



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Físicas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos**

**Diseño de aire acondicionado y ventilación para  
ambientes de hospitalización en una Clínica tipo II-E  
de tuberculosis ubicada en el distrito de Carabayllo,  
Lima - Perú**

**INFORME PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

**AUTOR**

**Carlos Isaias PORRAS MARTÍNEZ**

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Porras, C. (2023). *Diseño de aire acondicionado y ventilación para ambientes de hospitalización en una Clínica tipo II-E de tuberculosis ubicada en el distrito de Carabayllo, Lima - Perú*. [Informe profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Carlos Isaias Porras Martínez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47799695
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0007-3102-2375">https://orcid.org/0009-0007-3102-2375</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Wilson Emilio Alvarado Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07692785
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Eliseo Paez Apolinario
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	04998355
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Henry Manuel Pala Reyes
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	15860791
<b>Datos de investigación</b>	

Línea de investigación	A.2.5.1. Energética
Grupo de investigación	
Agencia de financiamiento	PROPIA
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: CLINICA ESPECIALIZADA TIPO II-E País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Carabaylo Latitud: -11.794993 Longitud: -76.9892923
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica <a href="https://purl.org/perepo/ocde/ford#2.03.01">https://purl.org/perepo/ocde/ford#2.03.01</a>



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL DEL INFORME PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS, MODALIDAD DE  
TITULACIÓN M-4 - POR EXPERIENCIA PROFESIONAL**

Siendo las 14:00 horas del día jueves 16 de noviembre de 2023, en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ciencias Físicas, bajo la presidencia del MSC. ING. WILSON EMILIO ALVARADO TORRES y con la asistencia de los miembros MG. ING. ELISEO PAEZ APOLINARIO y el MG. ING. HENRY MANUEL PALA REYES se dio inicio a la Sesión Pública Presencial de Sustentación del Informe Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la Modalidad de Titulación M-4 Por Experiencia Profesional, del Bachiller:

**CARLOS ISAIAS PORRAS MARTÍNEZ**

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller CARLOS ISAIAS PORRAS MARTÍNEZ, a realizar la Exposición del Informe Profesional titulado "DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN PARA AMBIENTES DE HOSPITALIZACIÓN EN UNA CLÍNICA TIPO II -E DE TUBERCULOSIS UBICADA EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA - PERÚ".

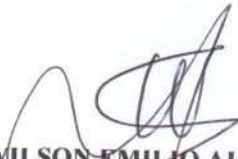
Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

QUINCE 15

El Presidente del Jurado MSC. ING. WILSON EMILIO ALVARADO TORRES, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller CARLOS ISAIAS PORRAS MARTÍNEZ Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 15:46 horas del mismo día, se levantó la sesión.

  
MSC. ING. WILSON EMILIO ALVARADO TORRES  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
MG. ING. ELISEO PAEZ APOLINARIO  
MIEMBRO DEL JURADO

  
MG. ING. HENRY MANUEL PALA REYES  
MIEMBRO DEL JURADO



### CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Douglas Donal Sarango Julca en mi condición de Director, revisor del Informe Profesional, titulado “DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN PARA AMBIENTES DE HOSPITALIZACIÓN EN UNA CLÍNICA TIPO II – E DE TUBERCULOSIS UBICADA EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA - PERÚ”, presentado por el Bachiller Carlos Isaias Porras Martínez, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos para ser publicado en el Repositorio Cybertesis UNMSM.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, evaluación y análisis mediante el software para la detección de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 10% de similitud, nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.



Firmado digitalmente por SARANGO  
JULCA Douglas Donal FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 01.12.2023 05:48:14 -05:00

Firma del Director/Editor/revisor

DNI: 07136313

Nombres y apellidos del Revisor:

DR. DOUGLAS DONAL SARANGO JULCA





## **DEDICATORIA**

Quiero agradecer a mis padres y novia por ser un apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de esta monografía y en mi formación Académica.

A los catedráticos de la escuela Profesional Ingeniería Mecánica de Fluidos de la Universidad Nacional mayor de San Marcos. Por su apoyo académico y moral, el cual sigue formando futuros profesionales mecánicos de fluidos.

A mis compañeros por compartir y darme soporte a lo largo de la formación académica, laboral y personal.





## Contenido

INTRODUCCIÓN. – .....	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 IMPORTANCIA DEL TEMA .....	9
1.2 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA .....	11
1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO. ....	12
1.3.1 OBJETIVO GENERAL. ....	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS. ....	12
1.4 PROPUESTA A SOLUCION.....	13
II. MARCO TEORICO.....	13
2.1 BASES TEORICAS FUNDAMENTALES: .....	13
2.1.1 CALOR:.....	13
2.1.2 TEMPERATURA: .....	13
2.1.3 PSICROMETRIA: .....	14
2.1.4 Aire Atmosférico: .....	14
2.2 CARTA PSICROMETRICA: .....	14
2.3 PROPIEDADES DEL AIRE:.....	15
2.3.1 TEMPERATURA DEL BULBO SECO (TBS) .....	15
2.3.2 TEMPERATURA DEL BULBO HÚMEDO (TBH) .....	15
2.3.3 TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (PR).....	16
2.3.4 HUMEDAD ESPECÍFICA (W).....	16
2.3.5 HUMEDAD RELATIVA (HR) .....	17
2.3.6 VOLUMEN ESPECÍFICO (V).....	17
2.3.7 ENTALPIA (h) .....	18
2.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE AIRE ACONDICIONADO .....	18
2.4.1 CLIMATIZACIÓN .....	18
2.5 CICLO BÁSICO DE REFRIGERACIÓN .....	19
2.6 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	20
2.6.1 Válvula de expansión .....	20
2.6.2 Evaporador.....	20
2.6.3 Compresor.....	21
2.6.4 Condensador .....	21
2.7 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA .....	21
2.8 CARGAS TERMICAS EXTERNAS.....	22
2.8.1 CARGAS TERMICAS A TRAVÉS DE PAREDES, TECHOS EXTERIORES Y VIDRIOS	22



2.8.2 CARGA TERMICA TRANSFERIDA POR DIVISIONES INTERNAS. ....	23
2.8.2 CARGA TÉRMICA POR RADIACIÓN A TRAVÉS DE VIDRIOS.....	23
2.9 CARGAS TERMICAS INTERNAS.....	24
2.9.1 CARGAS TERMICAS GENERADAS POR ILUMINACION .....	24
2.9.2 CARGAS TERMICAS GENERADAS POR EQUIPAMIENTO .....	24
2.9.3 CARGA TÉRMICA GENERADA POR PERSONAS .....	25
2.9.4 CARGA TÉRMICA GENERADA POR INFILTRACIÓN .....	25
2.10 CAUDAL DE FUGA.....	26
III. CALCULOS PARA EL DISEÑO.....	27
3.1 INTRODUCCION .....	27
3.2 PARAMETROS DE DISEÑO:.....	27
3.3 CALCULO DEL CAUDAL DE FUGA: .....	28
3.4 CALCULO DE CARGA TÉRMICA.....	29
3.4.1 CARGA TÉRMICA GENERADA A TRAVÉS DE PAREDES EXTERIORES .....	31
3.4.2 CARGA TÉRMICA A TRAVÉS DEL TECHO.....	31
3.4.3 CARGA TÉRMICA GENERADA POR CONDUCCIÓN DE VIDRIOS EXTERNOS UTILIZANDO LA ECUACIÓN .....	32
3.4.4 CARGA TÉRMICA GENERADA POR PAREDES INTERNAS.....	33
3.4.5 CARGA TÉRMICA GENERADO A TRAVÉS DE LA RADIACIÓN DE LOS VIDRIOS .....	33
3.4.6 CARGA INTERNA POR PERSONA.....	35
3.4.7 CARGA TÉRMICA GENERADA A TRAVÉS DEL EQUIPAMIENTO.....	36
3.4.8 CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN .....	36
PARA LA CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN DE VENTANAS .....	37
3.4.9 RESUMEN DE CARGA TÉRMICA TOTAL.....	38
3.5 CÁLCULO DE CAUDAL DE RENOVACIÓN DE AIRE .....	39
3.6 CALCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN.....	39
3.7 DISTRIBUCION DEL AIRE .....	41
3.7.1 DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS.....	41
3.7.2 DIMENSIONAMIENTO DE DIFUSORES Y REJILLAS.....	44
3.8 DIBUJOS Y ESQUEMAS DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y EXTRACCIÓN DE AIRE PARA LOS CUARTOS DE HOSPITALIZACIÓN (AMBIENTES AERO-INFECIOSOS).....	47
3.9 CÁLCULO DE CAÍDA PRESIÓN DEL SISTEMA.....	48
3.9.1 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN EN DUCTOS .....	48
3.9.2. CAIDA DE PRESION EN FILTROS.....	52
IV. RESULTADOS .....	56
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57



VII. BIBLIOGRAFIA .....	58
VIII. ANEXOS .....	59

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Parámetros de diseño – Áreas de Hospitales. Ventilación en instalaciones de salud. ....	10
<b>Tabla 2</b> Composición de gases del aire atmosférico. ....	14
<b>Tabla 3</b> Velocidades mínimas y máximas recomendadas para sistemas de aire acondicionado .....	43
<b>Tabla 4</b> <i>Velocidad de salida recomendada para rejillas de inyección y retorno de acuerdo al tipo de instalación.</i> ....	45
<b>Tabla 5</b> Corrección de CLTD según latitud y mes aplicados para paredes y techos (ASHRAE, 1987) .....	59
<b>Tabla 6</b> CLTD para calcular cargas de enfriamiento para Techos, (ASHRAE, 1987).....	60
<b>Tabla 7</b> CLTD para calcular cargas de enfriamiento para paredes externas, (ASHRAE, 1987) .....	61
<b>Tabla 8</b> Descripción de grupo de paredes según su tipo de construcción (ASHRAE, 1987) .....	62
<b>Tabla 9</b> CLTD por conducción a través de ventanas. (ASHRAE, 1987).....	63
<b>Tabla 10</b> Coeficientes de transmisión de calor para ventanas (ASHRAE, 1987) .....	64
<b>Tabla 11</b> Factor de ganancia Solar Máximo btu/hr.ft <sup>2</sup> para ventanas externas. (ASHRAE,1987) .....	65
<b>Tabla 12</b> Factor de enfriamiento para vidrios sin sombra interior. (ASHRAE 1987).....	66
<b>Tabla 13</b> Valor promedio de factor de balastra para luces fluorescentes. (ASHRAE 1987) .....	67
<b>Tabla 14</b> Ganancias de calor para ocupantes dentro de un ambiente. (ASHRAE 1987).....	68
<b>Tabla 15</b> Factor de enfriamiento del calor sensible para personas. (ASHRAE 1987) .....	68

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b> Flujo de aire en ambientes de hospitalización para una clínica especializada .....	12
<b>Gráfico 2</b> Líneas que representan la temperatura del bulbo seco (TBS).....	15
<b>Gráfico 3</b> Líneas que representan la temperatura del bulbo húmedo (TBH) .....	15
<b>Gráfico 4</b> Líneas que representan la temperatura del punto de rocío (PR) .....	16
<b>Gráfico 5</b> Líneas que representan la humedad específica (W).....	16
<b>Gráfico 6</b> Líneas que representan la humedad relativa (HR).....	17
<b>Gráfico 7</b> Líneas que representan el volumen específico (V) .....	17
<b>Gráfico 8</b> Líneas que representan la entalpía (V) .....	18
<b>Gráfico 9</b> Sistema de refrigeración por compresión .....	20
<b>Gráfico 10</b> Flujo de aire ambiente aero infeccioso. ....	26
<b>Gráfico 11</b> Cuartos hospitalización aislada .....	28
<b>Gráfico 12</b> Balance de caudales en cuarto de hospitalización 4. ....	40
<b>Gráfico 13</b> Cuadro para ductos circulares (espesor = 0,09 mm).....	42
<b>Gráfico 14</b> Vista de planta cuartos de hospitalización.....	47
<b>Gráfico 15</b> Vista de azotea (UMA y Extractor de aire) .....	47
<b>Gráfico 16</b> Diagrama Isométrico de distribución de ductos. ....	48
<b>Gráfico 17</b> Coeficientes de perdidas en codos.....	50
<b>Gráfico 18</b> Ruta crítica de los sistemas de extracción e inyección (planta). ....	50
<b>Gráfico 19</b> Ruta crítica de los sistemas de extracción e inyección (azotea).....	51



## Índice de ecuaciones

Carga térmica a través de vidrios paredes y techos (1) .....	22
Diferencias de valores de temperatura corregido (2).....	22
Carga térmica a través de divisiones interiores (3).....	23
Carga térmica a través de vidrios (4) .....	23
Carga térmica generada por iluminación (5).....	24
Calor sensible generada por personas (6).....	25
Calor latente generada por personas (7) .....	25
Calor sensible generada por infiltración de aire (8).....	25
Calor sensible generada por infiltración de aire (9).....	25
Caudal de fuga (10).....	26



## PRÓLOGO

Este trabajo fue realizado con el objetivo de concientizar la importancia que tiene un sistema de acondicionamiento y ventilación del aire específicamente en el sector de la salud ya que conlleva una gran responsabilidad en el cuidado del personal médico y los pacientes.

La presente monografía presenta los requerimientos necesarios para el diseño de cuarto de hospitalización, donde se calculan la carga térmica, se dimensionan los ductos y se realizan los planos correspondientes de instalaciones mecánicas para estos ambientes.

El presente trabajo monográfico es producto tanto de experiencia laboral como la práctica que ha adquirido autor en el diseño e implementación de sistemas de HVAC y un compendio de material bibliográfico, así como también de normativas nacionales e internacionales.



# **Diseño de Aire Acondicionado y Ventilación para ambientes de hospitalización en una Clínica tipo II-E de tuberculosis ubicada en el distrito de Carabaylo, Lima - Perú**

## **INTRODUCCIÓN. –**

A lo largo de los años Lima se ha visto en un crecimiento demográfico muy alto, siendo este el principal motivo del mayor contagio de las enfermedades transmitidas por el aire tales como: La gripe normal, la influenza, la tuberculosis o la que sin precedente nos golpeó estos últimos años la Covid-19. Esta última nos hizo preguntarnos si estamos preparados para combatir este tipo de enfermedades.

Actualmente en el Perú, el ministerio de Salud (MINSA) y los Gobiernos Regionales (GORE) cuentan con 10 Institutos Especializados para combatir este tipo de enfermedades, dentro de estos recintos se encuentran los ambientes de hospitalización destinados para brindar cuidados al paciente y atención clínica durante su etapa de recuperación.

Según la Organización Mundial de la Salud con sus siglas OMS, se observó que en el año 2019 se enfermaron de Tuberculosis alrededor de 10 millones de personas alrededor del mundo y en la región de las Américas alrededor de 2,860,000 personas y en el Perú se encuentran el 14% de los casos de la región.

El presente Informe detalla la manera correcta de diseñar los ambientes destinados para hospitalización para este tipo de enfermedades siendo más precios para este caso la tuberculosis.



## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 IMPORTANCIA DEL TEMA

En la actualidad se han construido centros de salud a lo largo de todo el Perú debido a la coyuntura mundial y a la realidad de nuestro país, el cual presentaba un déficit en dicho sector.

Los Centros de Salud se clasifican según el nivel de complejidad que ellos representan, estos niveles van a responder a las necesidades de salud de las personas a quienes se atenderá.

Según las Normas técnica de salud N°113 – 110 y 119:

#### 1) NTS N° 113-MINSA/DGIEM-V.01

RM N° 045-2015/MINSA, 27 enero 2015



<b>PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN</b>		Categoría I – 1
		Categoría I – 2
		Categoría I – 3
		Categoría I – 4

#### 2) NTS N° 110-MINSA/DGIEM-V.01

RM N° 660-2014/MINSA, 01 setiembre 2014



<b>SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN</b>	Establecimientos de salud de Atención General	Categoría II – 1
	Establecimientos de Salud de Atención Especializada	Categoría II – 2
		Categoría II – E

#### 3) NTS N° 119-MINSA/DGIEM-V.01

RM N° 862-2015/MINSA, 29 diciembre 2015



<b>TERCER NIVEL DE ATENCIÓN</b>	Establecimiento de salud de Atención General	Categoría III – 1
	Establecimiento de salud de Atención Especializada	Categoría III-E
		Categoría III-2

Para esta monografía nos enfocaremos en los centros de salud con categoría II-E el cual corresponde a centros especializados, específicamente a los ambientes de hospitalización.

En estos ambientes hay un constante contacto entre los pacientes y el personal del sector salud encargado del cuidado de los enfermos en su recuperación.



