

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN DE  
OLORES PARA EL DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MORGUE DE LA  
ESCUELA DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JORGE ARMANDO GOMEZ ROJAS  
RICARDO JOSE NIETO BUSTAMANTE**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2010**

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN DE  
OLORES PARA EL DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MORGUE DE LA  
ESCUELA DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JORGE ARMANDO GOMEZ ROJAS  
RICARDO JOSE NIETO BUSTAMANTE**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director  
NESTOR RAUL D´CROZ TORRES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esto como primera medida a DIOS, quien ha sido un gran apoyo en mi vida y siempre ha estado junto a mí.

A mis padres Luis Armando Gómez V. y Patricia Rojas Gómez , que sin ellos no hubiese podido haber logrado nada de lo que soy ahora; dedicarles todo lo que soy y agradecerles hasta la eternidad todo lo que han hecho por mí.

A mi familia entera, por apoyarme y siempre estar dispuestos a colaborar en todo, gracias.

A Laura Sofía, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis amigos incondicionales que les debo mucho, gracias por su apoyo y su amistad.

A Ricardo José, por su amistad incondicional, su paciencia y apoyo como compañero de proyecto.

Y dedicar este logro a todas las personas importantes en mi vida que estuvieron cerca de mí apoyando y dándome fuerzas para ser cada día una mejor persona.

**JORGE ARMANDO GOMEZ ROJAS**

Le dedico este triunfo principalmente a Dios, por ser guía y fuente de fortaleza y paciencia.

A mis padres, Luz Margarita Bustamante y Rubén Darío Nieto, por todos sus sacrificios para sacarme adelante y formarme como profesional. Por su incondicional amor y palabras de aliento que sin duda, me revistieron de energía y confianza para llegar a este punto.

A mis hermanos, por alimentar ese deseo de triunfo y de superación, además de su incondicional amor.

A mis sobrinos, porque sus sonrisas latentes en mi memoria, me llenan de una inmensa felicidad.

A mi tía Arney Bustamante, por ser ejemplo de éxito y por su incondicional apoyo en todo este trayecto.

A mi abuelito Dimas (q.e.p.d), sé que este triunfo es de los dos y siempre vivirás en mi corazón. A mi abuelita Dora la adoro con todas mis fuerzas.

A mis amigos, cuya compañía, palabras de aliento, complicidad y cariño, me han seguido siempre.

A Jorge Armando, Por su amistad, su apoyo y motivación para culminar este, nuestro proyecto.

A todas aquellas personas especiales en mi vida, que de una u otra forma me acompañaron en este largo camino, a todos muchas gracias...!

**RICARDO JOSÉ NIETO BUSTAMANTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Industrial de Santander y en especial agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por todos sus aportes y enseñanzas para nuestras vidas.

Al Profesor y Director de Proyecto, Ing. Néstor Raúl D'croz Torres, quien siempre de manera muy especial nos brindó todo su apoyo, paciencia, y sabiduría.

Al Profesor, Ing. Omar Armando Gelvez Arocha, quien nos brindó su apoyo y conocimiento.

Al Ingeniero Julio Martínez, por su paciencia y gran apoyo desinteresado, un muy especial agradecimiento.

A nuestros padres nuevamente, ya que nos quedamos cortos en agradecimiento por su apoyo incondicional.

## TABLA DE CONTENIDP

	<b>PÁG.</b>
INTRODUCCION	33
1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO	38
1.1 CARGAS TÉRMICAS	39
1.1.1 Consideraciones	40
1.1.2 Tasa De Flujo De Calor	42
1.2 PSICROMETRIA	43
1.2.1 Humedades Específicas Y Relativas	44
1.2.2 Volumen Específico Y Densidad	47
1.2.3 Temperatura De Punto De Rocío	48
1.2.4 Entalpia Del Aire Húmedo	49
1.2.5 Saturación Adiabática Y Temperatura De Bulbo Húmedo	51
1.2.6 Carta Sicrométrica	52
1.3 CONCEPTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	53
1.3.1 Conductividad Térmica	53
1.3.2. Convección Térmica	54
1.3.3. Radiación	55
1.4 CONCEPTOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS	56
1.4.1 Fluidos Incompresibles	56
1.4.2. Presión Estática	57
1.4.3. Pérdidas Por Fricción	58
1.4.4. Ecuación De La Energía	60
1.5 AIRE ACONDICIONADO	61
1.5.1 Generalidades	61
1.5.2 Funcionamiento	61
1.5.3 Sistemas De Aire Acondicionado	63

