fieltro impermeable		-	-	24
	Enlucido plástico		-	-	Despreciable
MADERA	Arce, encina o especies duras		720	7,3	
	Pino, arce o especies blandas		512	10,1	
ELEMENTOS DE ALBAÑILERÍA	Ladrillo ordinario		1920	16,4	
	Ladrillo de paramento		2080	9,0	
	Ladrillo hueco :				
	1 alvéolo	75	960	-	164
	1 alvéolo	100	768	-	228
	2 alvéolos	150	800	-	312
	2 alvéolos	200	720	-	379
	2 alvéolos	250	672	-	455
	3 alvéolos	300	640	-	520
	Aglomerados huecos. 3 Alvéolos ovales. Arena y grava.	75	1216	-	82
		100	1104	-	143
		150	1024	-	186
		200	1024	-	227
		300	1008	-	262
	Hormigón de escorias	75	1008	-	176
		100	960	-	227
		150	864	-	308
		200	896	-	353
		300	848	-	383
	Hormigón ligero (Puzolana, ponce, etc.)	75	960	-	260
		100	832	-	308
		200	768	-	410
		300	688	-	415
Baldosas de yeso					
Macizas	75	720	-	259	
4 alvéolos	75	560	-	277	
3 alvéolos	100	608	-	334	
Piedra calcárea o silícea		2400	0,64		

Fuente: (Carrier Air, 1980).

(Continúa...)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m³)	RESISTENCIA R		
				Por m de espesor	Por el espesor considerado $\times 10^{-3}$	
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN</b>						
HORMIGÓN	Mortero de cemento		1856	1,6		
	Tarugos de madera 12,5 % aglomerados con yeso, 87,5 %		816	4,8		
	Hormigones ligeros		1900	1,5		
	Ponca, puzolana		1600	2,2		
	Celulares		1280	3,2		
	Vermiculita, perlita		960	4,7		
			640	6,8		
			480	8,9		
			320	11,5		
		Hormigón de arena y grava o piedra (secado al horno)		2240	0,90	
	Hormigón de arena y grava o piedra (no secado)		2240	0,65		
	Escayola		1856	1,6		
ENLUCIDOS	Cemento		1856	1,6		
	Yeso :					
	ligero		720	5,2		
	ligero sobre entramado metálico		720	5,2		
	perlita		720	5,4		
	arena		1680	1,4		
	arena sobre entramado metálico		1680	1,4		
	arena sobre entramado de madera		1680		82	
	vermiculita		720	4,7		
MATERIALES PARA TECHUMBRES	Placas de fibrocemento		1920		43	
	Asfalto		1120		30	
	Baldosas de asfalto		1120		90	
	Revestimiento de terraza o azotea		1120	7,2		
	Tejas planas		3216		10	
	Metal en chapa		640	Despreciable	193	
	Madera en planchas					
MATERIALES DE REVESTIMIENTO (superficies planas)	Madera espesor sencillo				178	
	Madera espesor doble				244	
	Madera sobre panel aislante 10 mm				287	
	Fibrocemento 6 mm, con recubrimiento				43	
	Enlucido de asfalto				30	
	Baldosa de asfalto 12 mm				298	
	Planchas 25 x 200				112	
	Planchas biseladas, con recubrimiento 13 x 200				166	
	Planchas biseladas, con recubrimiento 20 x 250				215	
	Contraplacado con recubrimiento 10 mm				121	
	Vidrio de catedral				20	
	REVESTIMIENTO DEL SUELO	Losas de asfalto		1920	2,6	
		Alfombra y almohadillado de caucho				426
Baldosas cerámicas					252	
Baldosas de corcho				0,65		
Filtro		400		17,9		
Adobes				3,2	12,3	
Linóleo		1280		5,2		
Soporte de contraplacado		544		10,7		
Baldosas de caucho o plástico		1760		1,3		
Tarrazolita		2240		0,65		
Soporte de madera		512		10,3		
Parquet de madera dura		720		7,4		

(Continúa...)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA R			
				Por m de espesor	Por el espesor considerado - x 10 <sup>-3</sup>		
<b>MATERIALES AISLANTES</b>							
COLCHÓN O ALMOHADILLADO	Fibra de algodón		13 - 32	31,0			
	Lana mineral fibrosa (de roca, escorias o vidrio)		24 - 64	29,8			
	Fibra de madera Fibra de madera con varias capas unidas con grapas y expandidas		53 - 58 24 - 32	32,2 29,8			
PANELES Y LOSAS	Fibra de vidrio		152	32,2			
	Fibra de madera o de caña		358	19,5			
	Losas acústicas		240	23,0			
	Revestimiento interior (losas, entramado, pavimento)						
	Subtejado Impregnado o enlucido		320	21,2			
	Espuma de vidrio		144	20,1			
	Panel de corcho (sin aglomerante)		104 - 128	29,8			
MATERIALES DE RELLENO	Sedas de cerdo (aglutinante de asfalto)		136	24,2			
	Espuma de plástico		26	27,8			
	Virutas de madera (en paneles prefabricados)		352	14,7			
	Papel macerado o pulpa		40 - 56	28,8			
	Fibra de madera (secuoya o pino)		32 - 56	26,8			
AISLAMIENTO PARA TECHUMBRES	Lana mineral (roca, escorias o vidrio)		32 - 80	26,8			
	Serrín o virutas de madera		128 - 240	17,9			
	Vermiculita expandida		112	16,8			
	Todos los tipos Prefabricado para utilización en subtejado		250	22,8			
<b>AIRE</b>							
LÁMINA DE AIRE	Posición horizontal	Flujo de calor ascendente (invierno)	20 - 100			174	
	»	» (verano)	20 - 100			160	
	»	descendente (invierno)	20			209	
	»	»	40			236	
	»	»	100			252	
	»	»	200			256	
	»	» (verano)	20			174	
	»	»	40			191	
	»	»	100			203	
	Inclinación de 45°	ascendente (invierno)	20 - 100			185	
	»	descendente (verano)	20 - 100			183	
	vertical	horizontal (invierno)	20 - 100			199	
	»	» (verano)	20 - 100			176	
CONVECCIÓN	Posición horizontal	Flujo de calor ascendente	—	—	—	125	
	inclinación 45°	»	—	—	—	127	
	Aire quieto	vertical	horizontal	—	—	140	
	inclinación 45°	descendente	—	—	—	158	
	horizontal	»	—	—	—	190	
	Viento de 29 km/h	Todas las posiciones (invierno)	Todas las direcciones				35
	Viento de 12 km/h	Todas las posiciones (verano)	Todas las direcciones				52

\* Incluidas las capas eventuales de papel sobre una o dos caras. Si el aislamiento delimita una lámina de aire véase tabla 31.

**Anexo B: Conductividad térmica de materiales utilizados en cerramientos**

Material	Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica λ	
		Kcal/h m °c	(W/m °c)
<b>ROCAS NATURALES</b>			
Rocas y terrenos		3,00	(3,50)
- Rocas compactas.....	2.500-3.000	2,00	(2,33)
- Rocas porosas.....	1.700-2.500	1,20	(1,40)
- Arena con humedad natural.....	1.700	1,80	(2,10)
- Suelo coherente, humedad natural.....	1.800	0,80	(0,93)
- Arcilla.....	2.100		
<b>Materiales</b>			
- Arena.....	1.500	0,50	(0,58)
- Grava.....	1.700	0,70	(0,81)
- Escoria de carbón.....	1.200	0,16	(0,19)
<b>PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES</b>			
<b>Revestimientos continuos</b>			
- Morteros de cal y bastardos.....	1.600	0,75	(0,87)
- Mortero de cemento.....	2.000	1,20	(1,40)
- Enlucido de yeso.....	800	0,26	(0,30)
- Enlucido de yeso con perlita.....	570	0,16	(0,18)
<b>Hormigones normales y ligeros</b>			
- Hormigón armado (normal).....	2.400	1,40	(1,63)
- Hormigón con áridos ligeros.....	600	0,15	(0,17)
- Hormigón con áridos ligeros.....	1.000	0,28	(0,33)
- Hormigón con áridos ligeros.....	1.400	0,47	(0,55)
- Hormigón celular con áridos silicios.....	600	0,29	(0,34)
- Hormigón celular con áridos silicios.....	1000	0,58	(0,67)
- Hormigón celular con áridos silicios.....	1400	0,94	(1,09)
- Hormigón celular sin áridos.....	305	0,08	(0,09)
<b>Hormigón en masa con grava normal:</b>			
• con áridos ligeros.....	1.600	0,63	(0,73)
• con áridos ordinarios, sin vibrar.....	2.000	1,00	(1,16)
• con áridos ordinarios, vibrado.....	2.400	1,40	(1,63)
- Horm. en masa con arcilla expandida.....	500	0,10	(0,12)
- Horm. en masa con arcilla expandida.....	1.500	0,47	(0,55)
<b>Fábrica de bloques de hormigón con juntas</b>			
- con ladrillos silicocalcarios macizos.....	1.600	0,68	(0,79)
- con ladrillos silicocalcarios perforados.....	2.500	0,48	(0,56)
- con bloques agujereados de hormigón.....	1.000	0,38	(0,44)
- con bloques agujereados de hormigón.....	1.200	0,42	(0,49)
- con bloques agujereados de hormigón.....	1.400	0,48	(0,56)
- con bloques de hormigón celular curado vapor.....	600	0,30	(0,35)
- con bloques de hormigón celular curado vapor.....	800	0,35	(0,41)
- con bloques de hormigón celular curado vapor.....	1.000	0,40	(0,47)
- con bloques de hormigón celular curado aire.....	800	0,38	(0,44)
- con bloques de hormigón celular curado aire.....	1.000	0,48	(0,56)
- con bloques de hormigón celular curado aire.....	1.200	0,60	(0,70)
<b>Placas</b>			
- Cartón - yeso.....	900	0,16	(0,18)
- Hormigón con fibra de madera.....	450	0,07	(0,08)
- Placas de escayola.....	800	0,26	(0,30)
<b>LADRILLOS Y PLAQUETAS</b>			
- Fábrica de ladrillo macizo.....	1.800	0,75	(0,87)
- Fábrica de ladrillo perforado.....	1.600	0,65	(0,76)
- Fábrica de ladrillo hueco.....	1.200	0,42	(0,49)
- Plaquetas.....	2.000	0,90	(1,05)
<b>CRISTAL Y METALES</b>			
- Cristal plano para acristalar.....	2.500	0,82	(0,95)
- Fundición y acero.....	7.850	50	(58)
- Cobre.....	8.900	330	(384)
- Bronce.....	8.500	55	(64)
- Aluminio.....	2.700	175	(204)
<b>MADERA</b>			
- Maderas frondosas.....	800	0,18	(0,21)
- Maderas de coníferas.....	600	0,12	(0,14)
- Contrachapado.....	600	0,12	(0,14)
- Tablón conglomerado de partículas.....	650	0,07	(0,08)

Fuente: (Garcia Almiñana, 2007)

(Continúa...)