**Tabla 1**

*Parámetros de diseño – Áreas de Hospitales. Ventilación en instalaciones de salud.*

ANEXO A SHRAE/ASHRAE Standard 170-2017

Table 7.1 Design Parameters—Hospital Spaces

Function of Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	Design Relative Humidity (k), %	Design Temperature (l), °F/°C
<b>SURGERY AND CRITICAL CARE</b>							
Critical and intensive care	NR	2	6	NR	No	30–60	70–75/21–24
Delivery room (Caesarean) (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Emergency department decontamination	Negative	2	12	Yes	No	NR	NR
Emergency department exam/treatment room (p)	NR	2	6	NR	NR	Max 60	70–75/21–24
Emergency department public waiting area	Negative	2	12	Yes (q)	NR	Max 65	70–75/21–24
Intermediate care (s)	NR	2	6	NR	NR	Max 60	70–75/21–24
Laser eye room	Positive	3	15	NR	No	20–60	70–75/21–24
Medical/analgesia gas storage (r)	Negative	NR	8	Yes	NR	NR	NR
Newborn intensive care	Positive	2	6	NR	No	30–60	72–78/22–26
Operating room (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Operating/surgical cystoscopic rooms (m), (o)	Positive	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Procedure room (o), (d)	Positive	3	15	NR	No	20–60	70–75/21–24
Radiology waiting rooms	Negative	2	12	Yes (q), (w)	NR	Max 60	70–75/21–24
Recovery room	NR	2	6	NR	No	20–60	70–75/21–24
Substerile service area	NR	2	6	NR	No	NR	NR
Trauma room (crisis or shock) (c)	Positive	3	15	NR	No	20–60	70–75/21–24
Treatment room (p)	NR	2	6	NR	NR	20–60	70–75/21–24
Triage	Negative	2	12	Yes (q)	NR	Max 60	70–75/21–24
Wound intensive care (burn unit)	NR	2	6	NR	No	40–60	70–75/21–24
<b>INPATIENT NURSING</b>							
All anteroom (u)	(e)	NR	10	Yes	No	NR	NR
All room (u)	Negative	2	12	Yes	No	Max 60	70–75/21–24
Combination All/PE anteroom	(e)	NR	10	Yes	No	NR	NR
Combination All/PE room	Positive	2	12	Yes	No	Max 60	70–75/21–24

Note: NR = no requirement.

**Nota.** Fuente: (Ashrae Estándar 170-2017)

Según la tabla 1.1 se debe considerar una renovación del aire del ambiente, así como una presión con respecto a áreas adyacentes y una temperatura de confort, de no ser así se aumenta el riesgo de un contagio entre paciente y los trabajadores de la salud que compartirían los ambientes antes mencionados.

El objetivo principal de esta monografía es brindar pasos generales y específicos, así como también los criterios normativos, los cuales son obligatorios para los diferentes proyectos del sector salud tanto de acondicionamiento de aire como de ventilación. Siendo este caso en específico los ambientes de hospitalización para una clínica especializada. (Ambientes de tipo AII).





## 1.2 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

En un ambiente del sector se deben controlar ciertos parámetros para obtener un óptimo acondicionamiento, tales como: control tanto de temperatura como humedad, distribución del aire (transporte), la calidad de este y controlar el nivel de ruido generado.

El cuerpo humano se relaciona de manera directa con tres de estos cinco parámetros, sobre todo si la persona está afectada por alguna enfermedad, de manera específica hospitalizado. Por lo cual este ambiente debe cumplir dichas condiciones ambientales con el objetivo de una próxima recuperación del paciente.

Para controlar la calidad de aire, siendo un parámetro fundamental ya sea el inyectado como el expulsado, según sea requerido se deberá instalar filtros de diferentes niveles de eficiencia.

De manera adicional para controlar el transporte y flujo de aire se deberá generar y mantener presiones positivas y negativas en un ambiente con respecto a espacios contiguos a ellos.

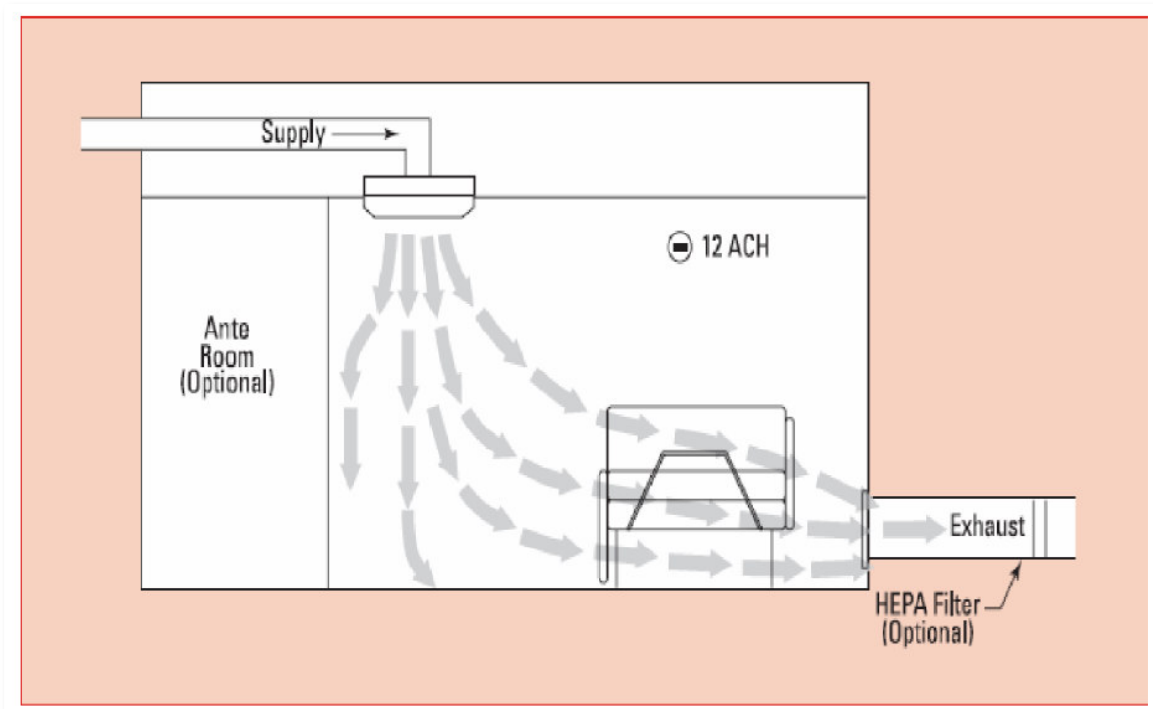
Un caso donde se puede explicar esta necesidad se da en ambientes contaminados, los cuales necesitan mantener una presión negativa con respecto a los espacios adyacentes, la cual se logra al extraer una mayor cantidad de aire que el inyectado y así prevenir que el aire se escape del ambiente. Situación contraria ocurre en las salas de operaciones donde se necesita mantener una presión positiva, lo que quiere de una presión positiva y así evitar que el aire exterior ingrese a este ambiente.

Cabe mencionar que para ambientes hospitalarios la ubicación idónea para la inyección de aire se realice en las partes altas cerca a las puertas de ingreso y la extracción en las partes bajas cerca a la cama de los pacientes, esta distribución tiene como objetivo generar un flujo de aire limpio.



## Gráfico 1

*Flujo de aire en ambientes de hospitalización para una clínica especializada*



### 1.3 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO.

#### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un sistema de climatización y ventilación para los cuartos de hospitalización de la Clínica Especializada IIA – Tuberculosis ubicada en el distrito de Carabayllo, cumpliendo lo estipulado en la normativa peruana y siguiendo recomendación de Estándares Internacionales.

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Cálculo de carga térmica y caudal de aire necesario para equipo de aire acondicionado.
- Cálculo del caudal de fuga del ambiente para generar la presión negativa.
- Cálculo de caída de presión del sistema y dimensionamiento de red de ductos.



## 1.4 PROPUESTA A SOLUCION

Para brindar una solución frente a esta necesidad se debe efectuar un correcto diseño para estos ambientes. Para ello la primera parte es realizar un cálculo de cargas térmicas, refiriéndose a este término a todo aquello que puede modificar la temperatura del ambiente. Este cálculo se realizará en los meses de verano ya que durante en estos meses se encuentran los picos de temperatura en el exterior.

Después se calculará el caudal de aire el cual se debe renovar dentro de este ambiente, así como el caudal de fuga, el cual, es el caudal que se perderá por las infiltraciones debido a las aberturas del ambiente (puertas, ventanas, etc.).

Finalmente se seleccionará el equipo de acondicionamiento necesario para este ambiente el cual debe ser una unidad manejadora de aire cuenta con un sistema de filtros, la cual para este será por etapas, esto en miras de cumplir lo estipulado tanto en la normativa peruana como lo recomendado por normas internacionales, esta suministrara el aire mediante una red de ductería la cual distribuirá el aire de acuerdo a las necesidades de los ambientes para luego colocar rejillas de inyección y extracción que produzcan un nivel de ruido permisible para los ambientes de hospitalización.

## II.MARCO TEORICO

### 2.1 BASES TEORICAS FUNDAMENTALES:

#### 2.1.1 CALOR:

Energía transmitida de un cuerpo a otro causada por un diferencial en las temperaturas. (Edward G.Pita 2005).

#### 2.1.2 TEMPERATURA:

Medida del nivel térmico de las moléculas y demás partículas de un cuerpo (Edward G.Pita 2005).



### 2.1.3 PSICROMETRIA:

Ciencia que estudia las propiedades termodinámicas y métodos para controlar las características térmicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano.

Para el estudio de la Psicometría se debe tener conocimiento de los siguientes términos:

### 2.1.4 Aire Atmosférico:

Este aire está compuesto tanto de gases seco como vapor de agua, también llamado aire Húmedo. Los gases contienen aproximadamente:

**Tabla 2**

*Composición de gases del aire atmosférico.*

Nombre	Símbolo Químico	AIRE SECO	
		% en Peso	% en Volumen
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	75.47	78.03
Oxígeno	O <sub>2</sub>	23.19	20.99
Bióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.04	0.03
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	0.00	0.01
Gases raros	----	1.30	0.94

La cantidad del vapor de agua es escasa por lo que se mide en granos o libras (1 libra contiene 7,000 gramos).

### 2.2 CARTA PSICROMETRICA:

Esta carta contiene representaciones gráficas de las características del aire atmosférico, la cual se entiende de manera muy sencilla a pesar de exponer gran cantidad de información.



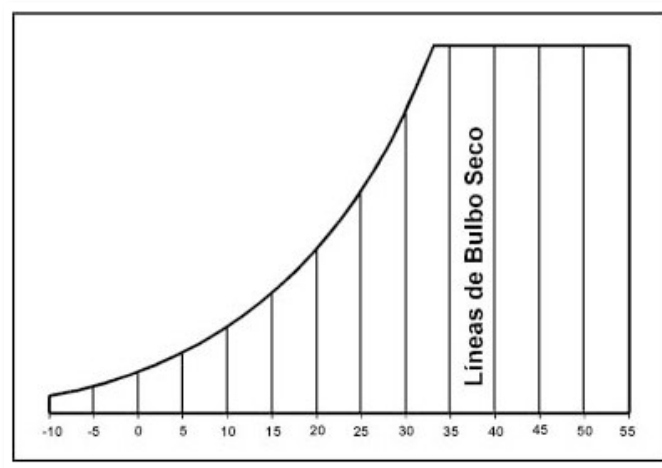
## 2.3 PROPIEDADES DEL AIRE:

### 2.3.1 TEMPERATURA DEL BULBO SECO (TBS)

Es la medida de calor sensible del aire mediante un termómetro convencional el cual se expresa en °C o °F.

#### **Gráfico 2**

*Representación lineal de la temperatura del bulbo seco (TBS)*

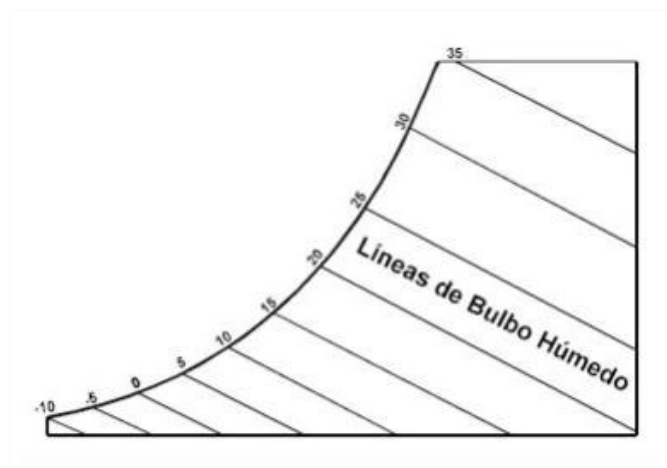


### 2.3.2 TEMPERATURA DEL BULBO HÚMEDO (TBH)

Es la medida de calor mediante un termómetro cuyo bulbo se encuentra envuelto mediante una tela húmeda.

#### **Gráfico 3**

*Representación lineal de la temperatura del bulbo húmedo (TBH)*



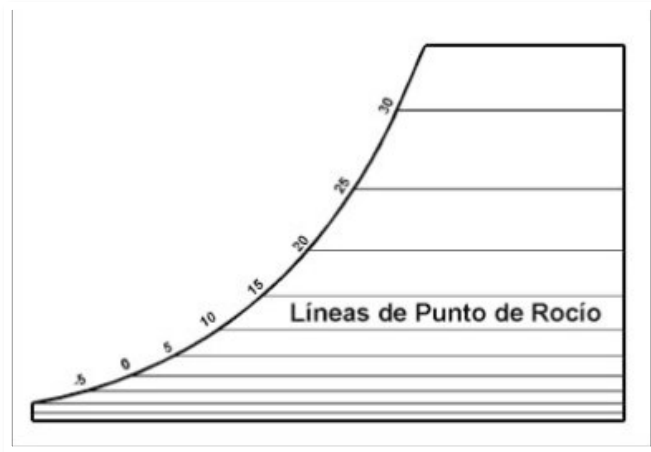


### 2.3.3 TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (PR)

Es la medida de calor donde se condensa el vapor de agua en el aire si se enfría el aire a presión constante.

#### Gráfico 4

*Representación lineal de la temperatura del punto de rocío (PR)*

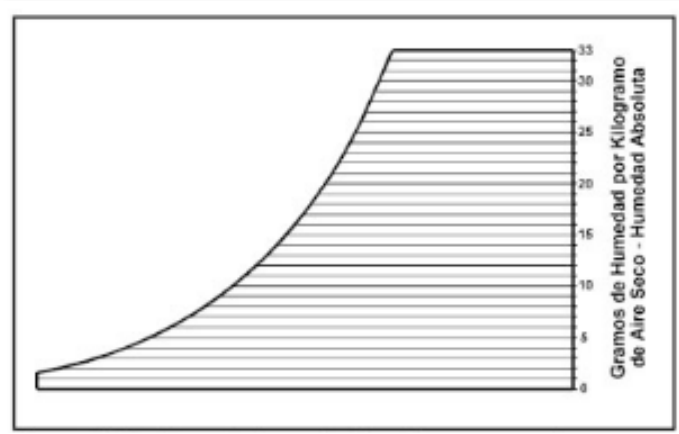


### 2.3.4 HUMEDAD ESPECÍFICA (W)

Se expresa en libras sobre libras de aire seco o en granos de agua por libra de aire seco y lo que se medirá será el peso del vapor de agua por libra de aire seco en suspensión.

#### Gráfico 5

*Líneas que representan la humedad específica (W)*



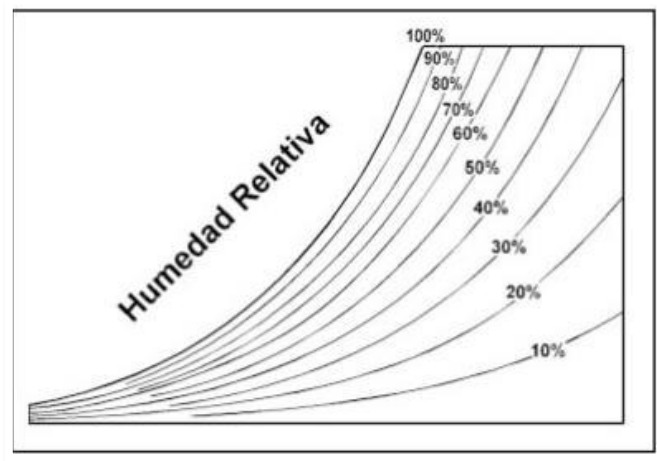


### 2.3.5 HUMEDAD RELATIVA (HR)

Es la relación que existe entre la presión del vapor de agua en el aire con la presión de vapor de agua de aire en saturación a la misma temperatura. (Edward G.Pita 2005).

#### Gráfico 6

*Representación lineal de la humedad relativa (HR)*

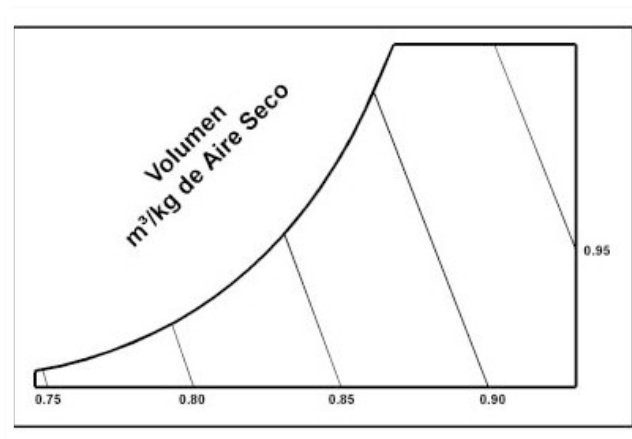


### 2.3.6 VOLUMEN ESPECÍFICO (V)

Es la relación entre el volumen de aire y el peso de aire seco en condiciones específicas de temperatura y presión.

#### Gráfico 7

*Representación lineal del volumen específico (V)*



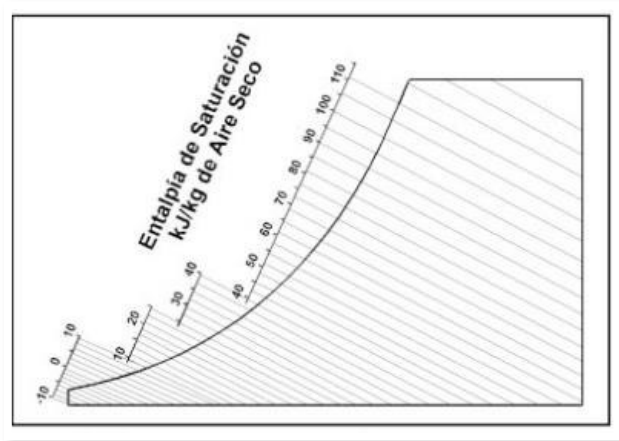


### 2.3.7 ENTALPIA (h)

Es la cantidad de calor de aire por peso. La entalpia del aire se halla mediante la suma de la entalpia del vapor de agua contenido en la mezcla, más la entalpia del aire seco.