1.5.4. Clasificación De Los Equipamientos	63
1.6 EXTRACCIÓN DE OLORES	65
1.6.1 Funciones De La Extracción	66
1.6.2 Tipos De Extracción	66
1.6.3 Conceptos Y Variables	69
1.7 ACONDICIONAMIENTO DE RECINTOS	70
1.7.1 Ambientes En Morgue	70
1.7.2 Ambientes En Laboratorios De Patología	73
1.7.3 Soluciones Químicas.	74
1.8 CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT	76
1.8.1 El Aire	76
1.8.2 Calidad Del Aire Anterior	77
1.8.3 Confort	80
1.8.4 Condición Óptima De Diseño	82
1.9 ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007	84
1.9.1 Calidad del aire exterior	84
1.9.2 Sistemas y equipos	85
1.9.3 Procedimiento para rata de ventilación	88
1.10 HIGIENE Y SEGURIDAD AMBIENTAL.	90
1.10.1 Agentes Químicos	91
1.10.2 Agentes Físicos	92
1.10.3 Agentes biológicos	95
1.11 FILTROS	96
1.11.1 Filtros de aire para sistemas de aire acondicionado	97
1.11.2 Filtros de alta eficiencia	97
1.11.3 Requisitos para filtración eficiente	99
1.12 RUIDO Y VIBRACIONES.	100
2. ANALISIS Y CUANTIFICACION DE VARIABLES.	102

2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RECINTOS SEGÚN SUS CONDICIONES DE OPERACIÓN.	102
2.1.1 Críticos	103
2.1.2 Intermedios	103
2.2. PARÁMETROS CRÍTICOS DE OPERACIÓN	104
2.2.1. Clasificación De Los Parámetros Críticos (Criticidad De Ambientes).	104
2.2.2. Cuadro De Criticidad En Ambientes.	106
2.2.3. Cuadro De Resultados.	107
2.3 CUADRO DE VARIABLES	108
2.3.1 Temperatura	108
2.3.2 Humedad	108
2.3.3 Olores	109
2.3.4 Contaminantes de aire	109
2.3.5. Formato Variables	109
2.3.6. Parámetros Cuantitativos	113
2.4 ZONAS DE ANALISIS Y DISEÑO.	115
2.4.1. Zona 1	116
2.4.2. Zona 2	116
2.4.3. Zona 3	116
2.4.4. Zona 4	117
3. CONSIDERACIONES INICIALES DE DISEÑO.	118
3.1 CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION	119
3.1.1 Materiales de construcción	119
3.1.2 Tamaño de los componentes	120
3.1.3 Colores Externos De Fuentes	125
3.2 UBICACIÓN ESPACIAL	125
3.2.1 Ubicación Catastral	125
3.2.2 Orientación	126
3.2.3 Sombra Externa	127

3.3 CONSIDERACIONES EXTERNAS DE DISEÑO:	132
3.3.1 Información Climática Bucaramanga	132
3.3.2 Condiciones Generales de Bucaramanga:	135
3.3.3 Selección Condiciones De Diseño Exterior	136
3.4 CONDICIONES INTERNAS DE DISEÑO:	137
3.4.1 Selección Consideraciones De Diseño Interior Por Zonas:	138
3.5 RUTINA DE OPERACIÓN:	139
3.5.1 Iluminación.	139
3.5.2 Ocupantes:	140
3.5.3 Equipo Interno:	141
3.5.4 Aplicaciones y procesos	142
3.5.5 Horarios De Operación	143
3.6 FECHA Y TIEMPO DE CALCULOS.	144
4. DISEÑO BASICO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION.	145
4.1 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO	145
4.2. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	146
4.2.1. Metodología De Cálculo Y Resultados	146
4.2.2. Análisis De Resultados	151
5. DISEÑO DETALLADO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION.	154
5.1. UNIDADES ACONDICIONADORAS	154
5.1.1. Selección de Equipos	155
5.1.2. Cuarto De Maquinas	167
5.2. TRAZADO DE DUCTOS	167
5.3. DISEÑO DE DUCTOS	168
5.3.1. Ducto De Suministro	172
5.3.2. Ducto De Retorno	175