<b>PLÁSTICOS Y REVESTIMIENTOS DE SUELOS</b>			
- Linóleo.....	1.200	0,16	(0,19)
- Moquetas, alfombras.....	1.000	0,04	(0,05)
<b>MATERIALES BITUMINOSOS</b>			
- Asfalto.....	2.100	0,60	(0,70)
- Betún.....	1.050	0,15	(0,17)
- Láminas bituminosas.....	1.100	0,16	(0,19)
<b>MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS</b>			
- Arcilla expandida.....	300	0,073	(0,085)
- Arcilla expandida.....	450	0,098	(0,114)
- Conglomerado de corcho UNE 5690.....	110	0,034	(0,039)
- Espuma elastomérica.....	60	0,029	(0,034)
- Lana de vidrio:			
• Tipo I.....	10-18	0,038	(0,044)
• Tipo II.....	19-30	0,032	(0,037)
• Tipo III.....	31-45	0,029	(0,034)
• Tipo IV.....	46-65	0,028	(0,033)
• Tipo V.....	66-90	0,028	(0,033)
• Tipo VI.....	91	0,031	(0,036)
- Lana mineral:			
• Tipo I.....	30-50	0,036	(0,042)
• Tipo II.....	51-70	0,034	(0,040)
• Tipo III.....	71-90	0,033	(0,038)
• Tipo IV.....	91-120	0,033	(0,038)
• Tipo V.....	121-150	0,033	(0,038)
- Perlita expandida.....	130	0,040	(0,047)
- Poliestireno expandido UNE 53310:			
• Tipo I.....	10	0,049	(0,057)
• Tipo II.....	12	0,038	(0,044)
• Tipo III.....	15	0,032	(0,037)
• Tipo IV.....	20	0,029	(0,034)
• Tipo V.....	25	0,028	(0,033)
- Poliestireno extrusionado.....	33	0,028	(0,033)
- Poliestireno reticulado.....	30	0,033	(0,038)
- Polisocianurado, espuma de.....	35	0,022	(0,026)
- Poliuretano conformado, espuma de:			
• Tipo I.....	32	0,020	(0,023)
• Tipo II.....	35	0,020	(0,023)
• Tipo III.....	40	0,020	(0,023)
• Tipo IV.....	80	0,034	(0,040)
- Poliuretano aplicado <i>in situ</i> , espuma de:			
• Tipo I.....	35	0,020	(0,023)
• Tipo II.....	40	0,020	(0,023)
- Urea formol, espuma de.....	10-22	0,029	(0,034)
- Urea formol, espuma de.....	12-14	0,030	(0,035)
- Vermiculita expandida.....	120	0,030	(0,035)
- Cristal celular.....	160	0,038	(0,044)



Anexo C: Tabla de aportaciones solares a través de vidrio sencillo.

10°

10°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	51	119	135	122	119	116	111	116	119	122	135	119	5	S	22 Diciembre			
	NE	149	355	414	379	287	176	75	38	38	35	29	21	5	SE				
	E	146	363	420	377	265	111	38	38	38	35	29	21	5	E				
	SE	48	132	149	116	67	38	38	38	38	35	29	21	5	NE				
	SO	5	21	21	35	38	38	38	38	38	35	29	21	5	NO				
22 Julio y 21 Mayo	O	5	21	21	35	38	38	38	111	265	377	420	363	146	O	21 Enero y 21 Noviembre			
	NO	5	21	21	35	38	38	38	75	176	287	379	414	355	149		SO		
	Horizontal	10	119	290	450	556	631	659	631	556	450	290	119	10	Horizontal				
	N	13	92	105	94	89	84	81	84	89	94	105	92	13	S				
	NE	113	344	401	360	295	151	59	38	38	35	29	19	2	SE				
24 Agosto y 20 Abril	E	135	366	428	385	265	116	38	38	38	35	29	19	2	E				
	SE	70	154	179	151	86	38	38	38	38	35	29	19	2	NE				
	S	2	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	2	N				
	SO	2	19	29	35	38	38	38	38	86	151	179	154	70	NO				
	O	2	19	29	35	38	38	38	116	265	385	428	364	135	O				
22 Septiembre y 22 Marzo	Horizontal	8	113	290	450	569	640	669	640	569	450	290	113	8	SO				
	N	2	40	43	40	40	38	38	38	40	40	43	40	2	S				
	NE	46	306	352	301	217	92	38	38	38	35	29	19	2	SE				
	E	67	374	442	404	282	124	38	38	38	35	29	19	2	E				
	SE	48	214	254	230	162	73	38	38	38	35	29	19	2	NE				
20 Febrero y 23 Octubre	S	2	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	2	N				
	SO	2	19	29	35	38	38	38	38	73	162	230	254	214	48	NO			
	O	2	19	29	35	38	38	38	124	282	404	442	374	67	O				
	Horizontal	5	103	284	452	577	656	678	656	577	452	284	103	5	SO				
	N	2	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	2	S				
22 Septiembre y 22 Marzo	NE	2	241	279	217	122	46	38	38	38	35	29	16	2	SE				
	E	2	352	444	409	287	127	38	38	38	35	29	16	2	E				
	SE	2	263	344	330	254	151	57	38	38	35	29	16	2	NE				
	S	2	16	35	51	65	73	75	73	65	51	35	16	2	N				
	SO	2	16	29	35	38	38	38	57	151	254	330	344	263	2	NO			
23 Octubre y 20 Febrero	Horizontal	2	16	29	35	38	38	38	127	287	409	444	352	2	O				
	N	2	16	29	35	38	38	38	46	122	217	279	241	2	SO				
	NE	2	84	263	433	561	637	669	637	561	433	263	84	2	O				
	E	0	13	27	35	38	38	38	38	38	35	27	13	0	Horizontal				
	SE	0	279	398	404	333	219	124	48	38	35	27	13	0	S				
20 Febrero y 24 Agosto	S	0	48	108	149	176	192	198	192	176	149	108	48	0	SE				
	SO	0	13	27	35	38	38	38	38	38	35	27	13	0	E				
	O	0	13	27	35	38	38	38	108	38	38	35	27	13	0	NE			
	Horizontal	0	279	398	404	333	219	124	48	38	35	27	13	0	N				
	N	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	32	24	10	0	NO			
21 Noviembre y 21 Enero	NE	0	73	100	46	35	38	38	38	38	35	32	24	10	0	O			
	E	0	268	387	358	252	105	38	38	38	35	32	24	10	0	SO			
	SE	0	268	414	436	396	295	189	84	46	32	24	10	0	O				
	S	0	94	176	246	260	282	287	282	260	246	176	94	0	Horizontal				
	SO	0	10	24	32	35	38	38	38	105	252	358	387	268	0	S			
22 Diciembre	O	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	46	100	73	0	SE			
	Horizontal	0	46	168	355	474	547	569	547	474	355	168	46	0	E				
	N	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	32	24	10	0	NE			
	NE	0	40	75	46	35	38	38	38	38	35	32	24	10	0	N			
	E	0	233	371	352	246	113	38	38	38	35	32	24	10	0	NO			
22 Diciembre	SE	0	268	417	442	404	328	214	97	62	32	24	10	0	O				
	S	0	135	200	254	295	314	325	314	295	254	200	135	0	SO				
	SO	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	46	100	73	0	O			
	O	0	10	24	32	35	38	38	113	246	352	371	233	0	Horizontal				
	Horizontal	0	38	179	325	452	523	547	523	452	325	179	38	0	S				

Correcciones	Marco metálico o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15 % máx.	Altitud + 0,7 % por 300 m	Punto de rocío superior a 19,5 °C - 14 % por 10° C	Punto de rocío superior a 19,5° C + 14 % por 10° C	Latitud sur Dic. o enero + 7 %
--------------	---	-------------------------------	---------------------------	--	--	--------------------------------

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

Fuente: (Carrier Air, 1980)

(Continúa...)

20°

20°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	76	<u>111</u>	90	68	51	46	40	46	51	67	90	<u>111</u>	75	S	22 Diciembre	
	NE	219	<u>417</u>	390	330	225	103	40	38	38	38	32	24	8	SE		
	E	219	401	434	387	260	111	38	38	38	38	32	24	8	E		
	SE	75	168	198	179	119	57	38	38	38	38	32	24	8	NE		
S	8	24	32	38	38	38	38	38	38	38	32	24	8	N			
SO	8	24	32	38	38	38	38	57	119	179	198	168	75	NO			
O	8	24	32	38	38	38	38	111	260	387	434	401	220	O			
NO	8	24	32	38	38	38	38	40	103	225	330	390	417	220	SO		
Horizontal	30	162	328	477	585	629	678	629	585	477	328	162	30	Horizontal			
22 Julio y 21 Mayo	N	54	<u>75</u>	62	46	40	38	38	38	40	146	62	75	54	S	21 Enero y 21 Noviembre	
	NE	192	<u>358</u>	374	301	198	84	38	38	38	35	32	21	8	SE		
	E	203	401	442	393	268	124	38	38	38	35	32	21	8	E		
	SE	84	189	<u>230</u>	214	154	78	38	38	38	35	32	21	8	NE		
S	8	21	32	35	38	38	38	38	38	35	32	21	8	N			
SO	8	21	32	35	38	38	38	78	154	214	230	189	84	NO			
O	8	21	32	35	38	38	38	124	268	393	442	401	203	O			
NO	8	21	32	35	38	38	38	84	198	301	374	358	192	SO			
Horizontal	8	149	320	474	585	650	680	650	585	474	320	149	8	Horizontal			
24 Agosto y 20 Abril	N	16	27	29	35	38	38	38	38	35	29	27	16	S	20 Febrero y 23 Octubre		
	NE	122	301	<u>320</u>	241	135	48	38	38	38	35	29	19	5		SE	
	E	143	385	447	404	287	138	38	38	38	35	29	19	5		E	
	SE	78	241	<u>306</u>	292	265	149	54	38	38	35	29	19	5		NE	
S	5	19	29	38	54	65	70	65	54	38	29	19	5	N			
SO	5	19	29	35	38	38	54	149	265	292	306	241	78	NO			
O	5	19	29	35	38	38	38	138	287	404	447	385	143	O			
NO	5	19	29	35	38	38	38	48	135	241	320	301	122	SO			
Horizontal	13	130	290	452	569	637	669	637	569	452	290	130	13	Horizontal			
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	16	29	35	38	38	38	38	35	29	16	0	S	22 Marzo y 22 Septiembre		
	NE	0	225	<u>235</u>	160	59	38	38	38	38	35	29	16	0		SE	
	E	0	352	442	404	282	122	38	38	38	35	29	16	0		E	
	SE	0	268	368	379	325	227	111	40	38	35	29	16	0		NE	
S	0	21	59	103	141	170	176	172	141	103	59	21	0	N			
SO	0	16	29	35	38	40	111	227	325	379	368	268	0	NO			
O	0	16	29	35	38	38	38	122	282	404	442	352	0	O			
NO	0	16	29	35	38	38	38	59	160	235	225	0	0	SO			
Horizontal	0	81	252	414	537	610	631	610	537	414	252	81	0	Horizontal			
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	10	24	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	S	20 Abril y 24 Agosto	
	NE	0	119	<u>141</u>	78	35	38	38	38	35	32	24	10	0	SE		
	E	0	268	398	382	271	132	38	38	35	32	24	10	0	E		
	SE	0	246	396	<u>433</u>	404	322	200	73	35	32	24	10	0	NE		
S	0	57	135	206	252	287	301	287	252	206	135	57	0	N			
SO	0	10	24	32	35	73	200	322	404	433	396	246	0	NO			
O	0	10	24	32	35	38	38	132	271	382	398	268	0	O			
NO	0	10	24	32	35	38	38	35	78	141	119	0	0	SO			
Horizontal	0	48	184	344	463	531	564	531	463	344	184	48	0	Horizontal			
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	8	21	29	35	35	35	35	29	21	8	0	S	21 Mayo y 23 Julio		
	NE	0	65	<u>70</u>	38	35	35	35	35	35	29	21	8	0		SE	
	E	0	192	347	344	246	116	35	35	35	29	21	8	0		E	
	SE	0	198	390	<u>444</u>	428	366	246	124	43	29	21	8	0		NE	
S	0	75	187	271	333	368	382	368	333	271	187	75	0	N			
SO	0	8	21	29	43	124	246	366	428	444	390	198	0	NO			
O	0	8	21	29	32	35	35	116	246	344	347	192	0	O			
NO	0	8	21	29	32	35	35	35	35	38	70	65	0	SO			
Horizontal	0	13	130	273	396	466	488	466	396	273	130	13	0	Horizontal			
22 Diciembre	N	0	5	19	29	32	35	35	35	32	29	19	5	0	S	21 Junio	
	NE	0	38	<u>48</u>	32	32	35	35	35	32	29	19	5	0	SE		
	E	0	151	320	328	230	92	35	35	32	29	19	5	0	E		
	SE	0	160	377	<u>452</u>	431	363	263	162	54	29	19	5	0	NE		
S	0	67	200	301	358	396	404	396	358	301	200	67	0	N			
SO	0	5	19	29	54	162	263	363	431	452	377	160	0	NO			
O	0	5	19	29	32	35	35	92	230	328	320	151	0	O			
NO	0	5	19	29	32	35	35	32	32	48	38	0	0	SO			
Horizontal	0	10	97	249	366	436	461	436	366	249	97	10	0	Horizontal			

Correcciones	Marco metálico o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15% máx.	Altitud + 0,7% por 300 m	Punto de rocío superior a 19,5 °C - 14% por 10° C	Punto de rocío superior a 19,5° C + 14% por 10° C	Latitud sur Dic. o enero + 7%
--------------	---	------------------------------	--------------------------	---	---	-------------------------------

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

(Continúa...)