#### Gráfico 8

*Líneas que representan la entalpía (V)*



## 2.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE AIRE ACONDICIONADO

### 2.4.1 CLIMATIZACIÓN

La climatización es el proceso de tratamiento del aire que de ser necesario será efectuado en cualquier época del año, controlando en los espacios interiores de la temperatura, la humedad, la pureza y movimiento del aire para crear condiciones adecuadas para el confort térmico para el usuario del usuario y/o lograr condiciones especiales dentro de un ambiente. (Edward G. Pita 2005).

Cada uno de los ítems se controlan de la siguiente manera:

- Temperatura: se controla calentando o enfriando el aire.
- Humedad: se controla añadiendo o quitando vapor de agua. (humidificación o deshumidificación)





- Pureza: se controla mediante las etapas de filtrado. Lo que elimina contaminantes no deseados.
- Movimiento del aire: Será controlado por el equipo apropiado para la distribución de aire. Se refiere a su velocidad y a los lugares a donde se distribuye.

## 2.5 CICLO BÁSICO DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración es el proceso termodinámico el cual consiste en variar la cantidad de calor en un cuerpo o un ambiente. Los fluidos utilizados para este proceso se llaman refrigerantes.

El sistema de refrigeración por compresión, el cual es usado por los sistemas de aire acondicionado y en particular este caso.

El sistema consiste principalmente en cuatro elementos los cuales nos permitirán conseguir un ciclo termodinámico cerrado.

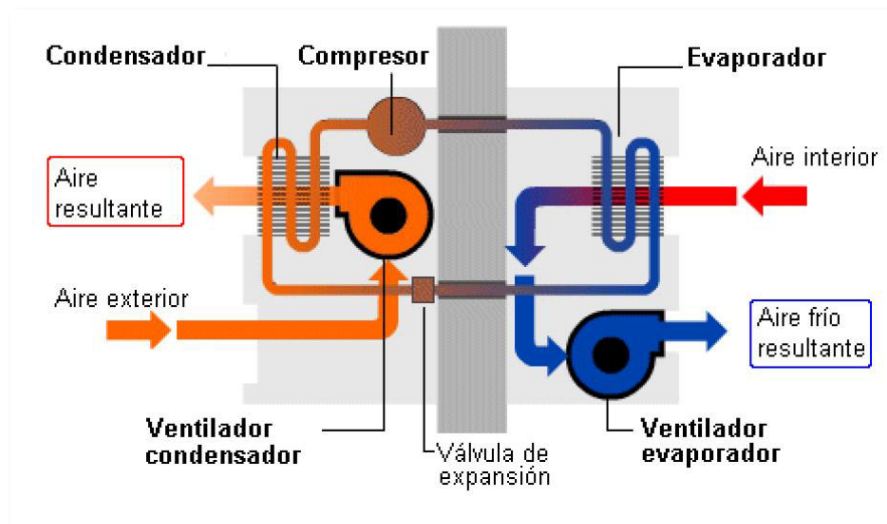
Sintetizando el recorrido del refrigerante con respecto a un sistema de refrigeración:

El compresor aspira al refrigerante. En ese momento, los gases se comprimen a alta presión mediante una energía mecánica y luego pasa a la cámara de descarga. El gas comprimido va al condensador donde se enfría al perder calor por el medio que lo rodea, usualmente aire, pasando así a estado líquido ya que llega a una temperatura de condensación, esta temperatura depende de las características del gas refrigerante utilizado en el sistema y la presión que se encuentre este. El siguiente lugar donde se dirige el gas refrigerante, el cual se encuentra en estado líquido, es a la válvula de expansión. Esta válvula genera una pérdida de presión del gas refrigerante ya que esta lo hace pasar a través de un orificio muy pequeño para luego entrar al evaporador. Al interior del evaporador



el gas refrigerante cambia a estado gaseoso obligado por calor absorbido del medio circulante. Esto es debido a las características del gas refrigerante, se evapora a una baja temperatura. Por último, el gas se dirige al compresor donde es aspirado de nuevo repitiendo el ciclo de refrigeración.

**Gráfico 9**  
*Sistema de refrigeración por compresión*



## 2.6 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

### 2.6.1 Válvula de expansión

Dispositivo diseñado para controlar y dosificar la cantidad del refrigerante en la línea de líquido al evaporador, en miras de disminuir su presión.

### 2.6.2 Evaporador

El enfriamiento deseado dependerá de la forma y modelo del serpentín, el refrigerante que circula por su interior, el cual se encuentra en estado líquido se convierte en gas mediante la absorción de calor del medio.



### 2.6.3 Compresor

Como su nombre lo menciona el compresor tiene como objetivo comprimir el gas refrigerante generando un aumento en su temperatura y presión.

La construcción del compresor dependerá del refrigerante el cual se usará en el ciclo de refrigeración.

### 2.6.4 Condensador

Transforma el refrigerante en estado gaseoso de alta presión a estado líquido a la misma presión, este proceso se realiza mediante un serpentín el cual estará en contacto con el aire del medio ambiente.

## 2.7 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Los cálculos de carga térmica son necesarios para realizar un correcto diseño de climatización para cualquier ambiente. La carga térmica es el fenómeno que modifica la temperatura y humedad de un ambiente.

Para hallar la carga térmica de un sistema de refrigeración, se tiene que realizar un balance térmico es decir una sumatoria de todas las entradas y salidas de energía térmica los valores son calculados individualmente para finalmente ser sumados y así obtener la carga térmica final. Estas cargas pueden ser cargas térmicas externas, las cuales como su nombre lo dice son causados por efectos externos de la misma y cargas internas las cuales son generadas dentro del ambiente: Luminarias, equipamiento y personas.

A continuación, se describen cada una de las cargas antes mencionadas:



## 2.8 CARGAS TERMICAS EXTERNAS

### 2.8.1 CARGAS TERMICAS A TRAVÉS DE PAREDES, TECHOS EXTERIORES Y VIDRIOS

La ecuación para el cálculo de las ganancias de calor por conducción a través de techos, paredes y vidrios que dan al exterior es:

$$Q = UxAxCLTD \text{ corregido} \quad (1)$$

Donde:

Q = Cantidad de calor (Btu/hr)

A = Área expuesta (pie<sup>2</sup>)

U= Valor del coeficiente general de transferencia de calor (BTU/pie °F hr)

*CLTD corregido* = diferencia de temperaturas para las cargas de enfriamiento (°F)

Este valor pasa por un proceso de corrección dependiendo de los parámetros de diseño y características de las superficies, el proceso se detalla a continuación:

La corrección se realiza mediante la siguiente formula:

$$CLTD \text{ correg} = [(CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_o - 85) \times f] \quad (2)$$

*CLTD correg* = *CLTD corregido*, °F.

*CLTD* = Ver valores de temperatura en la tabla 25 o 26, °F

*LM* = corrección por latitud referente al mes y color.

*K* = corrección debido al color y la zona (1.0; 0.5 ó 0.65).

*T<sub>R</sub>* = temperatura del ambiente °F

*T<sub>o</sub>* = Promedio de temperatura exterior del diseño °F

*f* = factor de corrección para la ventilación de cielo raso, normalmente se usa *f* = 1.0



Los valores de corrección CLTD, LM son obtenidos mediante tablas las cuales son brindadas por el “Manual de diseño de ventilación y aire acondicionado para Hospitales y Clínicas – ASHRAE”.

### 2.8.2 CARGA TERMICA TRANSFERIDA POR DIVISIONES INTERNAS.

Estas cargas se refieren a las generadas por la transmisión de calor entre los espacios colindantes sin acondicionar con el ambiente a diseñar. Esta carga se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Q = U \times A \times DT \quad (3)$$

Donde:

Q = calor transferido, BTU/h

U = coeficiente global de transferencia de calor BTU/h-ft<sup>2</sup>-°F

A = área del techo para paredes o vidrios, ft<sup>2</sup>

DT= resta de temperaturas entre los espacios acondicionados y sin acondicionar, °F

Se asumirá que la temperatura del espacio sin acondicionar sera de 5°F menor a la temperatura exterior en caso no se conozca. (G. Pita, 2005)

### 2.8.2 CARGA TÉRMICA POR RADIACIÓN A TRAVÉS DE VIDRIOS

Esta carga se da por la radiación solar con los vidrios que se encuentran en el exterior. Esta dada por la fórmula:

$$Q = FGCSxA \times CS \times FCE \quad (4)$$

Q = Cantidad de calor por radiación solar a través de vidrios, BTU/h



FGCS = factor de máxima ganancia de calor solar, BTU/h – ft<sup>2</sup>

A = área del vidrio, ft<sup>2</sup>

CS = coef. de sombra

FCE = factor por carga de enfriamiento del vidrio.

Los valores de FGCS, CS y FCE varían de acuerdo a parámetros geográficos y horarios en donde se presentan las máximas temperaturas.

## 2.9 CARGAS TERMICAS INTERNAS

### 2.9.1 CARGAS TERMICAS GENERADAS POR ILUMINACION

Los sistemas de iluminación al usarse consumen energía eléctrica y esta es transformado en calor, la cual es disipada al recinto.

La ecuación para calcular la ganancia de calor mediante alumbrado es:

$$Q = 3.4xWxFBxFCE \quad (5)$$

W = Capacidad eléctrica del alumbrado

FB = Factor de balastra

El Factor de balastra dependerá de la cantidad y capacidad del alumbrado dentro del ambiente.

FCE = Factor de enfriamiento de alumbrado

El Factor de enfriamiento FCE dependerá de del tiempo de operación del alumbrado y el tiempo de operación del sistema de aire acondicionado.

### 2.9.2 CARGAS TERMICAS GENERADAS POR EQUIPAMIENTO

La carga térmica generada mediante un equipamiento se obtiene directamente con la potencia del equipo, o en muchos casos con el mismo fabricante y ficha técnica del equipo. Este factor es muy importante para los ambientes hospitalarios



ya que existe equipamiento médico los cuales tienen una alta disipación de calor al momento de usarse. Por ejemplo, un Resonador Médico.

### 2.9.3 CARGA TÉRMICA GENERADA POR PERSONAS

Las ganancias de calor por parte de las personas dentro del espacio a enfriar se calcula según la actividad que se realizara en dicho lugar. Al ser el calor emitido por los ocupantes encontramos dos tipos de ganancia latente y sensible.

La carga es calculada por la siguiente fórmula:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \quad (6)$$

$$Q_l = q_l \times n \quad (7)$$

Dónde:

$Q_s, Q_l$  = cantidad ganada de calor sensible y latente

$q_s, q_l$  = cantidad ganada de calor sensible y latente por persona

$n$  = número de personas dentro del ambiente.

FCE = factor carga de enfriamiento para personas

### 2.9.4 CARGA TÉRMICA GENERADA POR INFILTRACIÓN

Debido a las fisuras que existen entre las puertas y ventanas de un ambiente hay una cantidad de aire que se filtra del exterior, este aire tiene mayor calor latente y sensible con respecto al del ambiente. Por este motivo se considera una carga de refrigeración. Las fórmulas para calcular la carga de enfriamiento sensible y latentes son:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times \Delta T \quad (8)$$

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_e - W_i) \quad (9)$$



Donde:

$Q_s, Q_l$  = Cantidad calor sensible y latente debidos a la infiltración, Btu/h.

CFM = caudal del aire de ventilación.

CT = diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior, °F.

$W_e, W_i$  = relación de humedad exterior e interior, g de agua/lb aire seco

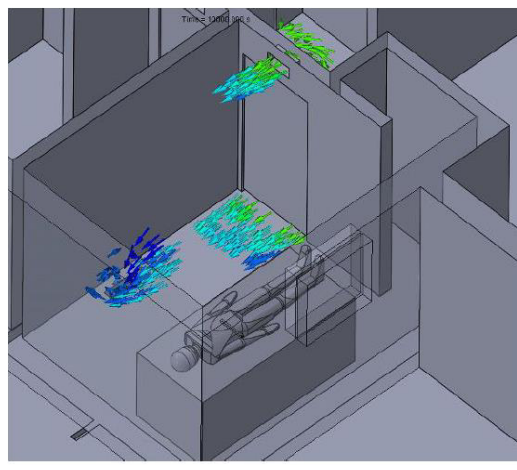
Para este proyecto al ambiente tener una presión negativa, se calcula un caudal de fuga el cual será usado para hallar esta carga térmica.

## 2.10 CAUDAL DE FUGA

Para mitigar la propagación de infecciones es a través de relaciones de presión. Según lo visto en la tabla 1.1. Los cuartos de hospitalización especial requieren una presión negativa con respecto a los ambientes colindantes. La intención de este movimiento de aire es que las partículas infecciosas se desplacen de ambientes más limpios hacia los menos limpios.

### Gráfico 10

*Flujo de aire ambiente aero infeccioso.*



Para Calcular el caudal de fuga se usará la siguiente formula:

$$Q = 840 \times A \times \sqrt{\Delta p} \quad (10)$$





Dónde:

$Q$  = Caudal de fuga (L/s)

$A$  = Área de Sección transversal de las aperturas (m<sup>2</sup>)

$\Delta p$  = Diferencial de presión debido a la apertura (Pa)

Según el Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)

para hospitales la presión diferencial para los ambientes de aislamiento Aero

infeccioso deben ser de 2.5 Pa

### III. CALCULOS PARA EL DISEÑO

#### 3.1 INTRODUCCION

Se calcularon las cargas térmicas para cada una de los ambientes de hospitalización, estos mediante el siguiente procedimiento:

#### 3.2 PARAMETROS DE DISEÑO:

Parámetros de diseño: Año 2022

MES	TBS (C°)	HR	TBH	V prom
ENERO	29.4	45.37	20.6	1.68
FEBRERO	29.2	42.93	20	1.67
MARZO	30.2	44.22	20.2	1.62

La máxima temperatura se obtuvo en el mes de marzo, el día 8 a la 1:00 pm

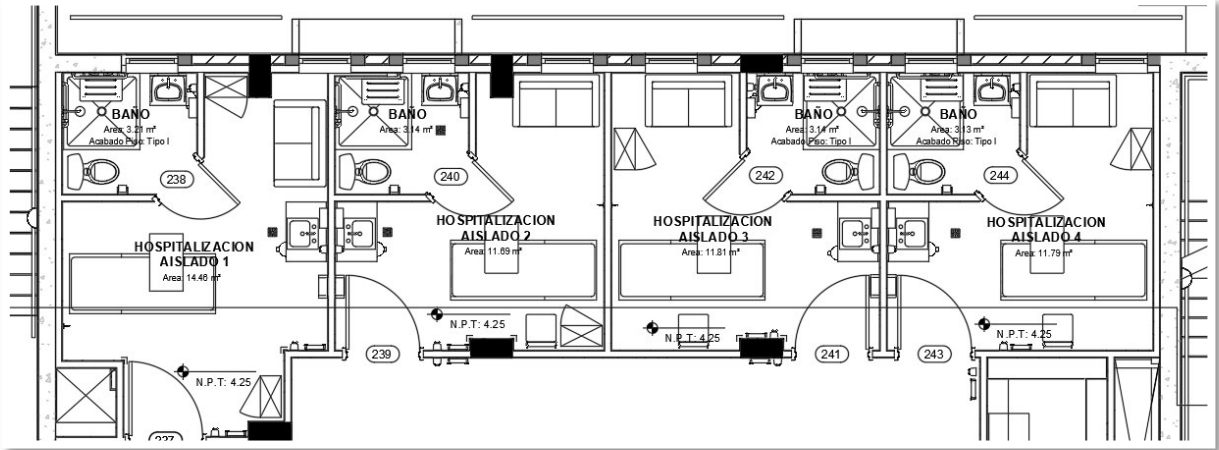
Estación Carabaylo	Distrito: Carabaylo
Latitud: 11° 54' 7.9"	Altitud: 179 m.s.n.m

Datos meteorológicos obtenidos de la web del Senahmi



Los ambientes a climatizar serán los cuartos de Hospitalización para una clínica especializada de tipo II-E, estos cuartos son considerados de alto riesgo ya que este albergara pacientes con enfermedades con alto riesgo de contagio, normalmente conocidas como enfermedades Aero – infecciosas, para este caso la enfermedad es la tuberculosis.

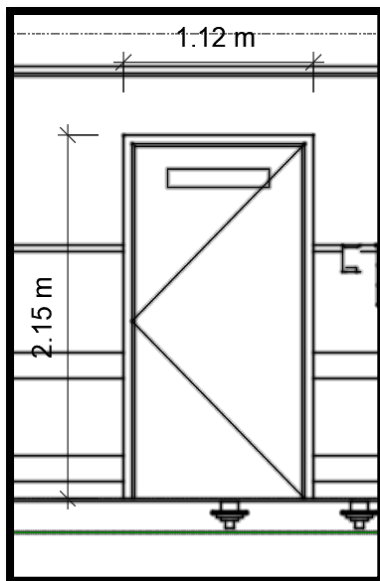
**Gráfico 11**  
Cuartos hospitalización aislada



### 3.3 CALCULO DEL CAUDAL DE FUGA:

➔ Cálculo de caudal de fuga para puertas: De la ecuación (10):

- Área de la puerta



$$A = (2(1.2 + 2.1)) \times 0.003 = 0.0198 \text{ m}^2$$

De la formula (10):

$$\Delta p = 2.5 \text{ PA}$$

Para ambientes de aislamiento Aero infeccioso

$$Q = 840 \times A \times \sqrt{\Delta p}$$

$$Q_{fp} = 840 \times 0.0198 \times \sqrt{2.5 \text{ PA}}$$

$$Q_{fp} = 26.3 \frac{L}{s} \approx 55.73 \text{ CFM}$$

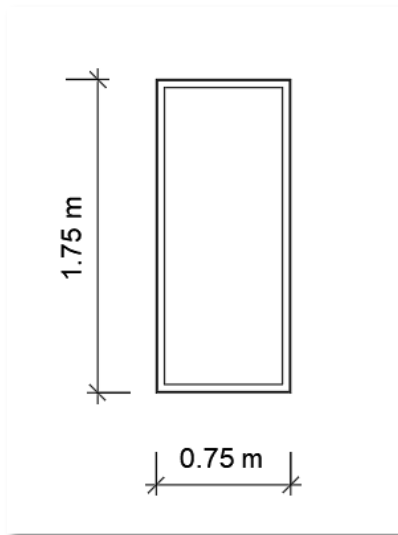


Para este ambiente se tienen dos puertas, por lo que el caudal de fuga total en puertas sería de 111.46 CFM.