5.4. SISTEMA DE EXTRACCION	178
5.5. REJILLAS Y DIFUSORES	181
5.5.1. Suministro	181
5.5.2 Retorno	188
5.5.3. Extracción	190
5.6. SELECCIÓN TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN	192
5.7. FILTROS	195
5.8. TABLEROS ELECTRICO	201
6. PRESUPUESTO	203
6.1. GENERALIDADES	203
6.2. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN	209
6.3. OBRAS CIVILES	211
7. CONCLUSIONES	212
8. RECOMENDACIONES	214
BIBLIOGRAFIA	216
ANEXOS	217

## LISTA DE FIGURAS.

	<b>PAG.</b>
Figura 1. Esquema básico de un sistema de acondicionamiento de aire	38
Figura 2. Flujo de calor transiente.	39
Figura 3. Mecanismos de transferencia de calor, en una pared	41
Figura 4. Conducción, convección y radiación	43
Figura 5. Líneas de humedad relativa constante en la carta psicrométrica	45
Figura 6. Líneas de volumen constante en la carta sicrométrica	48
Figura 7. Temperatura de punto de rocío	48
Figura 8. Líneas de entalpía constante en la carta psicrométrica	50
Figura 9. Psicrómetro, representación esquemática	52
Figura 10. Carta psicrométrica	53
Figura 11. Mecanismos de transferencia de calor en una	54
Figura 12. Incidencia de energía solar vidrios.	55
Figura 13. Sonda de Presión estática.	58
Figura 14. Trabajo del refrigerante.	62
Figura 15. Split system.	65
Figura 16. Extracción por sobrepresión.	66
Figura 17. Extracción por depresión.	67
Figura 18. Extracción general.	68
Figura 19. Extracción localizada.	68
Figura 20. Movimiento de aire a través de un ducto.	69
Figura 21. Presión dinámica de aire en función de su velocidad.	70
Figura 22. Síndrome de los edificios enfermos.	78
Figura 23. Esquema de acondicionamiento empleando 1 ó 2 ventiladores.	79
Figura 24. Ejemplos de valores de MET, para diferentes actividades.	80
Figura 25. Ejemplo de valores de CLO para diversas vestimentas.	81

Figura 26. Análisis de valores de CLO de vestimenta típica, para el diseño en verano en invierno.	81
Figura 27. Características de variación de humedad relativa.	82
Figura 28. Grafico del porcentaje de personas confortables.	83
Figura 29. Tamaño de partículas contaminantes y tipos de filtros.	83
Figura 30. Tamaño de algunos contaminantes atmosféricos corrientes.	96
Figura 31. Filtros de alta eficiencia. HEPA.	98
Figura 32. Filtros de alta eficiencia. Hepa	98
Figura 33. Filtros planos tipo LE.	99
Figura 34. Escala de presión y nivel de sonido.	101
Figura 35. Esquema parámetros críticos de operación.	104
Figura 36. Plano de la planta físicas zonificado.	115
Figura 37. Costado norte de la edificación.	120
Figura 38. Extensión total costado Este de la edificación.	120
Figura 39. Costado Sur de la edificación.	121
Figura 40. Extensión total costado Oeste de la edificación.	121
Figura 41. Ventanas costado norte de la edificación.	122
Figura 42. Ventanas costado norte de la edificación.	123
Figura 43. Costado Este de la edificación.	123
Figura 44. Ingreso a las Instalaciones, costado Sur.	123
Figura 45. Ventanas costado Sur de la edificación.	124
Figura 46. Ventanas costado Oeste de la edificación.	124
Figura 47. Ventanas costado Oeste de la edificación.	124
Figura 48. Imagen satelital ubicación catastral Departamento de Patología.	126
Figura 49. Imagen satelital coordenadas geográficas del Departamento de Patología.	126
Figura 50. Incidencia estructural costado norte de la edificación.	127
Figura 51. Incidencia estructural costado norte de la edificación.	128
Figura 52. Incidencia estructural, frente del costado norte de la edificación.	128
Figura 53. Incidencia estructural, frente del costado Este de la edificación.	129