40°

40°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	22 Diciembre	S	151		
	NE	320	360	303	198	81	30	38	38	38	35	32	27	16		SE			
	E	841	435	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E			
	SE	138	218	295	301	268	100	92	38	38	35	32	27	16		NE			
	S	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N			
22 Julio y 21 Mayo	SO	16	27	32	35	38	38	38	38	35	32	27	16	21 Enero y 21 Noviembre	NO	320			
	O	14	21	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27		16	O			
	NO Horizontal	84	222	363	445	569	629	642	629	569	485	363	222		84	NO Horizontal			
	N	65	98	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27		16	S			
	NE	287	344	264	179	70	38	38	38	38	35	32	27		16	SE			
24 Agosto y 20 Abril	E	120	436	464	390	265	116	38	38	38	35	32	27	16	20 Febrero y 23 Octubre	E	13		
	SE	166	260	322	329	200	222	113	40	38	35	32	27	16		NE			
	S	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N			
	SO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		NO			
	O	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		O			
22 Septiembre y 22 Marzo	NO Horizontal	65	198	341	463	540	610	631	610	550	463	341	198	65	22 Marzo y 22 Septiembre	SO Horizontal	19		
	N	19	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		S			
	NE	184	276	322	329	200	222	113	40	38	35	32	27	16		SE			
	E	222	398	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E			
	SE	130	204	274	326	377	390	379	27	38	35	32	27	16		NE			
23 Octubre y 20 Febrero	S	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	20 Abril y 24 Agosto	N	8		
	SO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N			
	O	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		NO			
	NO Horizontal	24	127	271	406	501	558	580	558	501	406	271	127	24		O			
	N	0	13	24	32	35	38	38	38	38	35	32	24	13		0	SO		
21 Noviembre y 21 Enero	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	21 Mayo y 23 Julio	SE	0		
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0		E			
	SE	0	257	390	433	475	369	244	111	38	32	26	13	0		NE			
	S	0	32	119	219	298	330	329	336	298	259	119	32	0		N			
	SO	0	13	24	32	35	38	38	38	38	35	32	27	16		NO			
22 Diciembre	O	0	13	24	32	35	38	38	38	38	35	32	27	16	21 Junio	O	0		
	NO Horizontal	0	57	181	326	434	477	496	477	414	326	181	57	0		SO			
	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0		O			
	NE	0	84	89	12	29	32	32	32	29	27	16	5	0		SE			
	E	0	230	317	320	298	165	82	32	29	27	16	5	0		E			

Fuente: (Carrier Air, 1980)

**Anexo D: Tabla de las máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo**

**TABLA 6. MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO \***  
kcal/ (hora) (m<sup>2</sup>)

LATITUD NORTE	MES	ORIENTACIÓN (LATITUD NORTE)									MES	LATITUD SUR
		N**	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.		
0°	Junio	160	423	398	113	38	113	398	423	612	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	0°
	Julio y Mayo	130	414	412	141	38	141	412	414	631		
	Agosto y Abril	67	382	442	214	38	214	442	382	664		
	Sept. y Marzo	27	320	452	320	38	320	452	320	678		
	Oct. y Febrero	27	214	442	382	92	382	442	214	664		
	Nov. y Enero	27	141	412	414	181	414	412	141	631		
Diciembre	27	113	398	423	222	423	398	113	612			
10°	Junio	108	414	420	149	38	149	420	414	659	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	10°
	Julio y Mayo	81	401	428	179	38	179	428	401	669		
	Agosto y Abril	35	352	442	254	38	254	442	352	678		
	Sept. y Marzo	27	279	444	344	75	344	444	279	669		
	Oct. y Febrero	27	179	420	404	198	404	420	179	623		
	Nov. y Enero	24	100	387	436	287	273	387	100	569		
Diciembre	24	75	371	442	324	442	371	75	547			
20°	Junio	70	417	433	198	38	198	433	417	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	20°
	Julio y Mayo	51	374	442	230	38	230	442	374	680		
	Agosto y Abril	29	320	447	306	70	306	447	320	669		
	Sept. y Marzo	27	235	442	379	176	379	442	235	631		
	Oct. y Febrero	24	141	398	433	301	433	398	141	564		
	Nov. y Enero	21	70	347	444	382	444	347	70	488		
Diciembre	21	48	328	452	404	452	328	48	461			
30°	Junio	54	377	436	244	57	244	436	377	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	30°
	Julio y Mayo	43	355	444	271	81	271	444	355	667		
	Agosto y Abril	29	292	447	349	170	349	447	292	637		
	Sept. y Marzo	24	244	428	412	284	412	428	244	574		
	Oct. y Febrero	21	105	366	442	393	442	366	105	485		
	Nov. y Enero	19	43	314	439	431	439	314	43	393		
Diciembre	16	32	284	439	442	439	284	32	355			
40°	Junio	46	360	439	301	146	301	439	360	642	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	40°
	Julio y Mayo	40	344	444	339	187	339	444	344	631		
	Agosto y Abril	29	276	439	395	276	396	439	276	580		
	Sept. y Marzo	24	157	404	439	379	439	404	157	496		
	Oct. y Febrero	19	94	330	442	439	442	330	94	349		
	Nov. y Enero	13	32	271	423	450	423	271	32	279		
Diciembre	13	27	233	401	447	401	233	27	230			
50°	Junio	43	341	444	366	252	366	444	341	596	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	50°
	Julio y Mayo	38	317	442	387	287	387	442	317	572		
	Agosto y Abril	29	254	428	425	374	425	428	254	501		
	Sept. y Marzo	21	157	374	442	428	442	374	157	401		
	Oct. y Febrero	13	78	284	425	452	425	284	78	254		
	Nov. y Enero	10	24	173	344	414	344	173	24	143		
Diciembre	8	19	127	314	382	314	127	19	108			
		S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	Horiz.		
ORIENTACIÓN (LATITUD SUR)												
Coefficiente de corrección	Marco metálico o ningún marco × 1/0,85 ó 1,17	Limpieza - 15 % máx.	Altitud + 0,7 % por 300 m	Punto de rocío superior a 19,5° C - 5 % por 4° C	Punto de rocío inferior a 19,5° C + 5 % por 14° C	Latitud Sur Dic. o Enero + 7 %						

\* Valores extraídos de la Tabla 15.

\*\* Las aportaciones para los cristales orientados al norte (Latitud Norte) o al sur (Latitud Sur) se constituyen principalmente de radiación difundida, la cual es sensiblemente constante durante todo el día. Los valores indicados son promedios tomados sobre 12 horas (de 6 a 18 horas). Los factores de almacenamiento en las Tablas 7 hasta 11 suponen que las aportaciones solares sobre orientaciones Norte (o Sur) son constantes, y se emplean en consecuencia los mismos factores que para el valor lumínico.

Fuente: (Carrier Air, 1980).

**Anexo E: Tabla de correcciones de las diferencia equivalentes de temperatura**

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	-10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

Fuente: (Carrier Air, 1980).

**Anexo F: Tabla de correcciones de las condiciones de proyecto en función del mes considerado.**

INTERVALO DE VARIACIÓN ANUAL DE TEMPERATURA (°C)*	TEMPERATURA SECA O HÚMEDA (°C)	MES									
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
65	Seca	-19,0	-12,0	-6,1	-2,5	0	0	-4,9	-12,2	-22,0	
	Húmeda	-11,1	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-2,0	-5,9	-13,0	
60	Seca	-16,5	-11,0	-6,1	-2,1	0	0	-3,6	-9,3	-16,5	
	Húmeda	-8,3	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-8,9	
55	Seca	-16,0	-10,5	-6,0	-1,8	0	0	-3,6	-9,0	-15,0	
	Húmeda	-7,8	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-7,8	
50	Seca	-16,0	-10,5	-5,0	-1,8	0	0	-3,6	-9,0	-14,5	
	Húmeda	-7,8	-5,5	-2,8	-1,1	0	0	-1,7	-4,4	-7,8	
45	Seca	-14,0	-9,2	-4,5	-1,8	0	0	-3,6	-6,9	-11,5	
	Húmeda	-7,3	-5,1	-2,8	-1,1	0	0	-1,1	-3,4	-6,4	
40	Seca	-7,8	-5,5	-2,5	-0,5	0	0	-2,5	-4,1	-8,2	
	Húmeda	-3,9	-2,7	-2,3	0	0	0	-0,5	-2,3	-3,9	
35	Seca	-5,5	-4,0	-1,7	-0,5	0	0	-1,1	-3,0	-6,2	
	Húmeda	-2,4	-1,8	-1,1	0	0	0	-0,5	-1,9	-3,0	
30	Seca	-3,7	-2,8	-1,7	-0,5	0	0	-1,1	-2,5	-4,5	
	Húmeda	-1,9	-1,2	-0,8	0	0	0	-0,5	-1,4	-2,4	
25	Seca	-1,5	-1,1	-1,0	-0,5	0	0	-1,1	-1,9	-3,2	
	Húmeda	-1,3	-1,0	-0,4	0	0	0	-0,5	-1,0	-1,2	

\* La oscilación anual de temperaturas es la diferencia entre temperaturas secas de proyecto normales en invierno y verano (Tabla 1).

Ecuación : Temperatura de ambiente exterior de proyecto = Temperatura del ambiente exterior de la Tabla 1 + correcciones de la Tabla 3.

Fuente: (Carrier Air, 1980).

Anexo G: Diferencia equivalente de temperatura

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																							
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8	
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,9	3,3
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	0,5	0
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4
	700	5,9	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	2,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	7,8	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,1
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	0	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	19,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	-1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	12,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5

ORIENTACIÓN (Latitud, Norte)	PESO*** (kg por m² de superf de suelo)	HORA SOLAR																								ORIENTACIÓN (Latitud, Sur)
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
NE	750 y más	0,47	0,58	0,54	0,42	0,27	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03		
	500	0,48	0,60	0,57	0,46	0,30	0,24	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02		
	150	0,55	0,76	0,73	0,58	0,36	0,24	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0		
E	750 y más	0,39	0,56	0,62	0,59	0,49	0,33	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04		
	500	0,40	0,58	0,65	0,63	0,52	0,35	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03		
	150	0,46	0,70	0,80	0,79	0,64	0,42	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0		
SE	750 y más	0,04	0,28	0,47	0,59	0,64	0,62	0,53	0,41	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05		
	500	0,03	0,28	0,47	0,61	0,67	0,65	0,57	0,44	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03		
	150	0	0	0,57	0,75	0,84	0,81	0,69	0,50	0,30	0,20	0,17	0,13	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0	0		
S	750 y más	0,06	0,06	0,23	0,38	0,51	0,60	0,66	0,67	0,64	0,59	0,42	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07		
	500	0,04	0,04	0,22	0,38	0,52	0,63	0,70	0,71	0,69	0,59	0,45	0,26	0,22	0,18	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05		
	150	0,10	0,21	0,43	0,63	0,77	0,86	0,88	0,82	0,56	0,24	0,16	0,11	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0		
SO	750 y más	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,24	0,39	0,53	0,63	0,66	0,61	0,47	0,23	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07		
	500	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10	0,24	0,40	0,55	0,66	0,70	0,64	0,50	0,26	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06		
	150	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,23	0,47	0,67	0,81	0,86	0,79	0,60	0,26	0,17	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0		
O	750 y más	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,33	0,49	0,61	0,60	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07		
	500	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,16	0,34	0,52	0,65	0,44	0,23	0,18	0,15	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05		
	150	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,17	0,39	0,63	0,80	0,79	0,28	0,18	0,12	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01		
NO y sombra	750 y más	0,08	0,37	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,29	0,26	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11		
	500	0,06	0,31	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,21	0,20	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09		
	150	0	0,25	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	0,26	0,17	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01		

Fuente: (Carrier Air, 1980).