→ Caudal de fuga para ventanas:

$$Q = 840 \times A \times \sqrt{\Delta p}$$

- Área de la ventana



$$Q_{Fve} = 840 \times 0.015 \times \sqrt{2.5}$$

$$Q_{Fve} = 19.92 \frac{L}{s} \approx 42.2 \text{ CFM}$$

$$Q_{Ftotal} = Q_{fp} + Q_{ve} = 153.66 \text{ CFM}$$

### 3.4 CALCULO DE CARGA TÉRMICA

Parámetros de diseño: Año 2022

MES	TBS (C°)	HR	TBH	V prom
ENERO	29.4	45.37	20.6	1.68
FEBRERO	29.2	42.93	20	1.67
MARZO	30.2	44.22	20.2	1.62

La máxima temperatura se obtuvo en el mes de marzo, el día 8 a la 1:00 pm

Estación Carabayllo	Distrito: Carabayllo
Latitud 11° 54' 7.9"	Altitud: 179 m.s.n.m



Parámetros obtenidos del Senahmi

Calculo el CLTD Corregido mediante la fórmula (2):

$$CLTD \text{ correg} = [(CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_o - 85) \times f]$$

$$T_o = 86.36 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_R = 71 \text{ }^\circ\text{F}$$

El factor de corrección para el valor “LM” depende del mes y la latitud ver **tabla 5** para este caso  $\rightarrow LM = -1$

El valor de CLDT varía según la hora y depende si es para un techo expuesto o una pared expuesta al sol.

- Para el techo de la **tabla 6**

$$CLTD = 22$$

- Para una pared de la **tabla 7**

$$CLTD = 22$$

El factor K depende del color el cual para este caso usaremos el factor  $K = 0.83$

Por lo tanto, reemplazando los valores en la ecuación:

$$CLTD \text{ correg} = [(22 - 1) \times 1 + (78 - 71) + (86.36 - 85) \times 1]$$

$$CLTD \text{ correg} = (21 + 7 + 1.36)$$

CLTD corregido para paredes y techos  $\rightarrow CLTD \text{ correg} = 29.36$



### 3.4.1 CARGA TÉRMICA GENERADA A TRAVÉS DE PAREDES EXTERIORES

- Usando la fórmula:

$$Q = U \times A \times CLTD \text{ corregido ... (1)}$$

Primero debemos determinar el área:

	Ancho(m)	Alto(m)	Área
Área de la pared	1.80	4.00	7.2 m <sup>2</sup>
Área de la ventana exterior	1.75 x 0.75		1.3125 m <sup>2</sup>

$$\text{Área de la pared} = 7.2 - 1.3125 = 5.8875 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de la pared} = 63.37 \text{ pie}^2$$

Obteniendo el factor U mediante la **tabla 8** la pared sería de tipo D:

$$U = 0.415 \frac{BTU}{hr \times \text{pie}^2 \times ^\circ F}$$

Reemplazando los datos en la fórmula:

$$Q = 0.415 \frac{BTU}{hr \times \text{pie}^2 \times ^\circ F} > 63.37 \text{ pie}^2 \times 29.36 ^\circ F$$

$$Q = 772.13 \frac{BTU}{hr}$$

### 3.4.2 CARGA TÉRMICA A TRAVÉS DEL TECHO

Usando la fórmula (n)

$$Q = U \times A \times CLTD \text{ corregido}$$

Donde el área del techo del ambiente:

$$A = 11.79 \text{ m}^2 = 126 \text{ pie}^2$$

El factor U para el techo se obtiene de la **tabla 6**:



Techo con falso cielo raso:

$$U = 0.109 \frac{BTU}{hr \times pie^2 \times ^\circ F}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$Q = U \times A \times CLTD \text{ correg.}$$

$$Q = 0.109 \times 126 \times 29.36 \text{ } ^\circ F$$

$$Q = 403.23 \frac{BTU}{hr}$$

### 3.4.3 CARGA TÉRMICA GENERADA POR CONDUCCIÓN DE VIDRIOS EXTERNOS UTILIZANDO LA ECUACIÓN

$$CLTD \text{ correg} = [CLTD + (78 - T_R) + (T_o - 85)]$$

De la **tabla 9** el valor de CLTD se obtiene según la hora de máxima temperatura CLTD = 12

$$CLTD \text{ correg} = [12 + (78 - 71) + (86.36 - 85)]$$

$$CLTD \text{ correg} = 20.36 \text{ } ^\circ F$$

De la fórmula:

$$Q_{ve} = U \times A \times CLTD$$

$$Q_{ve} = U \times 14.12 \text{ } pie^2 \times 20.36$$

El factor U se consigue mediante la **tabla 10**:

$$U = 1.04 \frac{BTU}{hr \times pie^2 \times ^\circ F}$$

$$\rightarrow Q_{ve} = 1.04 \times 14.12 \text{ } pie^2 \times 20.36$$

$$Q_{ve} = 298.98 \frac{BTU}{hr}$$



### 3.4.4 CARGA TÉRMICA GENERADA POR PAREDES INTERNAS

Según la fórmula:

$$Q = U \times A \times DT$$

Para este caso solo una pared colindará con un área sin climatizar *ver gráfico 11*.

		Ancho	Alto	
Donde	A =	4.0 m	x	4.0 = 16 m <sup>2</sup>
	A =	172.22	pie <sup>2</sup>	

El factor U se obtiene de la **tabla 8**:

$$\text{Pared de tipo E} \rightarrow U = 0.49 \frac{BTU}{(hr \times pie^2 \times ^\circ F)}$$

Además, DT se reemplaza una aproximación de 5 °F menos que la T<sub>o</sub> (Pita, 2005)

Reemplazando en la fórmula:

$$Q = 0.49 \times 172.22 \times ((86.36 - 5) - 71)$$

$$Q = 874 \frac{BTU}{hr}$$

### 3.4.5 CARGA TÉRMICA GENERADO A TRAVÉS DE LA RADIACIÓN DE LOS VIDRIOS

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

El factor FGCS se obtiene de la **tabla 11** se obtiene según la latitud y el mes

$$FGCS = 148 \frac{BTU}{(hr \times pie^2)}$$

$$\text{Área de ventana} = 14.12 \text{ pie}^2$$



Para determinar el valor el coeficiente de sombra CS, se utilizará vidrio sencillo de ½ pulgada de espesor:

$$CS = 0.88$$

Por último, para hallar el factor de carga por enfriamiento FCE este valor es obtenido mediante el tipo de construcción de la pared en este caso es del tipo medio, la hora 1:00 pm y la ubicación geográficamente de la pared NE de la **tabla 12**.

$$FCE = 0.33$$

Reemplazando en la fórmula:

$$Q = 148 \frac{BTU}{hr \times pie^2} \times 14.12 \text{ pie}^2 \times 0.88 \times 0.33$$

$$Q = 606 \frac{BTU}{hr}$$

Calculando las cargas térmicas internas

→ Carga térmica por luminarias:

De la fórmula:  $Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE$

El alumbrado de estos ambientes será de tipo LED de una carga de 40W – 60W

Para el factor de balastra depende de la capacidad del alumbrado para ello se usa la **tabla**

**13**  $FB = 1.3$

El factor FCE = 1, ya que el sistema estará encendido +16hr, al ser un ambiente donde el paciente se encontrará las 24 horas del día

$$Q = 3.4 \times 60W \times 1.3 \times 1$$

$$Q = 265.2 \frac{BTU}{hr}$$





### 3.4.6 CARGA INTERNA POR PERSONA

La carga térmica varía según la actividad que realizarán los ocupantes. Estas se darán mediante las siguientes expresiones.

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \dots (n)$$

$$Q_l = q_l \times n$$

Las personas dentro del ambiente se encontrarán en un estado de reposo por lo que la actividad física será mínima por lo tanto de la **tabla 14** se obtiene:

$$q_s = 210$$

$$q_l = 140$$

El FCE depende de la cantidad de horas que se encuentren las personas en el recinto de la **tabla 15**:

$$FCE = 0.87$$

Reemplazando en las fórmulas:

$$Q_s = 210 \times n \times 0.87$$

Para este caso el número de personas será como máximo de 3

$$Q_s = 210 \times 3 \times 0.87$$

$$Q_s = 548.1 \frac{BTU}{hr}$$



### 3.4.7 CARGA TÉRMICA GENERADA A TRAVÉS DEL EQUIPAMIENTO

En esta situación el equipamiento dentro de la sala será netamente médico.

Equipo	Potencia (W)	Calor $\frac{BTU}{hr}$
cabecera médica	350	1.190 $\frac{BTU}{hr}$

### 3.4.8 CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN

De los valores del caudal de fuga obtenidos previamente:

$$Q_f \text{ para puertas} = 55.73 \text{ CFM}$$

$$Q_f \text{ para ventanas} = 42.2 \text{ CFM}$$

Serán reemplazados en las siguientes fórmulas:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \Delta T$$

$$Q_s = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_e - W_i)$$

Los valores del  $\Delta T$  para el mes de marzo es:

$$T_{Bs \text{ ex}} = 86.36$$

$$T_{Bs \text{ int}} = 71^\circ F$$

Usando la carta psicrométrica se obtiene los valores del  $W_e$  y  $W_i$ , ya que la humedad relativa (HR) exterior es 44.22% y la humedad relativa interior es 50%

$$W_e = 12.142 \frac{g}{kg} = 5.51 \frac{gr}{lb}$$

$$W_i = 8.2331 \frac{g}{kg} = 3.73 \frac{gr}{lb}$$



## PARA LA CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN DE VENTANAS

Calor sensible:

$$Q_s = 1.1 \times 42.2 \times (86.36 - 71)$$

$$Q_s = 1.1 \times 42.2 \times 15.36$$

$$Q_s = 713.01 \frac{BTU}{hr}$$

Calor latente:

$$Q_l = 0.68 \times 42.2 \times (5.51 - 3.73)$$

$$Q_l = 0.68 \times 42.2 \times 1.78$$

$$Q_l = 51.07 \frac{BTU}{hr}$$

## PARA LAS PUERTAS

En este caso el caudal de infiltración de la puerta será climatizado por lo que la  $\Delta T$  sería igual a 0, por lo que no generaría carga térmica por infiltración.

Entonces en total se tendría:

$$Q_T = Q_s + Q_l = 713 \frac{BTU}{hr} + 51.07 \frac{BTU}{hr}$$

$$Q_T = 764.07 \frac{BTU}{hr}$$



### 3.4.9 RESUMEN DE CARGA TÉRMICA TOTAL

Cargas térmicas externas	Transferencia pared externa	$772.13 \frac{BTU}{hr}$
	Transferencia de techo	$403.23 \frac{BTU}{hr}$
	Transferencia ventana externa	$298.98 \frac{BTU}{hr}$
	Radiación de vidrios	$606 \frac{BTU}{hr}$
	Paredes internas	$874 \frac{BTU}{hr}$
Cargas térmicas internas	Por equipamiento	$1190 \frac{BTU}{hr}$
	Por luminarias	$265.2 \frac{BTU}{hr}$
	Por personas	$968.1 \frac{BTU}{hr}$
	Por infiltración	$764.07 \frac{BTU}{hr}$

Carga total de cuarto de aislados:

$$Q_T = 6141.61 \frac{BTU}{hr}$$

Aplicando la misma metodología antes descrita para los demás ambientes Aero infecciosos se tiene:

AMBIENTE A CLIMATIZAR	CARGA TERMICA (BTU/HR)
Cuarto de Hospitalización 4	6142
Cuarto de Hospitalización 3	6056
Cuarto de Hospitalización 2	6057
Cuarto de Hospitalización 1	6144



Dando un total de 24,399 btu/hr, esta cantidad será la capacidad de enfriamiento para nuestro equipo de aire acondicionado.

### 3.5 CÁLCULO DE CAUDAL DE RENOVACIÓN DE AIRE

Para cumplir con lo estipulado para un ambiente Aero infeccioso se tiene que cumplir unas 12 renovaciones de aire por hora.

<b>AMBIENTE</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>Nº de renovaciones</b>	<b>CAUDAL (CFM)</b>
CUARTO DE HOSPITALIZACION 4	11.79	2.8	12	233
CUARTO DE HOSPITALIZACION 3	11.81	2.8	12	234
CUARTO DE HOSPITALIZACION 2	11.69	2.8	12	231
CUARTO DE HOSPITALIZACION 1	14.46	2.8	12	286

Cada una de estas cantidades será inyectada a cada uno de nuestros ambientes, esto para cumplir nuestra cantidad mínima de renovaciones por hora.

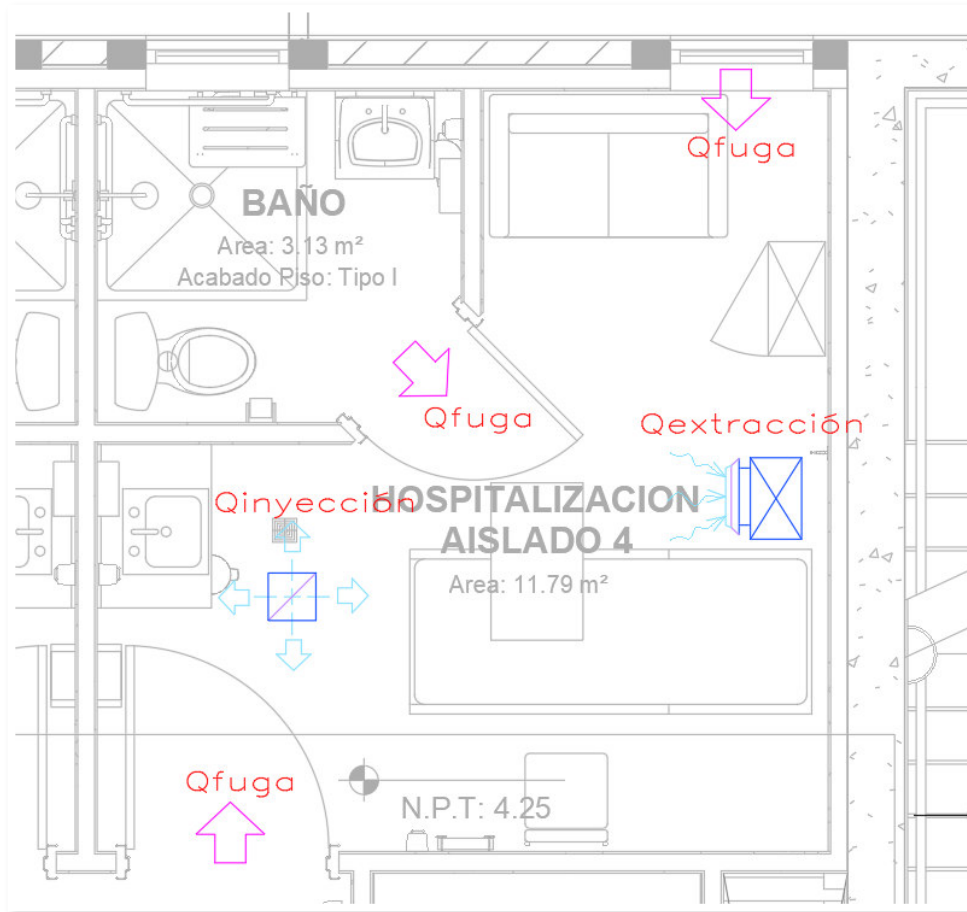
### 3.6 CALCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN

Los cuartos de hospitalización al tener una presión negativa, el caudal de inyección debe ser menor que el caudal de extracción.

Haciendo un balance de caudales se tiene lo siguiente:



**Gráfico 12**  
*Balace de caudales en cuarto de hospitalización 4.*



Es por ello que el caudal de extracción es el caudal de inyección sumado al caudal de fuga obtenido con anterioridad.

AMBIEN TE	CAUDAL DE INYECCIÓN (CFM)	CAUDAL DE FUGA (CFM)	CAUDAL DE EXTRACCIÓN (CFM)
CUARTO DE HOSPITALIZACION 4	233	154	387
CUARTO DE HOSPITALIZACION 3	234	154	388
CUARTO DE HOSPITALIZACION 2	231	154	385
CUARTO DE HOSPITALIZACION 1	286	154	440



La sumatoria de todos estos caudales sería la capacidad del extractor el cual abastecerá estos cuatro ambientes.

$$Q_{tex} = 387 + 388 + 385 + 440 = 1600 \text{ CFM}$$

Por lo tanto, nuestro extractor tendrá una capacidad de 1600 CFM.

### 3.7 DISTRIBUCION DEL AIRE

#### 3.7.1 DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS

Con los caudales obtenidos procederemos con la distribución de aire correspondiente, esta distribución se realizará mediante ductos de aire metálico de plancha galvanizada.

$$Q_{inyeccion} = 984 \text{ CFM}$$

$$Q_{extraccion} = 1600 \text{ CFM}$$

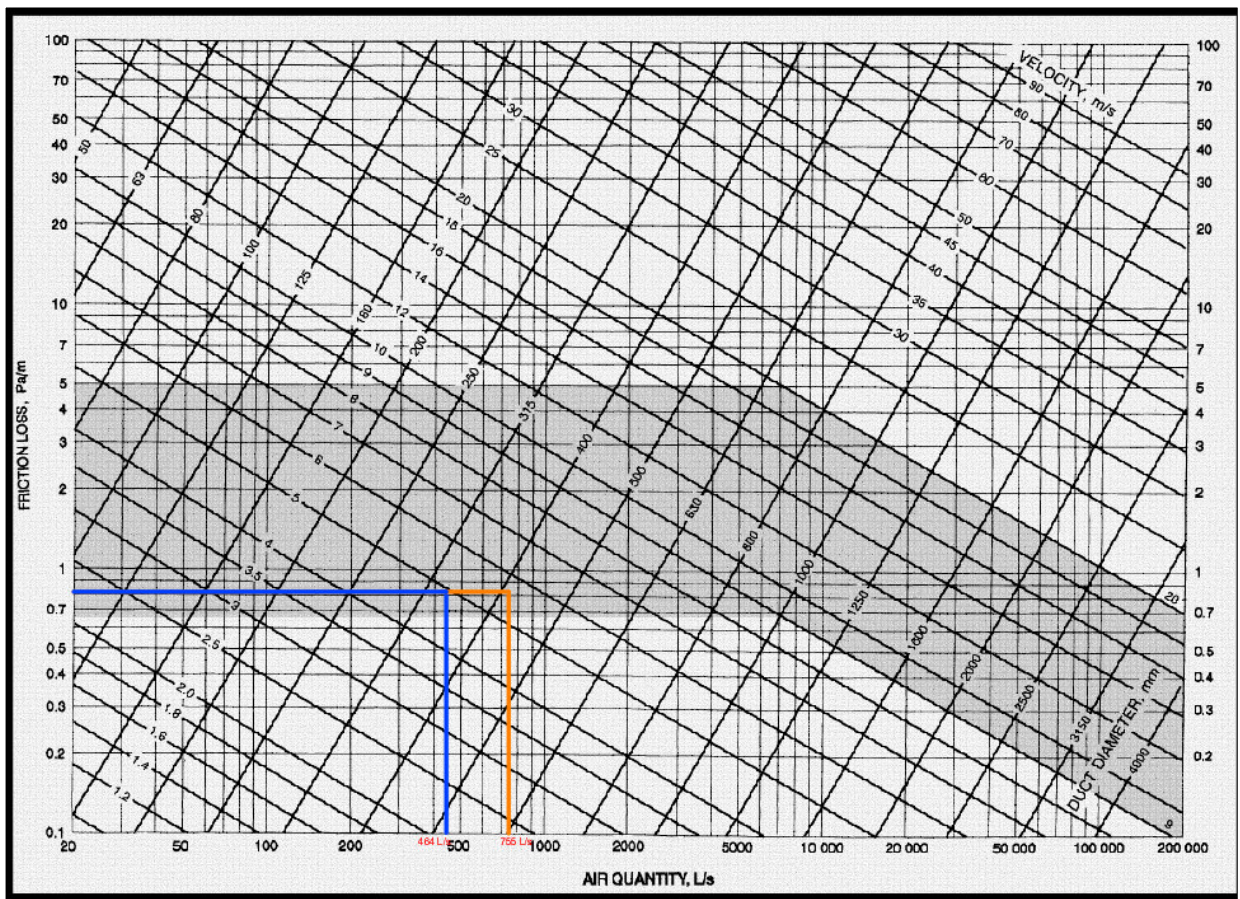
Para Realizar este dimensionamiento usaremos el método de igual fricción, este consiste en seleccionar una caída de presión por unidad de longitud de ducto, nosotros elegiremos el valor de: 0,1 pulgadas columna de agua por cada cien pies = 0,82 Pa por metro.

Del gráfico 13. obtendremos los valores aproximados de velocidad y el diámetro para ductos redondos.



### Gráfico 13

Cuadro para ductos circulares (espesor = 0,09 mm)



**Nota.** Fuente: *ASHARE FUNDAMENTALS (2017)*

Obtenemos una velocidad promedio para estos caudales:

- Para el caudal de inyección: 5 m/s  $\approx$  985 fpm.
- Para el caudal de extracción: 5,5 m/s  $\approx$  1083 fpm.

Sin embargo, cabe resaltar que para este caso se tratará de un ambiente de hospitalización el cual se encontraran pacientes en reposo. Esto quiere decir que la velocidad cumplirá un rol muy importante ya que está ligada directamente del ruido que esta puede generar. De la **tabla 3** tenemos velocidades recomendadas para ambientes silenciosos.





**Tabla 3**

*Velocidades mínimas y máximas recomendadas para sistemas de aire acondicionado*

DESIGNACIÓN	VELOCIDADES RECOMENDADAS (FPM)		
	RESIDENCIAS	COLEGIOS, TEATROS, EDIFICACIONES PUBLICAS	EDIFICACIONES INDUSTRIALES
Tomas de aire exterior.	500	500	500
Filtros	250	300	350
Serpentines de calefacción	450	500	600
Serpentines de enfriamiento	450	500	600
Lavadores de aire	500	500	500
Salidas de ventiladores	1000 – 1600	1300 – 2000	1600 – 2400
Ductos Principales	700 – 900	1000 – 1300	1200 – 1800
Ductos secundarios	600	600 – 900	800 – 1000
Montantes	500	600 – 700	800

DESIGNACIÓN	VELOCIDADES MAXIMAS (FPM)		
	RESIDENCIAS	COLEGIOS, TEATROS, EDIFICACIONES PUBLICAS	EDIFICACIONES INDUSTRIALES
Tomas de aire exterior.	800	900	1200
Filtros	300	350	350
Serpentines de calefacción	500	600	700
Serpentines de enfriamiento	450	500	600
Lavadores de aire	500	500	500
Salidas de ventiladores	1700	1500 – 2200	1700 – 2800
Ductos Principales	800 – 1200	1100 – 1600	1300 – 2200
Ductos secundarios	700 – 1000	800 – 1300	1000 – 1800
Montantes	650 – 800	800 – 1200	1000 - 1600

**Nota.** Fuente: *Fontanals (1997)*

De la tabla consideraremos los ambientes como lugares de residencia y tomaríamos como referencia una velocidad de **800 fpm**.

Para ello se usará la siguiente formula:

$$Q = V \times A \dots (11)$$

Dónde:

Q = Caudal de aire que recorrerá los ductos (CFM)

V = Velocidad del fluido (fpm)



$A = \text{Área transversal del ducto (ft}^2\text{)}$

Realizaremos el cálculo para cada una de los tramos para los ductos de suministro según el caudal total, restando el caudal que iría dejando en cada uno de los ambientes.

DUCTOS DE SUMINISTRO				
Velocidad (fpm)	Caudal (CFM)	Área (m <sup>2</sup> )	Alto (m)	Ancho (m)
800	984	0.11	0.23	0.5
800	751	0.09	0.22	0.4
800	517	0.06	0.17	0.35
800	286	0.03	0.11	0.3

Análogamente realizaremos lo mismo para los ductos de extracción:

CAUDAL DE EXTRACCIÓN				
Velocidad (fpm)	Caudal (CFM)	Área (m <sup>2</sup> )	lado a (m)	lado b (m)
800	1600	0.19	0.31	0.6
800	1160	0.13	0.25	0.55
800	775	0.09	0.20	0.45
800	387	0.04	0.13	0.35

Con esto obtendremos las dimensiones para los ductos de suministro y extracción.

### 3.7.2 DIMENSIONAMIENTO DE DIFUSORES Y REJILLAS

Para suministrar el aire climatizado y extraer el aire del recinto se necesitan de estos accesorios finales. Los cuales representan la parte final y visible del sistema a climatizar.

Es necesario una correcta difusión de aire ya que influye directamente sobre la sensación de frío o calor, es decir su nivel confort que el ocupante siente y para este caso el flujo del aire que este requeriría.

Para este proyecto al tratarse de un cuarto de hospitalización se cumplen ciertas condiciones según el “Manual de Diseño de Calefacción, Refrigeración y Ventilación



en Hospitales y clínicas” las rejillas de extracción se deben situar encima a la altura de la cabecera de la cama del paciente y la difusión de aire se debe situar cerca a la puerta de ingreso del cuarto de hospitalización.

Para las velocidades y niveles de ruido recomendado se tiene:

**Tabla 4**

*Velocidad de descarga recomendada para rejillas de inyección y retorno de acuerdo al tipo de instalación.*

Tipo de área	Velocidad de salida recomendada (pies/min)		Rango de variación de las curvas de criterio de ruido (NC)		Valor aprox. De la lectura en la escala A equivalencia a (Dba)	
	Inyección	Retorno	Min.	Max.	Min.	Max.
Hospitales y clínicas						
<b>Cuartos privados</b>	<b>400 - 600</b>	<b>250 - 450</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>42</b>
Guarderías	500 - 700	350 - 500	30	40	37	47
Laboratorios	600 - 800	450 - 600	35	45	42	52
Quirófanos	500 - 700	350 - 500	30	40	37	47
Vestíbulos y salas de espera	600 - 700	450 - 600	35	40	42	47
Salas y corredores	600 - 700	450 - 600	35	40	42	47

**Nota.** Fuente: *Pita (2005)*

Para este caso de la tabla 4 usaremos las velocidades dadas para un cuarto privado:

V inyección = 400 fpm.

V extracción = 300 fpm.

Usando la formula (11):

$$Q = V \times A \dots (11)$$

Dónde:

Q = Caudal de aire (CFM)

V = Velocidad del aire (fpm)

A = Área efectiva de la rejilla (ft<sup>2</sup>)

Para los difusores de suministro por ambiente:



REJILLAS O DIFUSORES DE SUMINISTRO (v =400fpm)					
AMBIENTE	Caudal (CFM)	Área (m2)	lado a (m)	lado b (m)	DIFUSOR
Cuarto de hospitalización 4	233	0.05	0.22	0.25	25 x 25 cm
Cuarto de hospitalización 3	234	0.05	0.22	0.25	25 x 25 cm
Cuarto de hospitalización 2	231	0.05	0.21	0.25	25 x 25 cm
Cuarto de hospitalización 1	286	0.07	0.22	0.3	30 x 25 cm

Para las rejillas de extracción por ambiente:

REJILLAS DE EXTRACCION (v =300fpm)					
AMBIENTE	Caudal (CFM)	Área (m2)	lado a (m)	lado b (m)	REJILLA
Cuarto de hospitalización 4	387	0.12	0.48	0.25	25 x 50 cm
Cuarto de hospitalización 3	388	0.12	0.48	0.25	25 x 50 cm
Cuarto de hospitalización 2	385	0.12	0.48	0.25	25 x 50 cm
Cuarto de hospitalización 1	440	0.14	0.55	0.25	25 x 55 cm

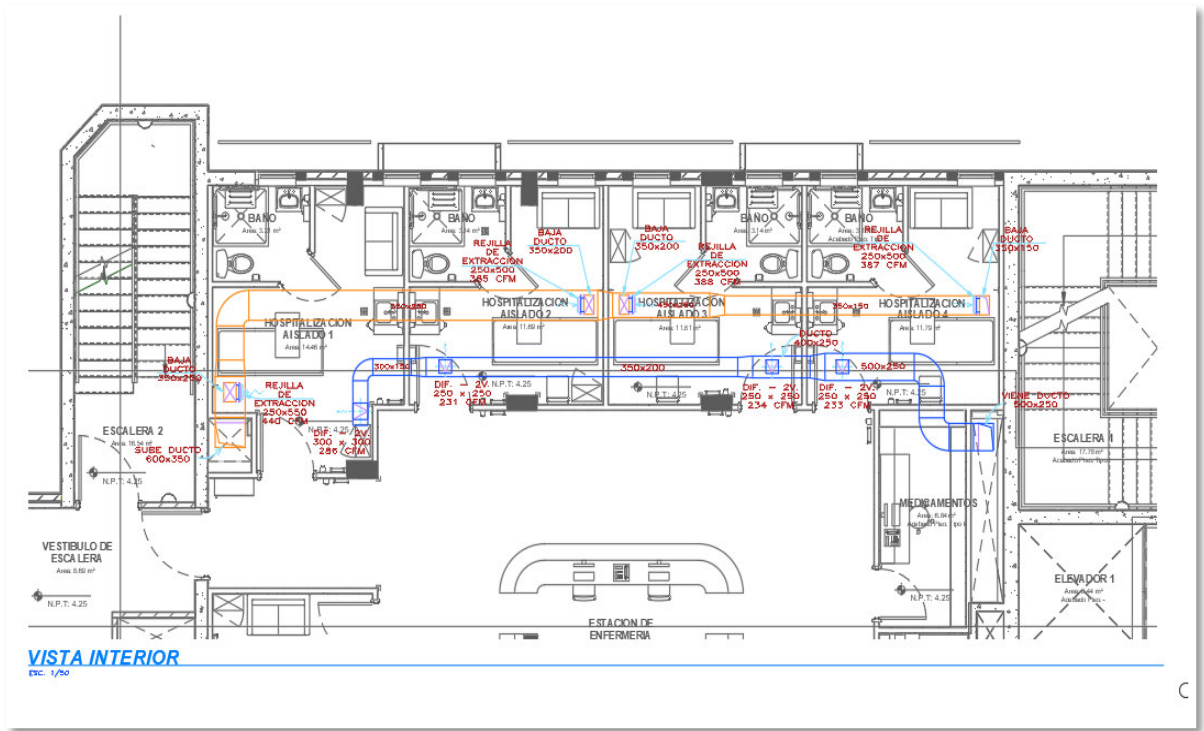
Con estas dimensiones y la de los ductos de plancha galvanizada podemos empezar con la distribución de nuestro proyecto.



### 3.8 DIBUJOS Y ESQUEMAS DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y EXTRACCIÓN DE AIRE PARA LOS CUARTOS DE HOSPITALIZACIÓN (AMBIENTES AERO-INFECIOSOS)

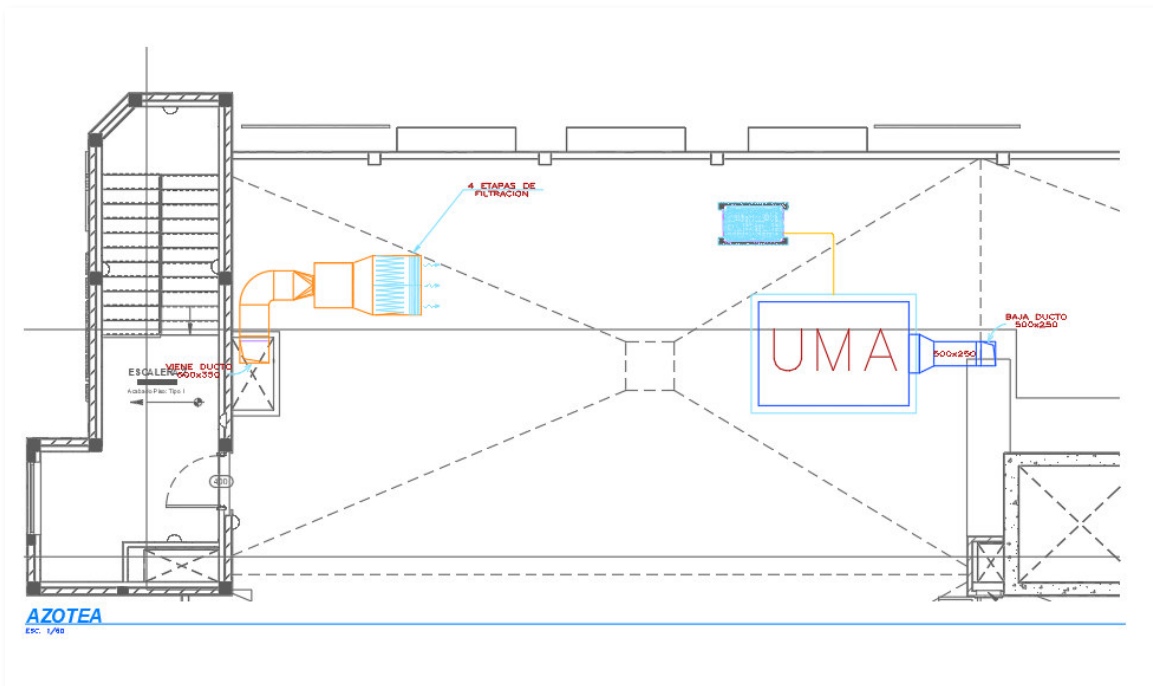
**Gráfico 14**

*Vista de planta cuartos de hospitalización.*



**Gráfico 15**

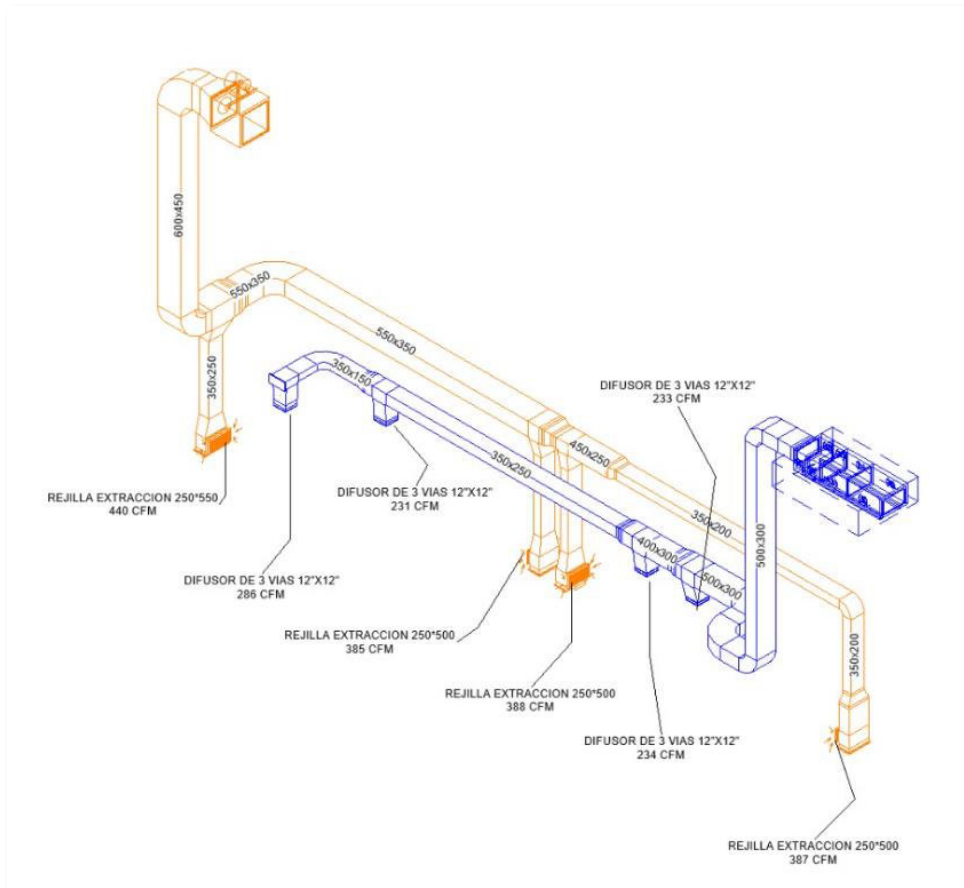
*Vista de azotea (UMA y Extractor de aire)*





## Gráfico 16

### Diagrama Isométrico de distribución de ductos.



### 3.9 CÁLCULO DE CAÍDA PRESIÓN DEL SISTEMA.

#### 3.9.1 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN EN DUCTOS

Al momento de que el aire empieza a fluir al interior del ducto, este entra al contacto con el ducto. Este contacto genera una fricción entre aire y ducto generando una caída de presión la cual debe vencer el ventilador.