**Anexo H:** Espesor (mm) según la temperatura del fluido, para condiciones estándar

D. exterior (mm)	Espesor (mm) según temperatura del fluido			
	40 – 65 °C	65 – 100 °C	100 – 150 °C	150 – 200 °C
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

Fuente: RITE 1751

**Anexo I: Historial de temperaturas en la ciudad de puno.**



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU**

"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"

ESTACION: CP.100110 LATITUD 15°49'34,5" DEPARTAMENTO PUNO  
 PUNO LONGITUD 70°00'43,5" PROVINCIA PUNO  
 ALTITUD 3812 DISTRITO PUNO

PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C

ANOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2011	17.1	15.1	15.0	15.5	15.2	15.2	14.6	16.5	16.2	17.9	18.6	16.4
2012	15.8	14.6	15.0	15.1	15.1	14.9	15.2	15.8	15.8	17.5	17.5	14.9
2013	16.2	15.0	15.9	15.6	15.3	14.1	13.8	14.6	16.8	16.9	17.4	16.0
2014	15.4	15.9	16.3	15.9	16.2	16.6	15.3	15.0	15.0	16.0	17.5	17.4
2015	15.2	15.7	15.3	14.6	15.4	15.8	15.1	15.6	17.0	17.3	18.3	17.8

PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C

ANOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2011	6.1	6.3	6.0	4.2	1.5	-0.3	0.0	1.2	2.8	3.4	4.9	5.6
2012	5.5	5.5	5.2	4.9	1.1	-0.1	-0.5	0.0	2.8	5.0	6.1	6.5
2013	5.5	6.8	5.8	3.1	3.0	1.2	0.9	2.4	4.5	5.4	6.4	3.0
2014	6.4	6.2	5.8	5.0	2.2	1.4	0.7	1.9	3.8	5.0	5.5	6.5
2015	5.6	6.4	6.0	5.3	2.7	0.7	0.0	1.2	3.3	4.3	5.9	5.9

PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %

ANOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2011	69	80	78	69	62	56	56	66	58	54	48	66
2012	70	78	71	70	56	51	50	49	54	55	61	73
2013	79	81	73	60	59	60	56	51	60	74	69	64
2014	71	73	76	70	58	55	53	60	66	64	61	68
2015	78	72	73	78	71	59	60	60	62	66	64	69

PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TERMOMETRO HUMEDO DE LA 13 HORAS EN °C

ANOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2011.0	11.0	10.7	10.9	10.3	9.0	8.8	7.8	8.0	8.4	9.3	10.0	9.8
2012.0	9.6	9.5	9.4	9.2	7.7	6.8	6.7	7.0	8.4	9.8	10.6	9.9
2012.0	11.0	10.8	10.9	8.7	7.7	6.7	6.3	7.1	7.9	9.5	9.6	9.2
2014.0	9.6	9.9	10.7	9.7	8.6	8.8	8.5	8.8	9.1	9.1	10.3	10.4
2015.0	9.9	9.6	9.9	9.7	9.8	8.9	8.3	8.9	9.6	10.0	11.1	11.3

RCC

**VALIDO SOLO EN ORIGINAL**

INFORMACION PROCESADA PARA : FRAN ROLEXS CRUZ YUCRA

COTIZACION N° 179  
 RECIBO DE CAJA N° 022-433

Puno, 30 de Mayo de 2016

*Ing. Sixto Flores Sanchez*  
 DIRECTOR REGIONAL  
 SENAMHI - PUNO

*Rujana Capacolla Coaquira*  
 ASISTENTE TCU EN HIDROMETEOROLOGIA  
 SENAMHI - PUNO

Fuente: SENAMHI-Puno



**Anexo J: Planillas de cálculos carga térmica de calefacción y aire acondicionado**

CONDICIONES DE CALEFACCION							
<b>AMBIENTE: SALA DE QUIROFANO 1</b>							
Local:	22.0 B.S.	15.2 B.H.	55 %H.R.	14.72 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	12 °C	
Dif.:	21.8 °C		DIFER.	11.33 GR/KG			
SUPERFICIE (CERRAMIENTO)	ANCHO (m)	LARGO (m)	AREA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C DIF	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro de cabeza al interior	3.95	5.65	22.32	1.71	38.16	21.8	831.95
Muro doble de zoga con lamina de aire (calefactado)	3.95	11.4	42.33	1.07	45.29	3.0	135.88
Muro doble de zoga con lamina de aire (no calefactado)	3.95	5.65	18.94	1.07	20.27	10.0	202.68
Piso de concreto acabado en vinilico	5.65	5.75	32.49	3.22	104.61	10.0	1046.10
Techo al exterior	5.65	5.75	32.49	1.36	44.18	21.8	963.19
Puertas al interior con ambiente calefactado	1.50	2.25	3.38	2.06	6.95	3.0	20.86
Puertas al interior con ambiente no calefactado	1.20	2.25	2.70	2.06	5.56	10.0	55.62
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>				<b>Total de pérdidas por transmision, conv.</b>			3256.28
Vol	128.33	m3	Cv	0.3	Kcal/hm2°C	Aire Ext	1924.88 m3/h X 21.8 °C x0.3 = 10071.00
Ren/h	15	Perd. Renov.	10671.56		Infil	0 m3/h X 0 °C x0.3 = 0	
						Subtotal	13327.28
						Factor de seguridad	5 %
						<b>PERDIDAS DE CALOR TOTAL</b>	<b>13993.64</b>

Elaboración: Propia.

CONDICIONES DE CALEFACCION							
<b>AMBIENTE: SALA DE QUIROFANO 2</b>							
Local:	22 B.S.	15.2 B.H.	55 %H.R.	14.72 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	14 °C	
Dif.:	21.8 °C		DIFER.	11.33 GR/KG			
SUPERFICIE	ANCHO	LARGO	AREA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro doble de zoga con lamina de aire (no calefactado)	3.95	5.65	22.32	1.07	23.88	8.0	191.04
Muro doble de zoga con lamina de aire (calefactado)	3.95	11.3	41.94	1.07	44.87	3.0	134.61
Muro de cabeza al interior (no calefactado)	3.95	5.65	18.94	1.48	28.03	8.0	224.28
Piso vinilico	5.65	5.65	31.92	3.22	102.79	8.0	822.32
Loza aligerada con tarrajeo al interior	5.65	5.65	31.92	1.36	43.41	21.8	946.44
Puertas al interior con ambiente calefactado	1.5	2.25	3.38	2.06	6.95	3.0	20.86
Puertas al interior con ambiente no calefactado	1.2	2.25	2.70	2.06	5.56	8.0	44.50
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>				<b>Total de pérdidas por transmision, conv.</b>			2384.04
Vol	128.33	m3	Cv	0.3	Kcal/m3°C	Aire Ext	1924.88 m3/h X 21.8 °C x0.3 = 10071.00
Ren/h	15	Perd. Renov.	10671.6		Infil	0 m3/h X 1 °C x0.3 = 0	
						Subtotal	12455.04
						Factor de seguridad	5 %
						<b>PERDIDAS DE CALOR GRAN TOTAL</b>	<b>13077.79</b>

(Continúa...)

CONDICIONES DE CALEFACCION							
AMBIENTE: SALA DE PREPARACION Y RECUPERACION Y CORREDOR RESTRINGIDO							
Local:	20.0 B.S.	12.66 B.H.	50 %H.R.	11.78 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	14 °C	
Dif.:	19.8 °C		DIFER.	8.39 GR/KG			
SUPERFICIE	ANCHO	LARGO	AREA NETA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C DIF	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro doble de zoga con lamina de aire (calefactado)	3	12.1	29.55	1.07	31.62	1.0	31.62
Muro de zoga con ambiente no calefactado	3	36.775	92.10	1.92	176.83	6.0	1060.99
Muro doble de zoga con lamina de aire (al exterior)	3	9.23	20.89	1.17	24.44	6.0	146.65
Muro de cabeza al exterior	3	7.85	18.45	1.71	31.55	19.8	624.68
Piso de concreto acabado en porcelanato			132.15	3.30	436.10	6.0	2616.57
Techo al exterior con baldosa suspendida			132.15	1.06	139.97	19.8	2771.47
Puertas al interior con ambiente calefactado	3	2.25	6.75	2.06	13.89	1.0	13.89
Puertas al interior con ambiente no calefactado	8.1	2.25	18.23	2.06	37.49	6.0	224.95
Ventana vidrio normal de 6mm	0.85	14	11.90	4.82	57.358	19.8	1135.69
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>				<b>Total de pérdidas por transmision, conv.</b>			8626.51
Vol	383.24	m3	Cv 0.3	Kcal/m3°C	Aire Ext	2299.41 m3/h X 19.8 °C x0.3	13658.50
Ren/h	6	Perd. Renov.	10995.8		Infil	0 m3/h X 1 °C x0.3	0
Subtotal							22285.00
Factor de seguridad							5 %
<b>PERDIDAS DE CALOR GRAN TOTAL</b>							<b>23399.25</b>

CONDICIONES DE CALEFACCION							
AMBIENTE: UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS							
Local:	20.0 B.S.	12.66 B.H.	50 %H.R.	11.78 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	14 °C	
Dif.:	19.8 °C		DIFER.	8.39 GR/KG			
SUPERFICIE	ANCHO	LARGO	AREA NETA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C DIF	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro de zoga con ambiente no calefactado	3	18.68	56.04	1.92	107.60	6	645.58
Muro doble de zoga con lamina de aire (al exterior)	3	12.25	27.36	1.17	32.01	6	192.05
Piso de concreto acabado en porcelanato	6.43	12.25	78.77	3.22	253.63	6	1521.79
Techo al exterior con baldosa suspendida	6.43	12.25	78.77	1.06	83.43	19.8	1651.92
Puertas al interior con ambiente no calefactado	5.2	2.25	11.70	2.06	24.07	6	144.42
Ventana vidrio normal de 6mm	0.85	10.08	8.57	4.82	41.30	19.8	817.70
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>				<b>Total de pérdidas por transmision, conv.</b>			4973.45
Vol	228.43	m3	Cv 0.3	Kcal/m3°C	Aire Ext	2741.11 m3/h X 19.8 °C x0.3	16282.19
Ren/h	12	Perd. Renov.	13108.0		Infil	0 m3/h X 1 °C x0.3	0
Subtotal							21255.64
Factor de seguridad							5 %
<b>PERDIDAS DE CALOR GRAN TOTAL</b>							<b>22318.42</b>

(Continúa...)