Para calcular la pérdida de presión se debe seguir una ruta crítica, es decir, la presión total del sistema será a través del trayecto de ducto que tenga un mayor recorrido, número de conexiones y accesorios.



Adicionalmente, se deben sumar las pérdidas de presión para cada sección de ducto recto y cada conexión en la ruta crítica. Además, se adicionan pérdidas de presión a través de algún equipamiento y/o accesorio.

Para hallar las pérdidas de presión por rozamiento en ductos rectos lo expresamos de la siguiente forma:

$$Hf = \frac{Hf}{100} \times L$$

L = longitud del ducto, ft.

Hf/100 = pérdidas por fricción en pulgadas de agua por 100 pies de largo.

Para hallar la caída de presión en los codos en los tramos de los ductos, utilizamos la siguiente formula:

$$Hf = Cx\left(\frac{V}{4000}\right)^2$$

C = coeficiente de fricción.

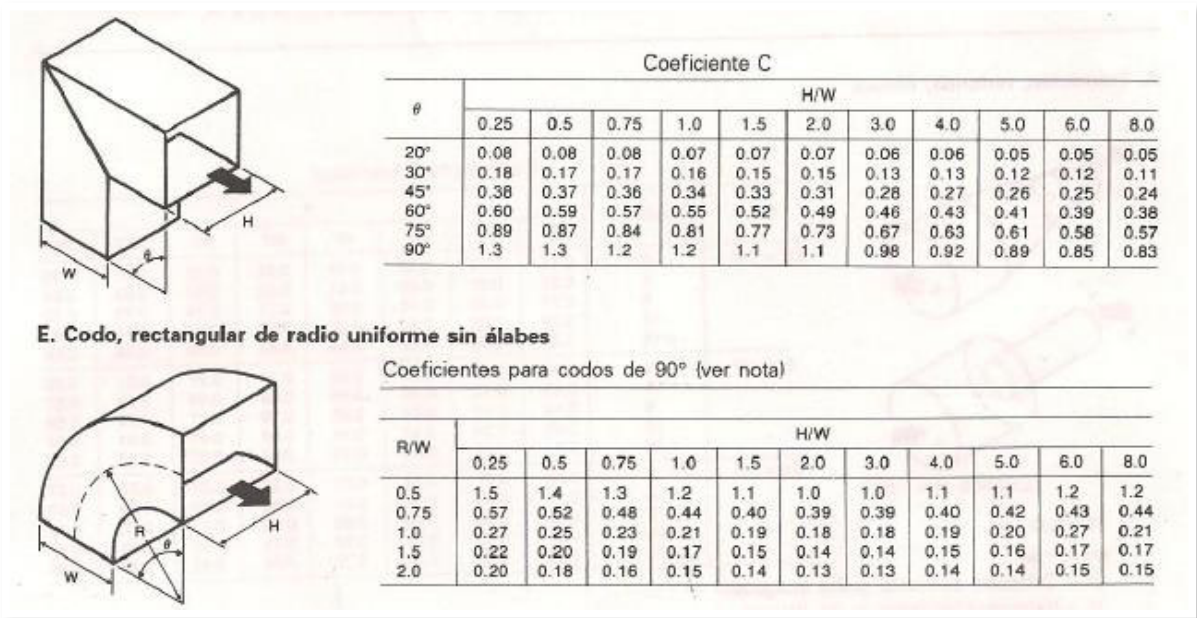
V = velocidad de aire, pies/min.

Hf = Pérdida de presión, pulg.

Donde el factor C lo conseguiremos de la siguiente tabla:



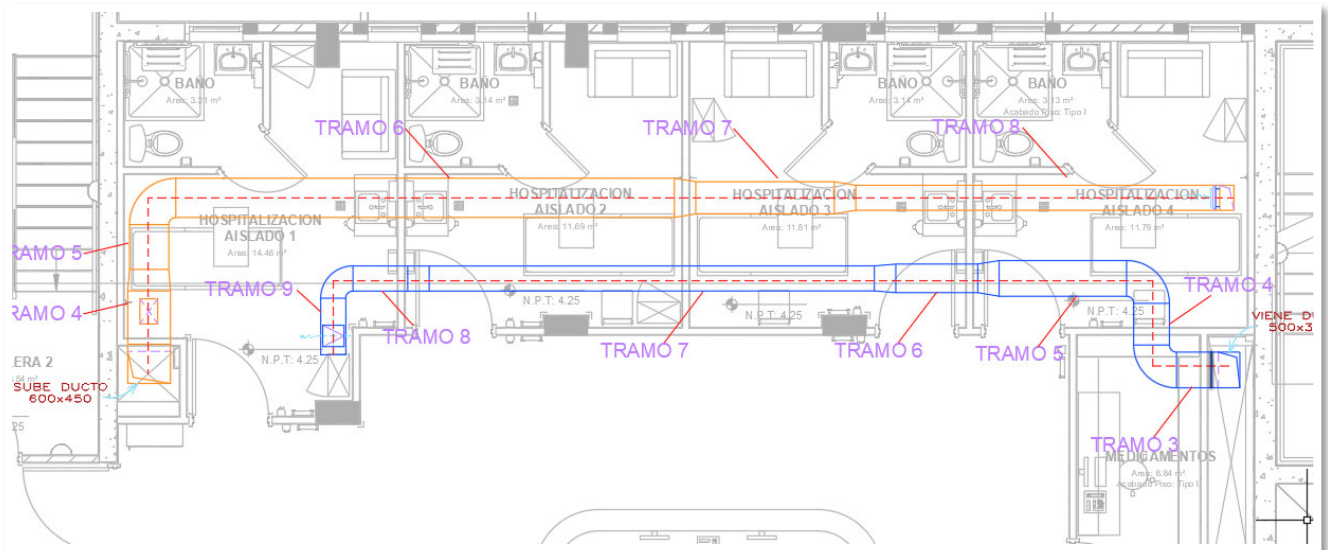
**Gráfico 17**  
Coeficientes de perdidas en codos



Nota. Fuente: (Pita,2005)

Para nuestro caso la ruta crítica del sistema seria:

**Gráfico 18**  
Ruta crítica de los sistemas de extracción e inyección (planta).

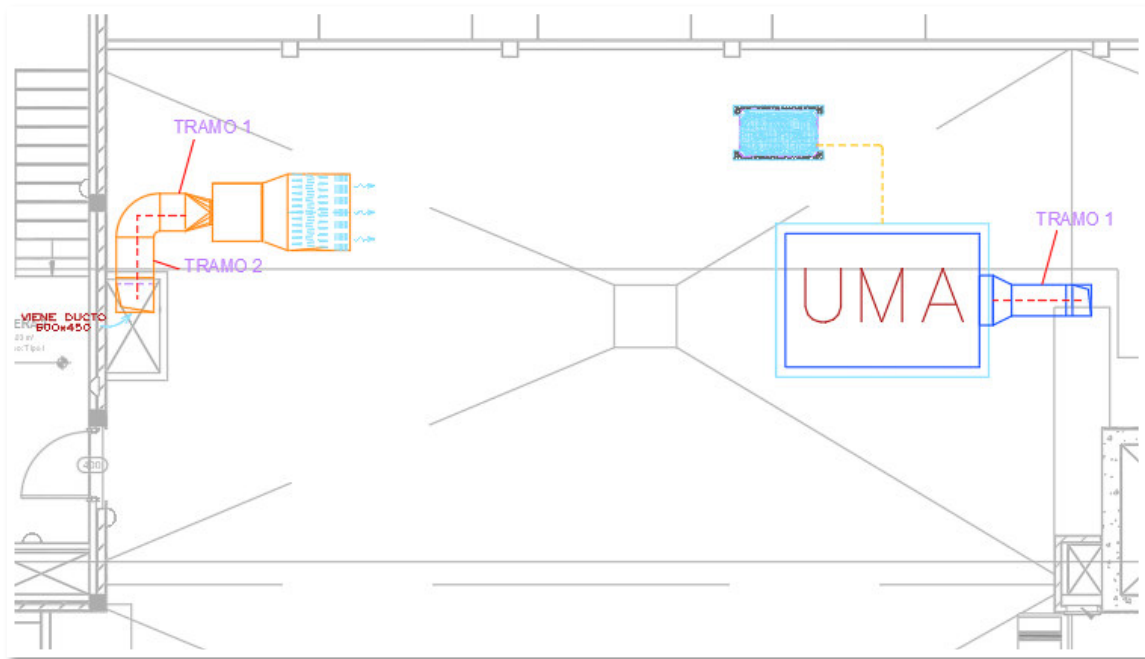






### Gráfico 19

Ruta crítica de los sistemas de extracción e inyección (azotea)



Por lo tanto, hallando las perdidas por cada uno de los tramos:

CAIDA DE PRESION PARA DUCTO DE INYECCION										
TRAMO	Velocidad (fpm)	Caudal (CFM)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Longitud de ducto (pies)	Hf/100p	R/W	H/W	C	Caida de Presión (inWg)
1	800	984	250	500	3.22	0.1				0.00322
CODO	800		250	500			0.9	2	0.18	0.0072
2	800	984	250	500	10.5	0.1				0.0105
CODO	800		250	500			0.9	2	0.18	0.0072
3	800	984	250	500	1.93	0.1				0.00193
CODO	800		250	500			0.9	2	0.18	0.0072
4	800	984	250	500	1.91	0.1				0.00191
CODO	800		250	500			0.9	2	0.18	0.0072
5	800	984	250	500	5.9	0.1				0.0059
6	800	751	250	400	3.77	0.1				0.00377
7	800	517	200	350	20.5	0.1				0.0205
8	800	286	150	300	2.53	0.1				0.00253
CODO	800		150	300			1.1667	2	0.14	0.0056
9	800	286	150	300	2.62	0.1				0.00262
DIFUSOR										0.023

La caída de presión por ductos para el sistema de inyección es: **0.11028** in wg.



CAIDA DE PRESION PARA DUCTO EXTRACCION										
TRAMO	Velocidad (fpm)	Caudal (CFM)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Longitud de ducto (pies)	Hf/100p	R/W	H/W	C	Caida de Presión (inWg)
1	800	1600	350	600	1.31	0.1				0.00131
CODO	800		350	600			0.7857	1.714	0.4	0.016
2	800	1600	350	600	2.46	0.1				0.00246
CODO	800		350	600			0.7857	1.714	0.4	0.016
3	800	1600	350	600	10.5	0.1				0.0105
CODO	800		350	600			0.7857	1.714	0.4	0.016
4	800	1600	350	600	2.76	0.1				0.00276
5	800	1160	250	550	2.07	0.1				0.00207
CODO	800									
6	800	751	250	550	22.97	0.1				0.02297
7	800	517	200	450	1.94	0.1				0.00194
8	800	286	150	350	6.36	0.1				0.00636
CODO	800		150	350			1.1667	2.333	0.18	0.0072
9	800	286	150	350	9.84	0.1				0.00984
RJILLA DE EXTRACCION										0.023

La caída de presión por ductos para el sistema de extracción es: **0.13841** in wg.

### 3.9.2. CAIDA DE PRESION EN FILTROS

Estas pérdidas de presión son generadas por la fricción que genera el fluido al atravesar la media filtrante, El primer paso en la selección del filtro es determinar cuál es el objetivo del sistema de filtración. ¿Cuál es el tamaño de partícula "objetivo" para la aplicación? Como ejemplo, el tamaño de partícula "objetivo" en la mayoría de los centros de salud es de una micra porque el 99% de todas las bacterias conocidas son de una micra o más.

Para este caso al tratarse de un ambiente tipo AII se necesitan una filtración tipo HEPA (High Efficiency Particulate Air) tanto para el suministro como para la extracción. (ASHRAE, 2017).



Estos filtros generarían una caída de presión que tendrían que sumarse a las previamente calculadas.

Al tratarse de una filtración tipo HEPA se deben colocar etapas de filtración, esto en miras de proteger el filtro HEPA, estas etapas de filtración será según la norma ASHRAE 52-1-92.:

- Filtros de baja eficiencia 30 %. – Filtros metálicos.
- Filtros de media eficiencia de 60 % - Filtros tipo bolsa.
- Filtros de alta eficiencia de 99.997 % - Filtros absolutos (HEPA)

Para hallar la caída de presión de cada uno de estos filtros nos apoyaremos de las fichas técnicas de los fabricantes.

**Coarse filter**

Coarse filters function as prefilters for intake, exhaust and recirculating air systems, extending the operational lifetimes of the downstream fine filters.



### Metal meshwork filter

Structure:

Frame	Filter Media	Face net
Aluminum/Galvanised steel/Stainless steel	Aluminum mesh/ Stainless steel mesh/ Nylon mesh.	Aluminum mesh/ Stainless steel mesh

Feature:

- Washable for repeated use, cost efficient
- Ideal for high moisture, high temperature and acid resistant operating conditions
- Super low initial pressure drop
- High dust holding capacity

Applications:

- Primary filtration to remove moisture, oil residue or oil mist, grease, etc. in very dirty environments and general ventilation systems.
- Ventilation conditions which require acid-base resistance air filters.

Technical data:

- G2, G3 EN779
- Can be made in all customized sizes
- Average arrestance: 65-90%(ASHRAE 52.2-1992)
- Max air flow rate: 125% of nominal air flow
- Final pressure drop: Recommend @150pa, Maximum @250pa.
- Thermal stability: Up to 300 C
- Moisture resistance: 100% RH



Para el caso de los filtros metálicos, al ser la primera etapa de filtración, es por ello que nos ubicaremos en el peor escenario posible, es decir que tomaremos la máxima caída de presión posible. La cual para este caso será 250 pa  $\approx$  1 “ c.a.

Medium Filter series

### Filtro de Bolsa Sintético

#### Material y Condiciones de la operación

Medios	fibra sintética
Tipo de bolsillo	la bolsa de costura, bolso ultrasónico
Estructura	acero aluminio / marco galvanizado / inoxidable / Plástico
Eficiencia	45%~95% @ 0.5µm
Temperatura máxima	80°C
Max Humedad	100%
la profundidad de aluminio Opcional	17~50 mm
marco de plástico Opcional	21 mm

#### Información del Producto

Medium filter class  
F5~F9

- **Características del producto**
  1. Adopta una superfina fibra sintética; gran capacidad de retención de polvo; eficiencia estable en el uso diario.
  2. Selección de la estructura de bolsa en forma de V optimizada; pequeña resistencia; larga vida útil
- **Solicitud:** Es productos configuración ideal para ser utilizado ampliamente en el sistema de ventilación.

#### Parámetros de la tecnología

Dimensión (mm) (H × W × D)	Número de Bolsa	Flujo de aire (m³/h) / Resistencia Inicial (Pa)	Área de filtración (m²)	Velocidad del viento (m/s)	Diferentes velocidades de flujo de aire (m³/h) / Resistencia Inicial (Pa)			Eficiencia de filtración
287*287*381	3	600/50	0.89	2.02	450/40	600/50	700/60	F5
592*592*381	6	2050/50	3.18	1.62	1650/40	2050/50	2450/60	F5
287*592*500	3	1350/50	2.10	2.21	1100/40	1350/50	1600/60	F5
287*592*500	4	1750/50	2.68	2.86	1400/40	1750/50	2100/60	F5
490*592*500	5	2250/50	3.48	2.15	1800/40	2250/50	2700/60	F5
592*592*500	6	2700/50	4.17	2.14	2150/40	2700/50	3250/60	F5
592*592*500	8	3500/50	5.37	2.77	2800/40	3500/50	4150/60	F5
592*592*500	10	4250/50	6.56	3.37	3400/40	4250/50	5100/60	F5
287*287*381	3	600/65	0.89	2.02	450/50	600/65	700/80	F6
592*592*381	6	2050/65	3.18	1.62	1650/50	2050/65	2450/80	F6
287*592*500	3	1350/65	2.10	2.21	1100/50	1350/65	1600/80	F6
287*592*500	4	1750/65	2.68	2.86	1400/50	1750/65	2100/80	F6
490*592*500	5	2250/65	3.48	2.15	1800/50	2250/65	2700/80	F6
592*592*500	6	2700/65	4.17	2.14	2150/50	2700/65	3250/80	F6
592*592*500	8	3500/65	5.37	2.77	2800/50	3500/65	4150/80	F6
592*592*500	10	4250/65	6.56	3.37	3400/50	4250/65	5100/80	F6

1. Además de el tamaño estándar de arriba, puede proporcionar cualquier tamaño y la eficiencia de las necesidades del usuario (F5, F6, F7, F8, F9, H10, H11, H12). 2. La desviación resistencia de más o menos 10%

24

Para los filtros tipo bolsa dependerá del caudal de captación para este caso se necesitaría:


Para la inyección: 1 filtro de 592\*x592x381mm @ 50 Pa  $\approx$  0.2 in wg

Para la extracción: 1 filtro de 592\*x592x500mm @ 50 Pa  $\approx$  0.2 in wg



## BINGLONDLEAN

### Filtro HEPA V-bank

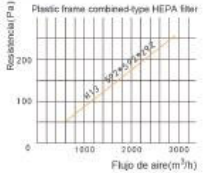
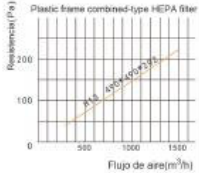



#### Material y Condiciones de la operación

Medios	Fibra de vidrio
Sellador	de poliuretano PU
Marco	Aluminio / galvanizado marco / acero acero marco de plástico
Separador	cordón fundido en caliente
Junta	junta sin fin, EVA, neopreno
Eficiencia	99.99%~99.995% , con un 0,3 um
Temperatura máxima	70°C
Max Humedad	80%

#### Información del Producto

- Características del producto:**  
Puede atrapar el polvo de 0.3um, su eficiencia está por encima del 99,99%, el flujo de aire puede llegar a 4200m3/h .
- Solicitud:**  
Aviación, electrónica, semiconductores, obleas, farmacéutica biológica, hospital, procesadoras de alimentos, etc.
- OEM:**  
Diseño personalizado disponible.

#### Parámetros de la tecnología

Dimensión (mm) (H x W x D)	Número	Flujo de aire (m³/h) / Resistencia Inicial (Pa)	Área de filtración (m²)	Velocidad del viento (m/s)	Diferentes velocidades de flujo de aire (m³/h) / Resistencia Inicial (Pa)			Eficiencia de filtración
289*289*292	2	500/300	5.50	1.66	450/270	550/335	700/400	H13
289*594*292	3	900/300	8.23	1.46	900/300	1150/385	1400/450	H13
594*594*292	3	1800/300	16.50	1.42	1800/300	2300/385	2800/450	H13
289*594*292	4	1200/300	10.97	1.94	1150/280	1550/390	1650/415	H13
594*594*292	4	2450/300	21.90	1.93	2300/280	3250/390	3400/415	H13
289*594*292	5	1500/300	13.72	2.43	1550/315	1850/370	1950/390	H13
594*594*292	5	3000/300	27.48	2.36	3250/320	3800/380	4000/400	H13
610*610*292	5	3050/300	28.20	2.28	3400/330	4000/395	4200/415	H13
610*610*292	6	3650/300	33.84	2.72	4000/330	4200/350	4500/370	H13
289*289*292	2	500/320	5.50	1.66	450/290	550/360	700/430	H14
289*594*292	3	900/320	8.23	1.46	900/330	1150/410	1400/480	H14
594*594*292	3	1800/320	16.50	1.42	1800/340	2300/420	2800/480	H14
289*594*292	4	1200/320	10.97	1.94	1150/300	1550/420	1650/440	H14
594*594*292	4	2450/320	21.90	1.93	2300/300	3250/420	3400/440	H14
289*594*292	5	1500/320	13.72	2.43	1550/335	1850/400	1950/410	H14
594*594*292	5	3000/320	27.48	2.36	3250/345	3800/400	4000/425	H14
610*610*292	5	3050/320	28.20	2.28	3400/350	4000/420	4200/440	H14
610*610*292	6	3650/320	33.84	2.72	4000/350	4200/370	4500/395	H14

1. Además de el tamaño estándar de arriba, puede proporcionar cualquier tamaño y la eficiencia de las necesidades del usuario (H13, H14, U15). 2. La desviación resistencia de más o menos 10%.

Para los filtros HEPA dependerá del caudal de captación para este caso se necesitaría:

Para la inyección: 1 filtro de 594\*x594x292mm @ 300 Pa ≈ 1.2 in wg

Para la extracción: 1 filtro de 594\*x594x292 mm @ 300 Pa ≈ 1.2 in wg



#### IV. RESULTADOS

Según los cálculos obtenidos a lo largo de este informe se obtiene el diseño de un sistema de aire acondicionado y ventilación para los ambientes de aire acondicionado:

Ver planos (**IM-01** y **IM-02**) en anexos.

En los planos se detalla el equipamiento calculado, así como la distribución que este conllevaría. El equipamiento necesario es:

1. 01 equipo de aire acondicionado de 100% de aire exterior con una capacidad de 24,399 btu/hr, la cual tendrá que inyectar un caudal de 984 cfm y tenga que vencer una caída de presión de 2.51 in wg.
2. Un extractor de aire el cual tendrá un caudal de 1600 CFM y tendrá que vencer una caída de presión de 2.53 in wg.

#### V. CONCLUSIONES

- Se concluye que con el diseño realizado se garantizaran las condiciones necesarias exigidas por la normativa peruana, las cuales son las mínimas recomendadas sin embargo para este proyecto también se apoyó en estándares internacionales.
- Conforme a los cálculos obtenidos se determina que para climatizar y ventilar los cuartos de hospitalización se instalará un equipo de climatización de capacidad de enfriamiento de 24,399Btu/hr con un caudal de inyección de 984 cfm.
- Conforme a los cálculos obtenidos se determinó que para generar una presión negativa en los cuartos de hospitalización se instalará un equipo extractor con una capacidad de 1600 CFM y tendrá que vencer una caída de presión de 2.53 inwg.



- Con los cálculos realizados se desarrolló una distribución de la red de ductos, así como unas sus terminaciones finales, tanto para la inyección y extracción de aire.

## VI. RECOMENDACIONES

- Mejorar la normativa nacional para el diseño e implementación de los sistemas de climatización y manejo del aire interior en hospitales.
- Al momento de realizar un diseño siempre priorizar el cuidado del personal médico, visitante y pacientes en recuperación.
- Garantizar flujos de aire (presiones negativas) en los ambientes de alto riesgo de infección.
- Usar todas las etapas de filtración requerida y fijar un plan de mantenimiento trimestral para esta clase de filtros.
- En muchos casos este sistema es complementado con lámparas UV, para la mitigación de virus y bacterias.



## VII. BIBLIOGRAFIA

Pita, E. (2005). *Acondicionamiento de aire principios y sistemas*. (Sda.ed.). México D.F.

CECSA

Carrier air condition company (1986). *Manual de Aire Acondicionado*. Barcelona: Marcombo S.A.

Tuberculosis en las Américas. *Informe regional 2020*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2021. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

<https://doi.org/10.37774/9789275324479>

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (2017). *Ashare Handbook Fundamental*. Atlanta.

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (2018). *Manual de diseño de calefacción, ventilación y Aire acondicionado para hospitales y clínicas*. (Sda.Ed.). Atlanta.

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (2017). *Ventilation of Health Cares Facilities*. (ESTANDAR 170).

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (1979). *Cooling and Heating Load Calculation Manual*. Atlanta.

Ministerio de Salud (2014) Norma Técnica de Salud N°110.

Ministerio de Salud (2015) Norma Técnica de Salud N°113.

SENAMHI 2022 Datos históricos. Datos históricos para la ciudad de Lima-Estacion Carabayllo. Portal del SENAMHI. Lima.

< <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones> >





VIII. ANEXOS

**Tabla 5**

*Corrección de CLTD según latitud y mes aplicados para paredes y techos (ASHRAE, 1987)*

**Table 3.12 CLTD Correction For Latitude and Month Applied to Walls and Roofs, North Latitudes**

Lat.	Month	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HOR
0	Dec	-3	-5	-5	-5	-2	0	3	6	9	-1
	Jan/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	0
	Apr/Aug	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dec	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Jan/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Apr/Aug	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dec	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Jan/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Apr/Aug	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dec	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Jan/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Apr/Aug	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dec	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Jan/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Apr/Aug	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dec	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Jan/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Apr/Aug	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dec	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Jan/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Apr/Aug	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dec	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Jan/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Apr/Aug	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1
64	Dec	-7	-9	-12	-16	-17	-18	-16	-14	-12	-30
	Jan/Nov	-7	-9	-12	-16	-16	-16	-13	-10	-8	-29
	Feb/Oct	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-4	1	4	-26
	Mar/Sept	-5	-7	-9	-10	-7	-4	2	7	11	-20
	Apr/Aug	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	9	11	-11
	May/Jul	1	0	1	0	3	4	6	8	10	-3
	Jun	2	2	2	2	4	4	6	7	9	0



**Tabla 6**

*CLTD para calcular cargas de enfriamiento para Techos, (ASHRAE, 1987)*

**Table 3.8 Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load from Flat Roofs**

Roof No	Description of Construction	Weight lb/ft <sup>2</sup>	U-value Btu/(h·ft <sup>2</sup> ·°F)	Solar Time, hr																								Hour of Max-imum CLTD	Mini-imum CLTD	Maxi-imum CLTD	Differ-ence CLTD	Heat Capacity Btu/(ft <sup>2</sup> ·°F)	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
<b>Without Suspended Ceiling</b>																																	
1	Steel sheet with 1-in. (or 2-in.) insulation	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3	14	-5	79	84	2.13	
2	1-in. wood with 1-in. insulation	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9	16	-3	74	77	3.73	
3	4-in. l.w. concrete	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	16	-3	73	76	4.45	
4	2-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17	16	-1	67	68	6.57	
5	1-in. wood with 2-in. insulation	19	0.169	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7	16	-7	64	71	3.83	
6	6-in. l.w. concrete	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28	18	1	54	63	5.79	
7	2.5-in. wood with 1-insulation	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34	19	6	56	50	6.51	
8	8-in. l.w. concrete	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40	20	7	54	47	7.13	
9	4-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30	18	8	53	45	11.21	
10	2.5-in. wood with 2-in. insu- insulation	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35	19	8	51	43	6.61	
11	Roof terrace system	(75)	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37	20	13	46	33	15.98	
12	6-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34	19	14	45	31	15.89	
13	4-in. wood with 1-in. (or 2-in.) insulation	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40	22	16	43	27	9.27	
<b>With Suspended Ceiling</b>																																	
1	Steel Sheet with 1-in. (or 2-in.) insulation	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5	15	-4	78	82	2.50	
2	1-in. wood with 1-in. insulation	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	61	58	51	44	37	30	25	17	2	62	60	4.11	
3	4-in. l.w. concrete	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24	17	0	65	65	4.83	
4	2-in. h.w. concrete with 1-in. insulation	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32	18	13	47	34	6.94	
5	1-in. wood with 2-in. insulation	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29	18	5	57	52	4.21	
6	6-in. l.w. concrete	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37	20	7	54	47	6.17	
7	2.5-in. wood with 1-in. insulation	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37	21	15	44	29	6.89	
8	8-in. l.w. concrete	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42	21	14	46	32	7.51	
9	4-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33	19	20	38	18	11.58	
10	2.5-in. wood with 2-in. insulation	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37	21	18	41	23	6.98	
11	Roof terrace system	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32	22	22	33	11	16.36	
12	6-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	34	33	32	31	20	21	34	13	16.26
13	4-in. wood with 1-in (or 2-in.) insulation	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36	23	21	37	16	9.64	



Tabla 7

CLTD para calcular cargas de enfriamiento para paredes externas, (ASHRAE, 1987)

Table 3.10 Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load from Sunlit Walls

North Latitude Wall Facing	Solar Time, hr																								Hr of Maxi- mum CLTD	Mini- mum CLTD	Maxi- mum CLTD	Differ- ence CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
<b>Group A Walls</b>																												
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8
W	27	27	26	26	25	24	23	22	21	20	19	19	19	19	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9
NW	21	21	21	20	20	19	18	17	16	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7
<b>Group B Walls</b>																												
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	20	12	21	9
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	14	26	12
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	9
<b>Group C Walls</b>																												
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17
<b>Group D Walls</b>																												
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	18	16	21	6	19	13
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25
<b>Group E Walls</b>																												
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40
W	25	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33
<b>Group F Walls</b>																												
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44
<b>Group G Walls</b>																												
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55



**Tabla 8**

*Descripción de grupo de paredes según su tipo de construcción (ASHRAE, 1987)*

**Table 3.9 Wall Construction Group Description**

Group No.	Description of Construction	Weight (lb/ft <sup>2</sup> )	U-Value Btu/(hr.ft <sup>2</sup> .F)	Heat Capacity Btu/(ft <sup>2</sup> .F)	Code Numbers of Layers (See Table 3.11)
<b>4-in. Face Brick+(Brick)</b>					
C	Air Space+4-in. Face Brick	83	0.358	18.3	A0, A2, B1, A2, E0
D	4-in. Common Brick	90	0.415	18.4	A0, A2, C4, E1, E0
C	1-in. Insulation or Air space+4-in. Common Brick	90	0.174-0.301	18.4	A0, A2, C4, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. Common Brick	88	0.111	18.5	A0, A2, B3, C4, E1, E0
B	8-in. Common Brick	130	0.302	26.4	A0, A2, C9, E1, E0
A	Insulation or Air space+8-in. Common Brick	130	0.154-0.243	26.4	A0, A2, C9, B1/B2, E1, E0
<b>4-in. Face Brick+(H.W. Concrete)</b>					
C	Air Space+2-in. Concrete	94	0.350	19.7	A0, A2, B1, C5, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. concrete	97	0.116	19.8	A0, A2, B3, C5, E1, E0
A	Air Space or Insulation+8-in. or more Concrete	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4	A0, A2, B1, C10/11, E1, E0
<b>4-in. Face Brick+(L.W. or H.W. Concrete Block)</b>					
E	4-in. Block	62	0.319	12.9	A0, A2, C2, E1, E0
D	Air Space or Insulation+4-in. Block	62	0.153-0.246	12.9	A0, A2, C2, B1/B2, E1, E0
D	8-in. Block	70	0.274	15.1	A0, A2, C7, A6, E0
C	Air Space or 1-in. Insulation+6-in. or 8-in. Block	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5	A0, A2, B1, C7/C8, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Block	89	0.096-0.107	15.5-18.6	A0, A2, B3, C7/C8, E1, E0
<b>4-in Face Brick+(Clay Tile)</b>					
D	4-in. Tile	71	0.381	15.1	A0, A2, C1, E1, E0
D	Air Space+4-in. Tile	71	0.281	15.1	A0, A2, C1, B1, E1, E0
C	Insulation+4-in. Tile	71	0.169	15.1	A0, A2, C1, B2, E1, E0
C	8-in. Tile	96	0.275	19.7	A0, A2, C6, E1, E0
B	Air Space or 1-in. Insulation+8-in. Tile	96	0.142-0.221	19.7	A0, A2, C6, B1/B2, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Tile	97	0.097	19.8	A0, A2, B3, C6, E1, E0
<b>H.W. Concrete Wall+(Finish)</b>					
E	4-in. Concrete	63	0.585	12.5	A0, A1, C5, E1, E0
D	4-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	63	0.119-0.200	12.5	A0, A1, C5, B2/B3, E1, E0
C	2-in. Insulation+4-in. Concrete	63	0.119	12.7	A0, A1, B6, C5, E1, E0
C	8-in. Concrete	109	0.490	21.9	A0, A1, C10, E1, E0
B	8-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	110	0.115-0.187	22.0	A0, A1, C10, B5/B6, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Concrete	110	0.115	21.9	A0, A1, B3, C10, E1, E0
B	12-in. Concrete	156	0.421	31.2	A0, A1, C11, E1, E0
A	12-in. Concrete+Insulation	156	0.113	31.3	A0, C11, B6, A6, E0
<b>L.W. and H.W. Concrete Block+(Finish)</b>					
F	4-in. Block+Air Space/Insulation	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2	A0, A1, C2, B1/B2, E1, E0
E	2-in. Insulation+4-in. Block	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3	A0, A1, B1, C2/C3, E1, E0
E	8-in. Block	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3	A0, A1, C7/C8, E1, E0
D	8-in. Block+Air Space/Insulation	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3	A0, A1, C7/C8, B2, E1, E0
<b>Clay Tile+(Finish)</b>					
F	4-in. Tile	39	0.419	7.8	A0, A1, C1, E1, E0
F	4-in. Tile+Air space	39	0.303	7.8	A0, A1, C1, B1, E1, E0
E	4-in. Tile+1-in. Insulation	39	0.175	7.9	A0, A1, C1, B2, E1, E0
D	2-in. Insulation+4-in. Tile	40	0.110	7.9	A0, A1, B3, C1, E1, E0
D	8-in. Tile	63	0.296	12.5	A0, A1, C6, E1, E0
C	8-in. Tile+Air Space/1-in. Insulation	63	0.151-0.231	12.6	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Tile	63	0.099	12.6	A0, A1, B3, C6, E1, E0
<b>Metal Curtain Wall</b>					
G	With/without Air Space+1-in./2-in./3-in. Insulation	5-6	0.091-0.230	0.7	A0, A3, B5/B6/B12, A3, E0
<b>Frame Wall</b>					
G	1-in. to 3-in. Insulation	16	0.081-0.178	3.2	A0, A1, B1, B2/B3/B4, E1, E0



**Tabla 9**

*CLTD por conducción a través de ventanas. (ASHRAE, 1987)*

**Table 3.23 Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors**

<b>Solar Time, hr</b>																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>CLTD, F</b>																							
1	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2

Corrections: The values in the table were calculated for an inside temperature of 78 F and an outdoor maximum temperature of 95 F with an outdoor daily range of 21 deg F. The table remains approximately correct for other outdoor maximums (93 - 102 F) and other outdoor daily ranges (16 - 34 deg F), provided the outdoor daily average temperature remains approximately 85 F. If the room air temperature is different from 78 F, and/or the outdoor daily average temperature is different from 85 F, the following rules apply;

- (A) For room temperature other than 78 F, see Table 3.13.
- (B) For outdoor conditions other than those listed above, see Table 3.13.