CONDICIONES DE CALEFACCION							
<b>AMBIENTE: AISLADO MEDICINA GENERAL</b>							
Local:	20.0 B.S.	12.66 B.H.	50 %H.R.	11.78 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	14 °C	
Dif.:	19.8 °C		DIFER.	8.39 GR/KG			
SUPERFICIE	ANCHO	LARGO	AREA NETA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C DIF	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro de zoga con ambiente no calefactado	3	4.1	7.58	1.92	14.54	6	87.26
Muro de zoga con ambiente calefactado	3	4.37	3.72	1.92	7.14	1	7.14
Muro de cabeza al exterior	3	3.1	7.94	1.71	13.58	6	81.46
Muro doble ambiente no calefactado	3	4.93	14.79	1.07	15.83	6	94.95
Piso de concreto acabado en vinilico			16.40	3.22	52.81	6	316.85
Techo al exterior con baldosa suspendida			16.40	1.06	17.38	19.8	344.20
Puertas al interior con ambiente no calefactado	2.1	2.25	4.73	2.06	9.73	6	58.40
Ventana vidrio normal de 6mm	0.85	1.6	1.36	4.82	6.56	19.8	129.79
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>							
Total de pérdidas por transmision, conv.							1120.06
Vol	49.20	m3	Cv	0.3	Kcal/m3°C	Aire Ext	590.40 m3/h X 19.8 °C x0.3 = 3506.98
Ren/h	12	Perd. Renov.	2823.3			Infil	0 m3/h X 1 °C x0.3 = 0
Subtotal							4627.04
Factor de seguridad							5 %
<b>PERDIDAS DE CALOR GRAN TOTAL</b>							<b>4858.39</b>

CONDICIONES DE CALEFACCION							
<b>AMBIENTE: AISLADO CIRUGIA GENERAL</b>							
Local:	20.0 B.S.	12.66 B.H.	50 %H.R.	11.78 GR/KG	T. Amb calefactado.	19 °C	
Ext.:	0.2 B.S.	-3.28 B.H.	55 %H.R.	3.39 GR/KG	T. Amb no calefactado	14 °C	
Dif.:	19.8 °C		DIFER.	8.39 GR/KG			
SUPERFICIE	ANCHO	LARGO	AREA NETA (m2)	COEF. TRANSF	Kcal/h POR °C DIF	DIF DE TEMP	Kcal/h
Muro de zoga con ambiente no calefactado	3	9	22.28	1.92	42.77	6	256.61
Muro de zoga con ambiente calefactado	3	4.37	3.72	1.92	7.14	1	7.14
Muro de cabeza al exterior	3	3.1	7.94	1.71	13.58	6	81.46
Piso de concreto acabado en vinilico			16.40	3.22	52.81	6	316.85
Techo al exterior con baldosa suspendida			16.40	1.06	17.38	19.8	344.20
Puertas al interior con ambiente no calefactado	2.1	2.25	4.73	2.06	9.73	6	58.40
Ventana vidrio normal de 6mm	0.85	1.6	1.36	4.82	6.56	19.8	129.79
<b>METODO POR RENOVACION DE AIRE</b>							
Total de pérdidas por transmision, conv.							1194.46
Vol	49.20	m3	Cv	0.3	Kcal/m3°C	Aire Ext	590.4 m3/h X 19.8 °C x0.3 = 3506.98
Ren/h	12	Perd. Renov.	2823.3			Infil	0 m3/h X 1 °C x0.3 = 0
Subtotal							4701.43
Factor de seguridad							5 %
<b>PERDIDAS DE CALOR GRAN TOTAL</b>							<b>4936.50</b>

(Continúa...)

CARGA DE ENFRIAMIENTO QUIROFANO 1						
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS					
	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG
2	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54
	INTERIOR (RM)	24	17.81	60	15.77	18.24
	DIFERENCIA	-6.1	XXX	XXX	XXX	-5.7
	ITEM	AREA O SUPERFICIE		GAN. SOL O ΔT		FACTOR
3 & 4	<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>					<b>0.00</b>
	VENTANA	0.00	m2 X	575.73	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	CLARABOYA	0	m2 X	0	X	0.94
5	<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>					<b>-502.69</b>
	PARED EXT	22.32	m2 X	-4.32	X	1.71
	PARED INT		m2 X		X	1.92
	PARED		m2 X		X	0.32
	PARED		m2 X		X	0.32
	TECHO-SOL	32.49	m2 X	-7.65	X	1.36
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>					<b>-683.89</b>
	VIDRIOS	0	m2 X	-6.1	X	4.82
	PARTICIONES	61.27	m2 X	-6.1	X	1.27
	TECHO		m2 X		X	
PISO	32.49	m2 X	-2	X	3.22	
6	INFILTRATION		m3/hr X		X	
3 & 7	<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>					<b>3672.75</b>
	PERSONAS	7	0.85	PERSONAS	X	73
	POTENCIAS	0		HP O KW	X	63
	LUCES	1152		WATT X 0.86	X	1.25
	APLICACIONES ETC		2000		X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0
<b>SUB TOTAL 1 (Kcal/hr)</b>					<b>2486.17</b>	
7	FACTOR DE SEG	5		%		
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>2610.48</b>
	GANAN. DE CAL	+	PERDIDA POR	+	VENTILADOR	
CONDUC IMP %	0	ESCAPE FUG.	2.5	HP. %	2.5	
8	AIRE EXT.	1924	m3/h X	-6.1	°C X 0.05	BF X 0.3
<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>2564.95</b>	
6	<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>					<b>1421.00</b>
	INFILTRATION	0	m3/h X	-5.7	GR/KG X 0.68	
3 & 7	PERSONAS	7	PERSONAS X	53		
	VAPOR	1	KG/hr X 600			
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0			
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-5.7	Gr/Kg X	30
7	FACTOR DE SEG	5		%		
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>1492.05</b>
PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL.					5 %	
8	AIRE EXTE.	1924	m3 X	-5.7	Gr/Kg X 0.05	BF X 0.72
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>1171.85</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>3736.80</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>-10846.17</b>
	SENSIBLE :	1924	m3/hr X	-6.1	°CX(1- 0.05	BF X 0.3
	LATENT :	1924	m3/hr X	-5.7	Gr/KgX(1- 0.05	BF X 0.72
<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>					<b>-7109.36</b>	

(Continúa...)

CARGA DE ENFRIAMIENTO QUIROFANO 2						
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS					
	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG
2	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54
	INTERIOR (RM)	24	17.81	60	15.77	18.24
	DIFERENCIA	-6.1	XXX	XXX	XXX	-5.7
	ITEM	AREA O SUPERFICIE		GAN. SOL O ΔT		FACTOR
3 & 4	<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>					<b>0.00</b>
	VENTANA	0.00	m2 X	575.73	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	CLARABOYA	0	m2 X	0	X	0.94
5	<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>					<b>-249.44</b>
	PARED EXT	0	m2 X	-15.66	X	1.71
	PARED INT		m2 X		X	1.92
	PARED		m2 X		X	0.32
	PARED		m2 X		X	0.32
	TECHO-SOL	32.49	m2 X	-5.65	X	1.36
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>					<b>-853.79</b>
	VIDRIOS	0	m2 X	-6.1	X	4.82
	PARTICIONES	83.2	m2 X	-6.1	X	1.27
	TECHO		m2 X		X	
PISO	32.49	m2 X	-2	X	3.22	
6	INFILTRATION		m3/hr X		X	
3 & 7	<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>					<b>3672.75</b>
	PERSONAS	7	0.85	PERSONAS	X	73
	POTENCIAS	0		HP O KW	X	63
	LUCES	1152		WATT X 0.86	X	1.25
	APLICACIONES ETC		2000		X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0
<b>SUB TOTAL 1 (Kcal/hr)</b>					<b>2569.53</b>	
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>2698.00</b>
	GANAN. DE CAL + CONDUCCION IMP %	0	PERDIDA POR ESCAPE FUG.	2.5	VENTILADOR HP. %	2.5
8	AIRE EXT.	1924	m3/h X	-6.1	°C X 0.05	BF X 0.3
<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>2656.86</b>	
6	<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>					<b>1421.00</b>
	INFILTRATION	0	m3/h X	-5.7	GR/KG X 0.68	
3 & 7	PERSONAS	7	PERSONAS X	53		
	VAPOR	1	KG/hr X 600			
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1
GANANCIAS ADICIONALES		0				
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-5.7	Gr/Kg X	30
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>1492.05</b>
	PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL.		5	%		
8	AIRE EXTE.	1924	m3 X	-5.7	Gr/Kg X 0.05	BF X 0.72
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>1171.85</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>3828.70</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>-10846.17</b>
	SENSIBLE:	1924	m3/hr X	-6.1	°CX(1-	0.05 BF X 0.3
LATENT:	1924	m3/hr X	-5.7	Gr/KgX(1-	0.05 BF X 0.72	
<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>					<b>-7017.46</b>	

(Continúa...)

CARGA DE ENFRIAMIENTO SALA DE PREPARACION Y RECUPERACION						
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS					
	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG
2	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54
	INTERIOR (RM)	22	14.32	50	11.11	13.36
	DIFERENCIA	-4.1	XXX	XXX	XXX	-0.82
ITEM	AREA O SUPERFICIE	GAN. SOL O ΔT		FACTOR		
3 & 4	<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>					<b>3644.57</b>
	VENTANA	6.24	m2 X	575.73	X	0.94
	VENTANA	5.66	m2 X	50.29	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	CLARABOYA	0	m2 X	0	X	0.94
5	<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>					<b>-1756.32</b>
	PARED EXT	39.34	m2 X	-3.79	X	1.71
	PARED INT		m2 X		X	1.92
	PARED		m2 X		X	0.32
	PARED		m2 X		X	0.32
	TECHO-SOL	132.15	m2 X	-10.72	X	1.06
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>					<b>-1612.22</b>
	VIDRIOS	11.9	m2 X	-4.1	X	4.82
	PARTICIONES	83.2	m2 X	-4.1	X	1.48
	TECHO		m2 X		X	
PISO	132.15	m2 X	-2	X	3.3	
6	INFILTRATION		m3/hr X		X	
3 & 7	<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>					<b>3038.95</b>
	PERSONAS	15	0.85	PERSONAS	X	73
	POTENCIAS	0		HP O KW	X	63
	LUCES	1496		WATT X 0.86	X	1.25
	APLICACIONES ETC		500		X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0
	<b>SUB TOTAL 1 (Kcal/hr)</b>					<b>3314.98</b>
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>3480.73</b>
	GANAN. DE CAL	+	PERDIDA POR	+	VENTILADOR	
CONDUC IMP %	0	ESCAPE FUG.	2.5	HP.	%	2.5
8	AIRE EXT.	2299	m3/h X	-4.1	°C X	0.05
	<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>3513.37</b>
6	<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>					<b>795.00</b>
	INFILTRATION	0	m3/h X	-0.82	GR/KG X 0.68	
3 & 7	PERSONAS	15	PERSONAS X	53		
	VAPOR	0	KG/hr X 600			
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1
GANANCIAS ADICIONALES		0				
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-0.82	Gr/Kg X	30
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>834.75</b>
	PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL.		5	%		
8	AIRE EXTE.	2299	m3 X	-0.82	Gr/Kg X	0.05
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>808.62</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>4321.99</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>-3975.84</b>
	SENSIBLE :	2299	m3/hr X	-4.1	°CX(1-	0.05
	LATENT :	2299	m3/hr X	-0.82	Gr/KgX(1-	0.05
	<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>					<b>346.15</b>

(Continúa...)

CARGA DE ENFRIAMIENTO UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS						
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS					
	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG
2	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54
	INTERIOR (RM)	22	14.32	50	11.11	13.36
	DIFERENCIA	-4.1	XXX	XXX	XXX	-0.82
	ITEM	AREA O SUPERFICIE		GAN. SOL O ΔT		FACTOR
3 & 4	<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>					<b>4632.26</b>
	VENTANA	8.56	m2 X	575.73	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	CLARABOYA	0	m2 X	0	X	0.94
5	<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>					<b>-1607.88</b>
	PARED EXT	28.19	m2 X	-13.93	X	1.17
	PARED INT		m2 X		X	1.92
	PARED		m2 X		X	0.32
	PARED		m2 X		X	0.32
	TECHO-SOL	78.77	m2 X	-10.72	X	1.36
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>					<b>-1130.19</b>
	VIDRIOS	8.56	m2 X	-4.1	X	4.82
	PARTICIONES	56.04	m2 X	-4.1	X	1.92
TECHO		m2 X		X		
PISO	78.77	m2 X	-2	X	3.3	
6	INFILTRATION		m3/hr X		X	
3 & 7	<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>					<b>2039.70</b>
	PERSONAS	10	0.85	PERSONAS	X	73
	POTENCIAS	0		HP O KW	X	63
	LUCES	576		WATT X 0.86	X	1.25
	APLICACIONES ETC		800		X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0
	<b>SUB TOTAL 1 (Kcal/hr)</b>					<b>3933.89</b>
7	FACTOR DE SEG	5		%		
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>4130.58</b>
	GANAN. DE CAL	+	PERDIDA POR	+	VENTILADOR	
CONDUC IMP %	0	ESCAPE FUG.	2.5	HP. %	2.5	
8	AIRE EXT.	2741	m3/h X	-4.1	°C X	0.05
	<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>4168.54</b>
6	<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>					<b>530.00</b>
	INFILTRATION	0	m3/h X	-0.82	GR/KG X 0.68	
	PERSONAS	10	PERSONAS X	53		
	VAPOR	0	KG/hr X 600			
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1
GANANCIAS ADICIONALES		0				
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-0.82	Gr/Kg X	30
7	FACTOR DE SEG	5		%		
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>556.50</b>
	PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL.		5	%		
8	AIRE EXTE	2741	m3 X	-0.82	Gr/Kg X	0.05
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>503.41</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>4671.95</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>-4740.23</b>
	SENSIBLE:	2741	m3/hr X	-4.1	°CX(1-	0.05
	LATENT:	2741	m3/hr X	-0.82	Gr/KgX(1-	0.05
	<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>					<b>-68.28</b>

(Continúa...)

CARGA DE ENFRIAMIENTO AISLADO MEDICINA GENERAL						
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS					
2	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG
	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54
	INTERIOR (RM)	22	14.32	50	11.11	13.36
	DIFERENCIA	-4.1	XXX	XXX	XXX	-0.82
	ITEM	AREA O SUPERFICIE		GAN. SOL O ΔT		FACTOR
3 & 4	<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>					<b>736.01</b>
	VENTANA	1.36	m2 X	575.73	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0.00	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94
	CLARA BOYA	0	m2 X	0	X	0.94
5	<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>					<b>-237.75</b>
	PARED EXT	7.94	m2 X	-3.79	X	1.71
	PARED INT		m2 X		X	1.92
	PARED		m2 X		X	0.32
	PARED		m2 X		X	0.32
	TECHO-SOL	16.4	m2 X	-10.72	X	1.06
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>					<b>-341.84</b>
	VIDRIOS	1.36	m2 X	-4.1	X	4.82
	PARTICIONES	26.26	m2 X	-4.1	X	1.92
6	TECHO		m2 X		X	
	PISO	16.4	m2 X	-2	X	3.3
	INFILTRATION		m3/hr X		X	
3 & 7	<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>					<b>437.40</b>
	PERSONAS	4	0.85	PERSONAS	X	73
	POTENCIAS	0		HPO KW	X	63
	LUCES	176		WATT X 0.86	X	1.25
	APLICACIONES ETC		0		X	1
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0
	<b>SUB TOTAL 1 ( Kcal/hr)</b>					<b>593.82</b>
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>623.51</b>
	GANAN. DE CAL	+	PERDIDA POR	+	VENTILADOR	
CONDUC IMP %	0	ESCAPE FUG.	2.5	HP.	%	2.5
8	AIRE EXT.	590.4	m3/h X	-4.1	°C X	0.05
	<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>618.38</b>
6	<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>					<b>212.00</b>
	INFILTRATION	0	m3/h X	-0.82	GR/KG X 0.68	
3 & 7	PERSONAS	4	PERSONAS X	53		
	VAPOR	0	KG/hr X 600			
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1
GANANCIAS ADICIONALES		0				
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-0.82	Gr/Kg X	30
7	FACTOR DE SEG.	5		%		
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>222.60</b>
	PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL.		5	%		
8	AIRE EXTE	590.4	m3 X	-0.82	Gr/Kg X	0.05
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>216.30</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>					<b>834.68</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>-1021.03</b>
	SENSIBLE :	590.4	m3/hr X	-4.1	°CX(1-	0.05
LATENT :	590.4	m3/hr X	-0.82	Gr/KgX(1-	0.05	
	<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>					<b>-186.35</b>

(Continúa...)



CARGA DE ENFRIAMIENTO AISLADO CIRUGIA GENERAL							
CAP REF	REFERENCIA DE TABLAS						
	CONDICIONES	BS (°C)	BH (°C)	% HR	T.R. (°C)	GR/KG	
2	EXTERIOR (OA)	17.9	12.58	60.6	10.18	12.54	
	INTERIOR (RM)	22	14.32	50	11.11	13.36	
	DIFERENCIA	-4.1	XXX	XXX	XXX	-0.82	
ITEM	AREA O SUPERFICIE	GAN. SOL O ΔT		FACTOR			
<b>GANANCIA SOLAR CRISTAL (Kcal/hr)</b>						<b>736.01</b>	
3 & 4	VENTANA	1.36	m2 X	575.73	X	0.94	
	VENTANA	0	m2 X	0.00	X	0.94	
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94	
	VENTANA	0	m2 X	0	X	0.94	
	CLARABOYA	0	m2 X	0	X	0.94	
<b>GANAN. SOLAR Y TRANSF. PAREDES Y TECHO ext (Kcal/hr)</b>						<b>-237.75</b>	
5	PARED EXT	7.94	m2 X	-3.79	X	1.71	
	PARED INT		m2 X		X	1.92	
	PARED		m2 X		X	0.32	
	PARED		m2 X		X	0.32	
	TECHO-SOL	16.4	m2 X	-10.72	X	1.06	
	TECHO-SOMBRA		m2 X		X	0.67	
	<b>GANAN. TRANSF. PARED. SUELO INTERIOR (Kcal/hr)</b>						<b>-341.84</b>
	VIDRIOS	1.36	m2 X	-4.1	X	4.82	
	PARTICIONES	26.26	m2 X	-4.1	X	1.92	
	TECHO		m2 X		X		
PISO	16.4	m2 X	-2	X	3.3		
6	INFILTRATION		m3/hr X		X		
<b>CALOR INTERNO (Kcal/hr)</b>						<b>437.40</b>	
3 & 7	PERSONAS	4	0.85	PERSONAS	X	73	
	POTENCIAS	0		HP O KW	X	63	
	LUCES	176		WATT X 0.86	X	1.25	
	APLICACIONES ETC		0		X	1	
	GANANCIAS ADICIONALES		0		X	0	
	<b>SUB TOTAL 1 (Kcal/hr)</b>						<b>593.82</b>
7	FACTOR DE SEG	5		%			
	<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>						<b>623.51</b>
	GANAN. DE CAL + CONDUC IMP %	0	PERDIDA POR ESCAPE FUG.	2.5	VENTILADOR HP. %	2.5	
8	AIRE EXT.	590.4	m3/h X	-4.1	°C X 0.05	BF X 0.3	
<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>						<b>618.38</b>	
<b>CALOR LATENTE (Kcal/hr)</b>						<b>212.00</b>	
6	INFILTRATION	0	m3/h X	-0.82	GR/KG X 0.68		
	PERSONAS	4	PERSONAS X	53			
3 & 7	VAPOR	0	KG/hr X 600				
	APLICACIONES ETC		0	Gr/Kg X	X	1	
	GANANCIAS ADICIONALES		0				
5	VAPOR TRANS.	0	M2x1/100X	-0.82	Gr/Kg X	30	
7	FACTOR DE SEG	5		%			
	<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>						<b>222.60</b>
PERDIDA FILTRACION DUCTO IMPUL. 5 %							
8	AIRE EXTE.	590.4	m3 X	-0.82	Gr/Kg X 0.05	BF X 0.72	
	<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>						<b>216.30</b>
	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL (Kcal/hr)</b>						<b>834.68</b>
	<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>						<b>-1021.03</b>
8	SENSIBLE :	590.4	m3/hr X	-4.1	°CX(1- 0.05)	BF X 0.3	
	LATENT :	590.4	m3/hr X	-0.82	Gr/KgX(1- 0.05)	BF X 0.72	
<b>GANANCIA DE CALOR TOTAL (Kcal/hr)</b>						<b>-186.35</b>	

**Anexo K:  
PRESUPUESTO**

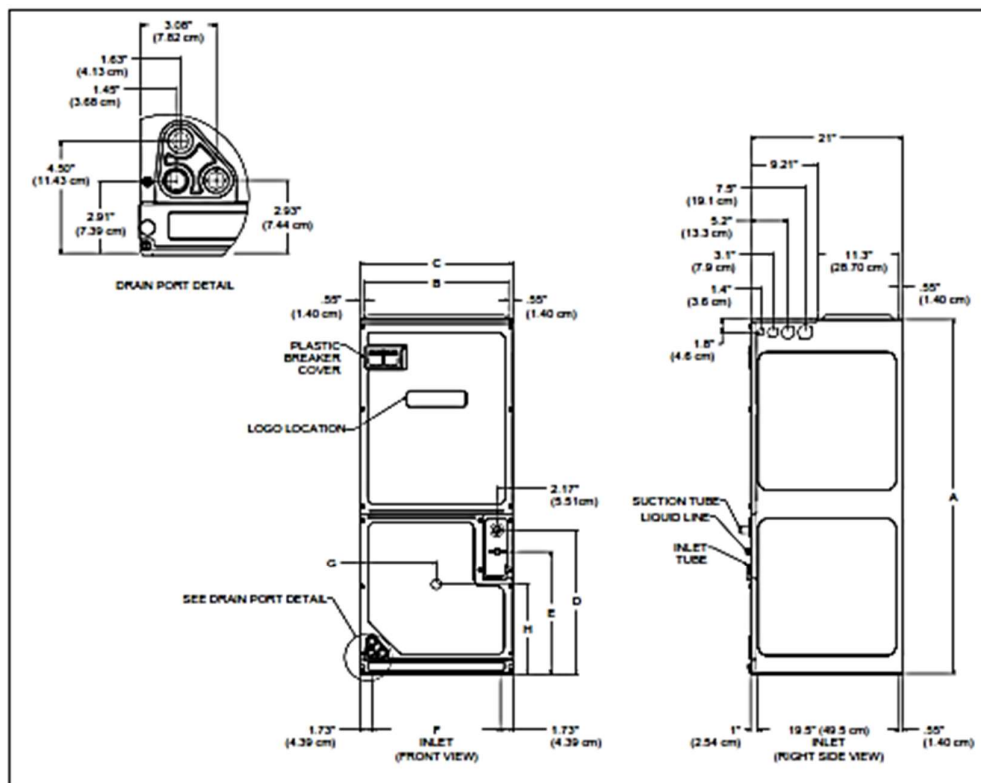
Presupuesto 0102005 SISTEMA DE CLIMATIZACION AGUA-AIRE PARA EL SECTOR QUIROFANO DEL MEGALABORATORIO CLINICO  
UNIVERSITARIO DE LA UNA PUNO  
Cliente FRANK ROLEXS CRUZ YUCRA Costo al 15/07/2017  
Lugar PUNO - PUNO - PUNO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	INSTALACIONES DE VENTILACION				97,675.39
01.01	DUCTO DE AIRE				8,976.23
01.01.01	DUCTO DE 200 x 150	m	26.47	38.20	1,011.15
01.01.02	DUCTO DE 200 x 200	m	13.58	40.00	543.20
01.01.03	DUCTO DE 250 x 200	m	37.12	41.95	1,557.18
01.01.04	DUCTO DE 250 x 250	m	3.61	48.85	176.35
01.01.05	DUCTO DE 300 x 150	m	6.35	49.75	315.91
01.01.06	DUCTO DE 300 x 200	m	12.50	50.50	631.25
01.01.07	DUCTO DE 300 x 250	m	3.65	51.25	187.06
01.01.08	DUCTO DE 300 x 300	m	7.79	52.75	410.92
01.01.09	DUCTO DE 350 x 300	m	15.45	53.50	826.58
01.01.10	DUCTO DE 400 x 300	m	50.46	54.70	2,760.16
01.01.11	DUCTO DE 400 x 350	m	9.72	57.25	556.47
01.02	ACCESORIOS				24,537.16
01.02.01	CODO < 300 mm	und	21.00	54.10	1,136.10
01.02.02	CODO > 300 mm	und	35.00	61.60	2,156.00
01.02.03	REDUCCION < 300 mm	und	22.00	31.10	684.20
01.02.04	REDUCCION > 300 mm < 500 mm	und	34.00	41.35	1,405.90
01.02.05	DERIVACION < 300 mm	und	8.00	56.35	450.80
01.02.06	DERIVACION > 300 mm	und	6.00	70.60	423.60
01.02.07	DIFUSOR DE AIRE	und	19.00	125.85	2,391.15
01.02.08	REJILLA DE AIRE	und	19.00	125.85	2,391.15
01.02.09	AISLAMIENTO DE DUCTOS	m	65.50	53.42	3,499.01
01.02.10	INSTALACION Y SOPORTE DE DUCTOS	m	190.00	42.25	8,027.50
01.02.11	UNION FLEXIBLE DE LONA PARA DUTOS	und	15.00	131.45	1,971.75
01.03	FILTROS				14,479.00
01.03.01	FILTRO AL +30%+90%+99.97%	und	2.00	3,562.50	7,125.00
01.03.02	FILTRO AL +30%+90%	und	4.00	1,838.50	7,354.00
01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS				49,683.00
01.04.01	EXTRACTOR EC 01	und	1.00	3,055.20	3,055.20
01.04.02	EXTRACTOR EC 02	und	1.00	3,058.20	3,058.20
01.04.03	EXTRACTOR EC 03	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.04	EXTRACTOR EC 04	und	1.00	1,200.60	1,200.60
01.04.05	EXTRACTOR EC 05	und	1.00	1,200.60	1,200.60
01.04.06	EXTRACTOR EC 06	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.07	INYECTOR IC 01	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.08	INYECTOR IC 02	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.09	INYECTOR IC 03	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.10	INYECTOR IC 04	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.11	INYECTOR IC 05	und	1.00	2,731.20	2,731.20
01.04.12	INYECTOR IC 06	und	1.00	3,527.20	3,527.20
01.04.13	TABLERO ELECTRICO TIPO 01	und	4.00	3,116.00	12,464.00
01.04.15	PRUEBAS	und	6.00	213.80	1,282.80
02	SISTEMA DE CALEFACION				147,879.82
02.01	INSTALACION DE TUBERIAS				13,089.71
02.01.01	TUBERIA DE POLIPROPILENO DE 1/2" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	12.86	25.75	331.15
02.01.02	TUBERIA DE POLIPROPILENO DE 3/4" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	5.40	28.82	155.63
02.01.03	TUBERIA DE POLIPROPILENO DE 1 1/4" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	45.61	43.46	1,982.21
02.01.04	TUBERIA DE POLIPROPILENO DE 1 1/2" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	3.20	45.14	144.45
02.01.05	TUBERIA DE POLIPROPILENO DE 2" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	189.00	55.43	10,476.27
02.02	INSTALACION DE ACCESORIOS				994.88
02.02.01	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 2" CON AISLAMIENTO	und	32.00	13.93	445.76
02.02.02	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 1 1/2" CON AISLAMIENTO	und	4.00	10.73	42.92
02.02.03	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 1 1/4" CON AISLAMIENTO	und	14.00	9.57	133.98
02.02.04	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 3/4" CON AISLAMIENTO	und	4.00	28.74	114.96