**Tabla 10**  
*Coefficientes de transmisión de calor para ventanas (ASHRAE, 1987)*

**Table 3.14A Overall Coefficients of Heat Transmission (*U*-Factor) of Windows and Skylights, Btu/(hr·ft<sup>2</sup>·F)**

Description	Exterior Vertical Panels				Exterior Horizontal Panels (Skylights)	
	Summer**		Winter*		Summer <sup>j</sup>	Winter <sup>i</sup>
	No Indoor Shade	Indoor Shade***	No Indoor Shade	Indoor Shade***		
Flat Glass <sup>b</sup>						
Single Glass	1.04	0.81	1.10	0.83	0.83	1.23
Insulating Glass, Double <sup>c</sup>						
3/16 in. air space <sup>d</sup>	0.65	0.58	0.62	0.52	0.57	0.70
1/4 in. air space <sup>d</sup>	0.61	0.55	0.58	0.48	0.54	0.65
1/2 in. air space <sup>e</sup>	0.56	0.52	0.49	0.42	0.49	0.59
1/2 in. air space, low emittance coating <sup>f</sup>						
$e = 0.20$	0.38	0.37	0.32	0.30	0.36	0.48
$e = 0.40$	0.45	0.44	0.38	0.35	0.42	0.52
$e = 0.60$	0.51	0.48	0.43	0.38	0.46	0.56
Insulating Glass, Triple <sup>c</sup>						
1/4 in. air space <sup>d</sup>	0.44	0.40	0.39	0.31		
1/2 in. air space <sup>g</sup>	0.39	0.36	0.31	0.26		
Storm Windows						
1 in. to 4 in. air spaces <sup>d</sup>	0.50	0.48	0.50	0.42		
Plastic Bubbles <sup>k</sup>						
Single					0.80	1.15
Double					0.46	0.70



**Tabla 11**

*Factor de ganancia Solar Máximo btu/hr.ft2 para ventanas externas. (ASHRAE,1987)*

**Table 3.25 Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft<sup>2</sup>) for Sunlit Glass, North Latitudes**

		0 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Apr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
June	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
July	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Aug.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sep.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dec.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

		16 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Apr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
June	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
July	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Aug.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sep.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dec.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

		4 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	33	33	79	170	229	252	237	193	141	286
Feb.	35	35	123	199	242	248	215	152	88	301
Mar.	38	77	163	219	242	227	177	96	43	302
Apr.	55	125	189	223	223	190	126	43	38	287
May	93	154	200	220	206	161	89	38	38	272
June	110	164	202	215	196	147	73	38	38	263
July	96	154	197	215	200	156	85	39	38	267
Aug.	59	124	184	215	214	181	120	42	40	279
Sep.	39	75	156	209	231	216	170	93	44	293
Oct.	36	36	120	193	234	239	207	148	86	294
Nov.	34	34	79	168	226	248	232	190	139	284
Dec.	33	33	62	157	221	250	242	206	160	277

		20 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Feb.	31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Mar.	34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Apr.	38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
May	47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
June	59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
July	48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Aug.	40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Sep.	36	46	127	191	225	225	199	148	114	275
Oct.	32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Nov.	29	29	48	136	197	239	249	229	211	230
Dec.	27	27	35	122	187	238	254	241	226	217

		8 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Apr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
June	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
July	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Aug.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sep.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dec.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

		24 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Apr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
June	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
July	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Aug.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sep.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dec.	26	26	29	112	180	234	247	247	237	199

		12 Deg								
	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	31	31	63	155	217	246	247	212	182	262
Feb.	34	34	105	186	235	248	226	177	133	286
Mar.	36	58	148	210	240	233	190	124	73	297
Apr.	40	108	178	219	227	200	142	64	40	290
May	60	139	194	220	212	173	106	40	40	280
June	75	149	198	217	204	161	90	40	40	274
July	63	139	191	215	207	168	102	41	41	275
Aug.	42	109	174	212	218	191	135	62	142	282
Sep.	37	57	142	201	229	222	182	121	73	287
Oct.	34	34	103	180	227	238	219	172	130	280
Nov.	32	32	63	153	214	241	243	209	179	260
Dec.	30	30	47	141	207	242	251	223	197	250

		28 Deg								
	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Feb.	29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Mar.	33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Apr.	36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
May	40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
June	51	125	178	211	213	184	128	68	49	278
July	41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Aug.	38	83	149	199	220	207	172	120	91	272
Sep.	34	38	111	179	219	226	213	177	154	256
Oct.	30	30	71	151	204	236	238	217	202	229
Nov.	26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Dec.	24	24	24	99	172	227	248	251	246	179



**Tabla 12**

*Factor de enfriamiento para vidrios sin sombra interior. (ASHRAE 1987)*

**Table 3.27 Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes**

Fenes- tration Facing	Room Con- struction	Solar Time, hr.																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.79	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31
M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27	
H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28	
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	
H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	
H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	
H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	
H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	
H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.35	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	
H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	
H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	
H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	
WSW	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18	
H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16	
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16	
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	
H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	
HOR.	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18	
H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	





**Tabla 13**

*Valor promedio de factor de balastra para luces fluorescentes. (ASHRAE 1987)*

**Table 4.1 Average Values of Ballast Factor,  $F_s$ ,  
for Fluorescent Lights**

Users should consult manufacturer's specifications when possible. Speciality equipment, energy savings ballasts and other lighting system conditions can produce significantly different results from these values.

Lamp Wattage	No. of Lamps Per Fixture	$F_s$
35	1	1.30
40		
35	2	1.20
40		
60	1	1.30
75		
60	2	1.20
75		
110	1	1.25
110	2	1.07
160	1	1.15
160	2	1.08
185	1	1.08
215		
185	2	1.06
215		



**Tabla 14**

*Ganancias de calor para ocupantes dentro de un ambiente. (ASHRAE 1987)*

**Table 4.5 Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces<sup>a</sup>**

Degree of Activity	Typical Application	ADULT MALE		ADJUSTED GROUP <sup>b</sup>		ADJUSTED GROUP <sup>b</sup>		ADJUSTED GROUP <sup>b</sup>	
		%/person Watts	+ q <sub>l</sub> /person Btu/h	%/person Watts	+ q <sub>l</sub> /person Btu/h	%/person Watts	Btu/h	%/person Watts	q <sub>l</sub> /person Btu/h
Seated at rest	Theater, movie	115	400	100	350	60	210	40	140
Seated, very light work writing	Offices, hotels, apts	140	480	120	420	65	230	55	190
Seated, eating	Restaurant <sup>c</sup>	150	520	170	580 <sup>c</sup>	75	255	95	325
Seated, light work, typing	Offices, hotels, apts	185	640	150	510	75	255	75	255
Standing, light work or walking slowly	Retail Store, bank	235	800	185	640	90	315	95	325
Light bench work	Factory	255	880	230	780	100	345	130	435
Walking, 3 mph, light machine work	Factory	305	1040	305	1040	100	345	205	695
Bowling <sup>d</sup>	Bowling alley	350	1200	280	960	100	345	180	615
Moderate dancing	Dance hall	400	1360	375	1280	120	405	255	875
Heavy work, heavy machine work, lifting	Factory	470	1600	470	1600	165	565	300	1035
Heavy work, athletics	Gymnasium	585	2000	525	1800	185	635	340	1165

<sup>a</sup>Note: Tabulated values are based on 78 F room dry-bulb temperature. For 80 F room dry-bulb, the total heat remains the same, but the sensible heat value should be decreased by approximately 8% and the latent heat values increased accordingly.

<sup>b</sup>Adjusted total heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, with the postulate that the gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and that the gain from a child is 75% of that for an adult male.

<sup>c</sup>Adjusted total heat value for eating in a restaurant, includes 60 Btu/hr for food per individual (30 Btu sensible and 30 Btu latent).

<sup>d</sup>For bowling figure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (400 Btu/hr) or standing and walking slowly (790 Btu/hr).

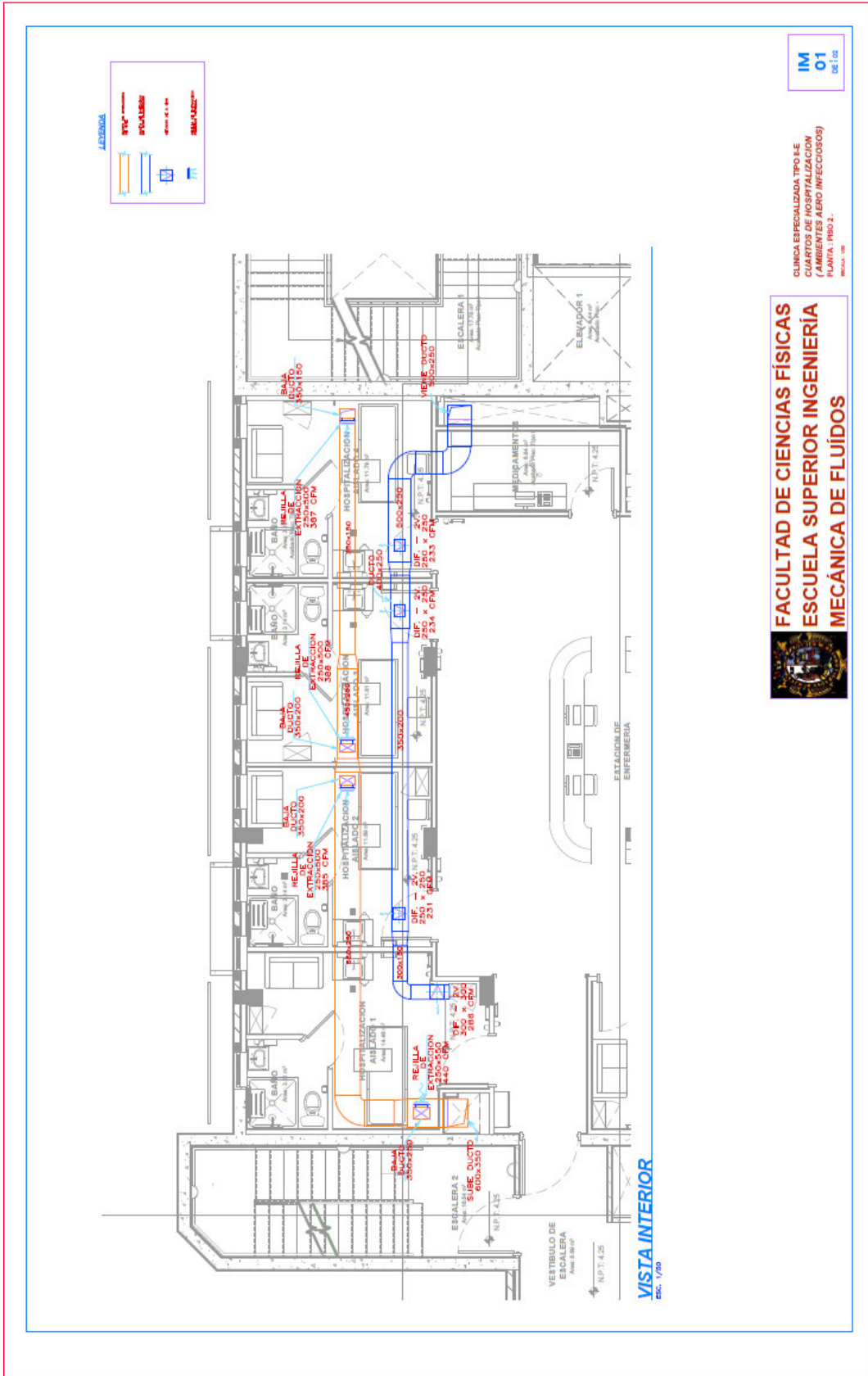
Also refer to Tables 4 and 5, Chapter 8, 1977 ASHRAE Handbook of Fundamentals.

**Tabla 15**

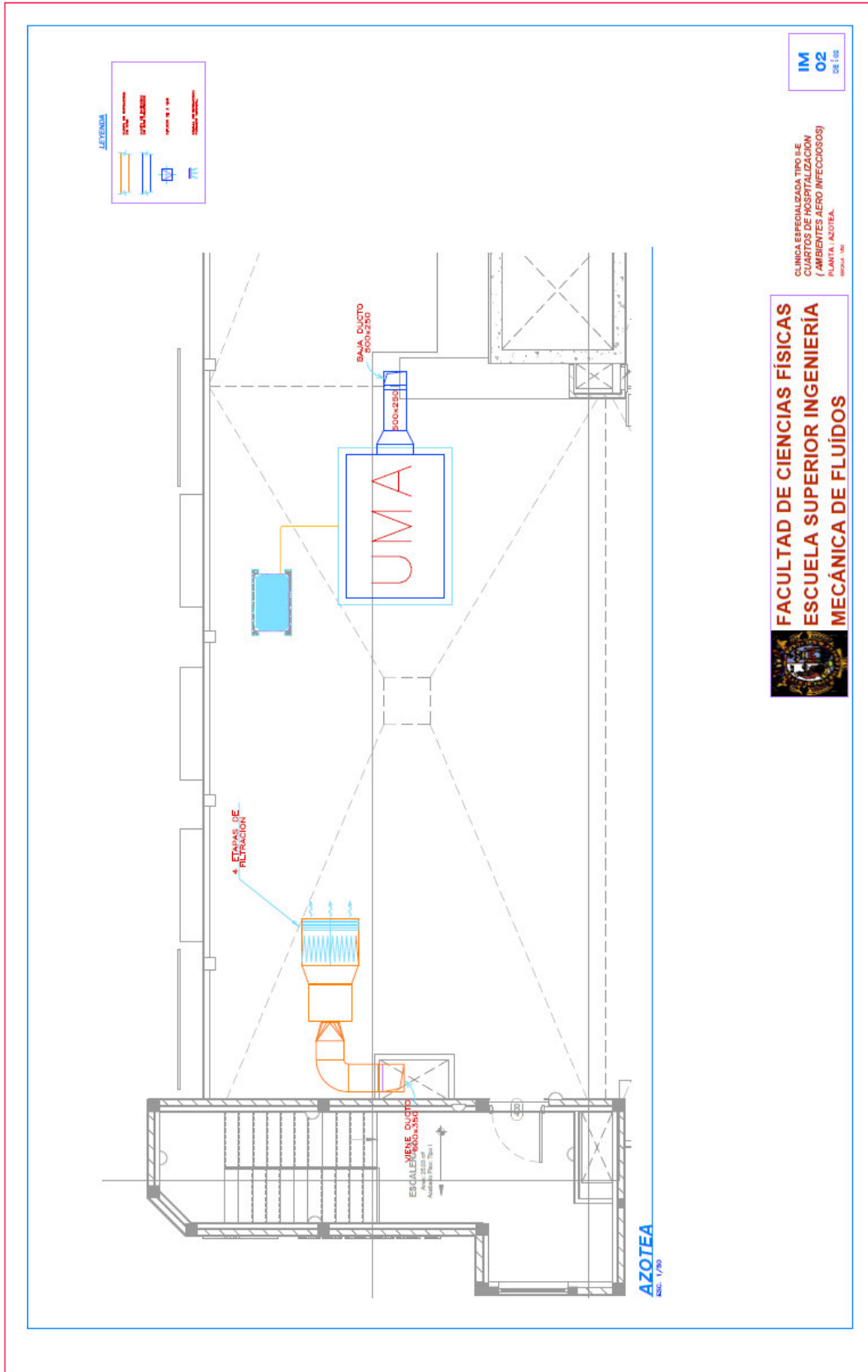
*Factor de enfriamiento del calor sensible para personas. (ASHRAE 1987)*

**Table 4.6 Sensible Heat Cooling Load Factors for People**

Total Hours in Space	Hours after Each Entry Into Space																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21



**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
 ESCUELA SUPERIOR INGENIERÍA  
 MECÁNICA DE FLUIDOS**



  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**ESCUELA SUPERIOR INGENIERÍA**  
**MECÁNICA DE FLUIDOS**

CLÍNICA ESPECIALIZADA TIPO IIE  
 CUÁRTOS DE HOSPITALIZACIÓN  
 AMBIENTES AERO INFECCIOSOS  
 AZOTEA  
 ESC. 1/20

**IM**  
**02**  
 DE 108