Presupuesto 0102005 SISTEMA DE CLIMATIZACION AGUA-AIRE PARA EL SECTOR QUIROFANO DEL MEGALABORATORIO CLINICO  
UNIVERSITARIO DE LA UNA PUNO  
Cliente FRANK ROLEXS CRUZ YUCRA Costo al 15/07/2017  
Lugar PUNO - PUNO - PUNO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.02.05	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 1/2" CON AISLAMIENTO	und	12.00	7.76	93.12
02.02.06	INSTALACION DE TEE DE 2" CON AISLAMIENTO	und	8.00	14.43	115.44
02.02.07	INSTALACION DE TEE DE 1 1/2" CON AISLAMIENTO	und	2.00	11.40	22.80
02.02.08	INSTALACION DE TEE DE 3/4" CON AISLAMIENTO	und	2.00	12.95	25.90
02.03	INSTALACION DE EQUIPOS				132,771.23
02.03.01	SUMINISTRO DE UMA	pto	1.00	83,000.00	83,000.00
02.03.02	INSTALACION DE UMA	pto	4.00	2,362.33	9,449.32
02.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA DE RECIRCULACION	und	2.00	1,685.71	3,371.42
02.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TANQUE DE EXPANCIION DE 25 LTS	glb	1.00	1,180.71	1,180.71
02.03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE CALENTADOR DE AGUA	glb	1.00	29,745.40	29,745.40
02.03.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE PURGADOR DE AIRE	glb	1.00	116.61	116.61
02.03.07	INSTALACION DE AGUA FRIA	glb	1.00	1,989.97	1,989.97
02.03.08	DUCTO DE EVACUACION DE GAS DE COMBUSTION	m	10.00	55.75	557.50
02.03.09	INSTALACION DE DUCTODE EVACUACION DE GAS DE COMBUSTION	m	10.00	90.95	909.50
02.03.10	TABLERO ELECTRICO PARA 02 BOMBAS	und	1.00	1,212.80	1,212.80
02.03.11	TABLERO ELECTRICO PARA 01 CALENTADOR	und	1.00	1,238.00	1,238.00
02.04	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO				1,024.00
02.04.01	PRUEBA HIDROSTATICA	glb	1.00	304.80	304.80
02.04.02	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	glb	1.00	719.20	719.20
03	INSTALACION DE BOMBAS DE CALOR				46,732.72
03.01	TENDIDO DE TUBERIA CON AISLAMIENTO TERMICO				472.80
03.01.01	TUBERIA DE COBRE DE 1/4" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	7.50	23.06	172.95
03.01.02	TUBERIA DE COBRE DE 3/4" CON AISLAMIENTO TERMICO	m	7.50	39.98	299.85
03.02	SUMINISTRO DE E INSTALACION DE ACCESORIOS CON AISLAMIENTO				241.00
03.02.01	SUMINISTRO DE ACCESORIOS DE COBRE	glb	1.00	27.20	27.20
03.02.02	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 3/4" CON AISLAMIENTO	und	4.00	28.74	114.96
03.02.03	INSTALACION DE ACCESORIOS 2 ENTRADAS DE 1/4" CON AISLAMIENTO	und	3.00	14.68	44.04
03.02.04	INSTALACION DE TEE DE COBRE 3/4" CON AISLAMIENTO	und	1.00	34.85	34.85
03.02.05	INSTALACION DE TEE DE COBRE 1/4" CON AISLAMIENTO	und	1.00	19.95	19.95
03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS				43,970.92
03.03.01	SUMINISTRO DE DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONAMIENTO	glb	1.00	16,780.00	16,780.00
03.03.02	INSTALACION DE MANEJADORA DE AIRE	und	2.00	5,983.83	11,967.66
03.03.03	INSTALACION DE UNIDAD CONDENSADORA	und	2.00	915.70	1,831.40
03.03.04	TABLERO ELECTRICO PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	und	2.00	5,987.93	11,975.86
03.03.05	TUBERIA DE DRENAJE DE CONDENSADORA	glb	1.00	1,416.00	1,416.00
03.04	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO				2,048.00
03.04.01	PRUEBA HIDROSTATICA	glb	2.00	304.80	609.60
03.04.02	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	glb	2.00	719.20	1,438.40
	COSTO DIRECTO				292,287.93
	GASTOS GENERALES 2.5%				7,307.20
	UTILIDAD 4 %				11,691.52
	SUBTOTAL				311,286.65
	I.G.V. 18%				56,031.60
	TOTAL				367,318.25

**Anexo L: Ficha técnica de equipos recomendados aire acondicionado**  
**DIMENSIONS**



MODEL	A"	B"	C"	D"	E"	F"	G"	H"
ARUF18B14*	45	16%	17%	18	15	14%	8%	12
ARUF24B14*	45	16%	17%	18	15	14%	8%	12
ARUF30B14*	45	16%	17%	18	15	14%	8%	12
ARUF30C14*	49	20	21	20	17	17%	10%	12%
ARUF36C14*	49	20	21	20	17	17%	10%	12%
ARUF42C14*	49	20	21	20	17	17%	10%	12%
ARUF48D14*	58	23%	24%	28%	25%	21%	12%	12%
ARUF60D14*	58	23%	24%	28%	25%	21%	12%	12%

Fuente: Catalogos Daikin.

(Continúa..)

**SPECIFICATIONS**

	ARUF 18B14*	ARUF 24B14*	ARUF 30B14*	ARUF 30C14*	ARUF 36C14*	ARUF 42C14*	ARUF 48D14*	ARUF 60D14*
<b>NOMINAL RATINGS</b>								
Cooling (Btu/h)	18,000	24,000	30,000	36,000	36,000	42,000	48,000	60,000
Piston Size	0.049	0.057	0.065	0.071	0.071	0.074	0.078	0.088
<b>BLOWER</b>								
Diameter	9½"	9½"	9½"	10½"	10½"	10½"	10½"	12"
Width	6"	6"	6"	8"	8"	10½"	10½"	10½"
<b>COIL CONNECTIONS</b>								
Liquid	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Suction	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"
Coil Drain Connect (FPT)	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
<b>ELECTRICAL DATA</b>								
Voltage	208/230	208/230	208/230	208/230	208/230	208/230	208/230	208/230
Min Circuit Ampacity	3/3	3/3	3/3	4/4	4/4	4/4	5/5	6/6
Max. Overcurrent Device (Amps)	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
Minimum VAC	197	197	197	197	197	197	197	197
Maximum VAC	253	253	253	253	253	253	253	253
<b>Blower Motor</b>								
Full Load Amps (FLA)	1.9	1.9	1.9	3.0	3.0	3.1	3.5	4.6
Horsepower (HP)	½	½	½	½	½	½	¾	¾
<b>SHIP WEIGHT (LBS.)</b>								
	96	96	102	116	116	118	147	151

Note: Minimum Circuit Ampacity (MCA) and Maximum Overcurrent Protection (MOP) for blower without supplemental heat installed. Refer to unit nameplate and/or Heat Kit Data for specification with approved accessory heaters installed.

**NOMENCLATURE**

	D	Z	13	S	N	036	3	A	A	
	1	2	3,4	5	6	7,8,9	10	11	12	
<b>Brand</b> D - Daikin										<b>Engineering</b> Minor revision
<b>Type</b> X - AC R-410A Z - HP R-410A										<b>Engineering</b> Major revision
<b>SEER</b> 13 - 13 SEER 18 - 18 SEER 14 - 14 SEER 20 - 20 SEER 16 - 16 SEER										<b>Voltage</b> 1 - 208/230 V Single-Phase 60 Hz 2 - 220/240 V Single-Phase 50 Hz 3 - 208/230 V Three-Phase 60 Hz 4 - 460 V Three-Phase 60 Hz 5 - 380/415 V Three-Phase 50 Hz
<b>Compressor</b> S - Single Stage T - Two Stage										<b>Tonnage Nominal</b> 018 - 1½ tons 042 - 3½ tons 024 - 2 tons 048 - 4 tons 030 - 2½ tons 060 - 5 tons 036 - 3 tons
<b>Feature Set</b> A - Base D - Deluxe C - ComfortNet 4-Wire Ready N - Nominal										

(Continúa..)

SPECIFICATIONS

	DZ13SN 0181A*	DZ13SN 0241A*	DZ13SN 0301A*	DZ13SN 0361A*	DZ13SN 0421A*	DZ13SN 0481A*	DZ13SN 0601A*
<b>NOMINAL CAPACITIES</b>							
Cooling (BTU/h)	18,000	24,000	30,000	36,000	42,000	48,000	60,000
Heating (BTU/h)	18,000	24,000	30,000	36,000	42,000	48,000	60,000
Decibels	71	73	72	74	74	76	75
<b>COMPRESSOR</b>							
RLA	9.0	12.8	14.1	16.7	17.9	19.9	26.4
LRA	48.0	58.3	73.0	79.0	112.0	109.0	134.0
Type	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll
<b>CONDENSER FAN MOTOR</b>							
Horsepower	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
FLA	0.70	0.70	1.10	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>REFRIGERATION SYSTEM</b>							
Refrigerant Line Size							
Liquid Line Size ("O.D.)	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Suction Line Size ("O.D.)	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"
Refrigerant Connection Size							
Liquid Valve Size ("O.D.)	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Suction Valve Size ("O.D.)	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Valve Connection Type	Sweat	Sweat	Sweat	Sweat	Sweat	Sweat	Sweat
Refrigerant Charge	121	113	108	100	166	222	240
Shipped with Orifice Size	0.051	0.057	0.065	0.071	0.074	0.078	0.088
<b>ELECTRICAL DATA</b>							
Voltage/Phase (60 Hz)	208-230/1	208-230/1	208-230/1	208-230/1	208-230/1	208-230/1	208-230/1
Minimum Circuit Ampacity <sup>2</sup>	12	16.7	18.3	22.4	23.9	26.4	34.5
Max. Overcurrent Protection <sup>3</sup>	20	25	30	35	40	45	60
Min / Max Volts	197 / 253	197 / 253	197 / 253	197 / 253	197 / 253	197 / 253	197 / 253
Electrical Conduit Size	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"	1/2" or 3/4"
<b>EQUIPMENT WEIGHT (LBS)</b>							
SHIP WEIGHT (LBS)	145	136	142	156	202	219	268
	162	153	159	174	220	237	290

Fuente: Catálogos Daikin

Anexo M: Ficha técnica unidades manejadoras de aire

Range: D-AHU		ASTRA 6.2.6	
<b>AHU Technical data sheet</b>			
Date	Offer No.	File reference	Page 2/5
05/04/2016	16.HS200F.F.00318-001/003		

<b>Section n° 1</b>		Length:	2170	[mm]
		Height:	800	[mm]
Weight:	236	[kg]	Width:	800
				[mm]

<b>Component 1</b>		<b>FILTER</b>		Type: Bag Filter	Slide-Aluminium (Polyseal)
Quantity	Class	Dimensions	Thickness: 290 mm	Air flow rate: 0.66 m3/s	
		305x610 mm	Filtering media: Glass without Gasket		
		610x305 mm	Air Velocity: 1.8 m/s		
1	F7	610x610 mm	Pressure drops selection on filter: Dirty		
		610x508 mm	Clean Dp: 53 Pa		
		508x610 mm	Mean Dp.: 127 Pa		
		508x508 mm	Dirty Dp.: 200 Pa		
		<b>Options Included</b>			
		1 x Door without porthole			

<b>Component 2</b>		<b>HEATING COIL</b>		Fluid: Water Coil	
Model: Cu-Al-FeZn P40AC 2R-13T-455A-3.0pa 2C 3/4"		P40	Calculated in dry condition		
Rows: 2	N° Coil: 1				
Fin Space: 3.00 mm	Tube diameter: 5/8"				
Tube material: Copper	Fin material: Al				
Water connections: 3/4"/Screwed/ LH	Total Capacity: 100000.00 BTU/h				
<b>Air Side</b>		<b>Fluid Side</b>			
Air Flow: 0.66 m3/s	Vel: 2.80 m/s	Fluid Flow: 0.62 kg/s			
Temp. db On: 6.00 °C	Temp. On : 80.00 °C				
Temp. wb On:	Temp. Off : 70.00 °C				
Temp. db Off: 37.13 °C	Press. Drop: 23 kPa	Max Pd : 50 kPa			
Temp. wb Off:	Glycol:				
Press. Drop: 58 Pa	Fluid velocity: 1.60 m/s	Fluid Volume: 4.00 dm3			

<b>Component 3</b>		<b>HUMIDIFIER</b>	
Model: Isothermal Immerse Electrode			
Fluid flow rate: 15.52 Kg/h		Electrical Power: 11.36 KW	
Air Temp. db on: 20.00°C		Air Temp. db off: 20.00°C	
Air Temp. wb on: 9.01°C		Air Temp. wb off: 13.12°C	
		<b>Options Included</b>	
		1 x Door without porthole	

Fuente: Catalogos Daikin.

(Continúa..)



Range: D-AHU		ASTRA 6.2.6	
<b>AHU Technical data sheet</b>			
Date	Offer No.	File reference	Page 2/5
05/04/2016	16.HS200F.F.00318-003/002		

<b>Section n° 1</b>		Length:	2330	[mm]
		Height:	860	[mm]
Weight:	295	[kg]	Width:	1060
				[mm]

<b>Component 1</b>		<b>FILTER</b>		Type: Bag Filter	Slide-Aluminium (Polyseal)
Quantity	Class	Dimensions	Thickness: 290 mm	Air flow rate: 1.15 m3/s	
1	F7	305x610 mm	Filtering media: Glass without Gasket		
		610x305 mm	Air Velocity: 2.3 m/s		
		610x610 mm	Pressure drops selection on filter: Dirty		
1	F7	610x508 mm	Clean Dp: 70 Pa		
		508x610 mm	Mean Dp.: 135 Pa		
		508x508 mm	Dirty Dp.: 200 Pa		
<b>Options Included</b>					
1 x Door without porthole					

<b>Component 2</b>		<b>HEATING COIL</b>		Fluid: Water Coil	
Model: Cu-Al-FeZn P40AC 1R-15T-715A-3.0pa 2C 3/4" P40 Calculated in dry condition					
Rows: 1			N° Coil: 1		
Fin Space: 3.00 mm			Tube diameter: 5/8"		
Tube material: Copper			Fin material: Al		
Water connections: 3/4"/Screwed/ LH			Total Capacity: 95000 BTU/h		
<b>Air Side</b>			<b>Fluid Side</b>		
Air Flow: 1.15 m3/s Vel: 2.68 m/s			Fluid Flow: 0.60 kg/s		
Temp. db On: 6.00 °C			Temp. On : 80.00 °C		
Temp. wb On:			Temp. Off : 70.00 °C		
Temp. db Off: 23.51 °C			Press. Drop: 28 kPa		Max Pd : 50 kPa
Temp. wb Off:			Glycol:		
Press. Drop: 26 Pa			Fluid velocity: 1.57 m/s		Fluid Volume: 3.40 dm3

<b>Component 3</b>		<b>HUMIDIFIER</b>	
Model: Isothermal Immerse Electrode			
Fluid flow rate: 20.04 Kg/h		Electrical Power: 17.75 KW	
Air Temp. db on: 20.00°C		Air Temp. db off: 20.00°C	
Air Temp. wb on: 9.01°C		Air Temp. wb off: 13.12°C	
<b>Options Included</b>			
1 x Door without porthole			
1 x External Drain Standard -Galvanised			

(Continúa..)

Range: D-AHU		ASTRA 6.2.6	
<b>AHU Technical data sheet</b>			
Date	Offer No.	File reference	Page 2/5
05/04/2016	16.HS200F.F.00318-004/002		

<b>Section n° 1</b>	Length:	2220	[mm]
	Height:	700	[mm]
Weight:	214	[kg]	Width: 790 [mm]

<b>Component 1</b>		<b>FILTER</b>		Type: Bag Filter	Slide-Aluminium (Polyseal)
Quantity	Class	Dimensions	Thickness: 290 mm	Air flow rate: 0.21 m3/s	
		305x610 mm	Filtering media: Glass without Gasket		
		610x305 mm	Air Velocity: 0.7 m/s		
		610x610 mm	Pressure drops selection on filter: Dirty		
<b>1</b>	<b>F7</b>	610x508 mm	Clean Dp: 20 Pa		
		508x610 mm	Mean Dp.: 110 Pa		
		508x508 mm	Dirty Dp.: 200 Pa		
<b>Options Included</b>					
1 x Door without porthole					

<b>Component 2</b>		<b>HEATING COIL</b>		Fluid: Water Coil	
Model: Cu-Al-FeZn P60AC 1R-7T-440A-2.0pa 1C 1/2" P60				Calculated in dry condition	
Rows: 1			N° Coil: 1		
Fin Space: 2.00 mm			Tube diameter: 5/8"		
Tube material: Copper			Fin material: Al		
Water connections: 1/2"/Screwed/ LH			Total Capacity: 22000.00 BTU/h		
<b>Air Side</b>			<b>Fluid Side</b>		
Air Flow: 0.21 m3/s Vel: 1.13 m/s			Fluid Flow: 0.11 kg/s		
Temp. db On: 6.00 °C			Temp. On : 80.00 °C		
Temp. wb On:			Temp. Off : 70.00 °C		
Temp. db Off: 24.40 °C			Press. Drop: 2 kPa		Max Pd : 50 kPa
Temp. wb Off:			Glycol:		
Press. Drop: 4 Pa			Fluid velocity: 0.60 m/s		Fluid Volume: 1.20 dm3

<b>Component 3</b>		<b>HUMIDIFIER</b>	
Model: Isothermal Immerse Electrode			
Fluid flow rate: 3.63 Kg/h		Electrical Power: 3.55 KW	
Air Temp. db on: 20.00°C		Air Temp. db off: 20.00°C	
Air Temp. wb on: 9.01°C		Air Temp. wb off: 13.12°C	
<b>Options Included</b>			
1 x Door without porthole			

**Anexo N: Ficha técnica calentador de agua**

**Modelos para trabajo pesado\***

MODELO	CAPACIDAD		CAPACIDAD CONTINUA DE AGUA con incremento de temperatura		TIEMPO DE RECUPERACIÓN con incremento de temp. 25°C (min)	SALIDA de gases (cm)	ENTRADA Y SALIDA de agua superior	
	Volumétrica (l)	Calorífica (kj/h)	25°C=77°F litros/h	37,7°C=100°F litros/h			(mm)	(pulg)
D-80-180-CX	303	189,783	180,000	916	607	20	15	38,1 (1 1/2)
D-100-270-CX	370	284,674	270,000	1224	811	18	15	38,1 (1 1/2)
D-75-399-CX	315	420,685	399,000	2238	1484	9	20	N/A
D-80-512-CX	313	548,000	512,000	3077	2040	6	25	N/A

MODELO	ENTRADA de agua fría frontal y posterior inferior		SALIDA de agua caliente frontal y posterior superior		CONEXIÓN para gas para válvula de alivio		DIMENSIONES y especificaciones técnicas			PESO con empaque sin empaque		RECOMENDACIÓN por número de servicios (regaderas)		
	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	alto (cm)	ancho (cm)	fondo (cm)	(kg)	(kg)			
D-80-180-CX	50,8	2	50,8	2	19,0	3/4	19	3/4	193	67	82	239	208	12
D-100-270-CX	50,8	2	50,8	2	19,0	3/4	25,4	1	190	77	92	316	275	14
D-75-399-CX	50,8	2	50,8	2	25,4	1	25,4	1	193	77	92	356	322	19
D-80-512-CX	50,8	2	50,8	2	25,4	1	25,4	1	188	77	92	356	322	26

Fuente: CaloRex

**Anexo O:  
PLANOS**

**LISTA DE PLANOS:**

**IM-01:** PRIMER NIVEL SALA DE OPERACIONES.

**IM-02:** PRIMER NIVEL UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS Y AISLADOS.

**IM-03:** PLANO DE TECHOS SEGUNDO NIVEL DISPOSICIÓN DE EQUIPOS.

**IM-04:** PLANO DE DETALLE.

**IM-05:** DETALLE CUARTO DE CALENTADORES Y TUBERÍAS.