Figura 54. Incidencia estructural del costado Este de la edificación.	129
Figura 55. Incidencia estructural, frente del costado Este de la edificación.	130
Figura 56. Costado Sur de la edificación.	130
Figura 57. Incidencia estructural del costado Sur de la edificación.	131
Figura 58. Incidencia estructural enfrente del costado Oeste de la edificación.	131
Figura 59. Temperaturas máximas absolutas, Bucaramanga.	132
Figura 60. Temperaturas mínimas absoluta, Bucaramanga.	133
Figura 65. Zonas de aplicación de las unidades manejadoras.	155
Figura 66. Ubicación valores de selección.	156
Figura 67. Ubicación valores de selección.	159
Figura 68. Selección serie del ventilador.	162
Figura 69. Resumen de selección del ventilador extractor.	166
Figura 70. Ubicación cuarto de máquinas.	167
Figura 71. Ducturador herramienta de diseño de ductos por LOREN COOK COMPANY	169
Figura 72. Matriz de selección difusores de techo.	182
Figura 73. Difusor línea 3D marco plano.	182
Figura 74. Difusor línea 3D marco descolgado.	183
Figura 75. Difusor línea 3D marco plano 3 vías.	184
Figura 76. Difusor línea 3D, 2 vías a 90°	185
Figura 77: Rejillas de retorno de aleta fija marco estándar.	188
Figura 78. Matriz de selección RRAFE	189
Figura 79: Rejillas de retorno de aleta fija marco estándar.	191
Figura 80. Esquema del tablero eléctrico de cada manejadora	202
Figura 81. Esquema tapa tablero eléctrico de cada manejadora	202

## LISTA DE TABLAS.

	<b>PAG.</b>
Tabla 1. Composición del aire seco a 1 atm	43
Tabla 2. Límites de temperatura, humedad y ventilación.	73
Tabla 3. Componentes del aire seco.	76
Tabla 4. Componentes de aire limpio y ejemplo de aire contaminado	77
Tabla 5. Concentraciones permisibles para una calidad de aire ambiente aceptable.	85
Tabla 6. Ratas de ventilación para entidades de salud.	86
Tabla 7. Clasificación de calidad de aire para recirculación	87
Tabla 8. Concentración permitida, para sustancias comunes.	89
Tabla 9. Clasificación de agentes causales de enfermedades ocupacionales.	91
Tabla 10. Mínima eficiencia (MER) y su clasificación.	99
Tabla 11. Requisitos propuestos para una filtración eficiente, retorno, circulación de aire, transferencia de aire.	100
Tabla 12. Criticidad en ambientes.	106
Tabla 13. Resultados de criticidad en ambientes.	107
Tabla 14. Variables para los recintos.	109
Tabla 15. Cuantificación de variables para cada recinto.	111
Tabla 16. Cuantificación de variables para cada recinto.	112
Tabla 17. Cuantificación de variables de flujo de elementos.	114
Tabla 18. Materiales utilizados en la construcción.	119
Tabla 19. Principales condiciones climáticas, Bucaramanga.	132
Tabla 20. Observación Astronómica: Sol en Bucaramanga.	136
Tabla 21. Selección de la condición de diseño exterior.	137
Tabla 22. Condiciones internas de diseño	138
Tabla 23. Iluminación de las instalaciones por zonas y recinto.	139
Tabla 24. Cantidad de ocupantes por zonas y recinto	140

Tabla 25. Área de influencia, recinto, equipos, cantidad y consumo de potencia para las zonas 1 y 2.	141
Tabla 26. Área de influencia, recinto, equipos, cantidad y consumo de potencia para las zonas 3 y 4.	142
Tabla 27. Horarios de operación por zonas y recintos.	143
Tabla 28. Cuantificación de datos sobre criterios y consideraciones.	148
Tabla 29. Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 1 y 2. Software: Carrier.	149
Tabla 30. Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 1 y 2. Software: Herramienta Computacional Pedagógica.	150
Tabla 31. Comparación entre las Herramientas utilizadas en los cálculos.	152
Tabla 32. Áreas y parámetros por unidad manejadora.	155
Tabla 33. Selección de condensadoras YORK. Serie Predator.	157
Tabla 34. Selección de manejadoras/condensadoras YORK. Serie Predator.	158
Tabla 35. Selección de condensadoras YORK. Serie Predator.	160
Tabla 36. Selección de manejadoras/condensadoras YORK. Serie Predator.	161
Tabla 37. Recubrimiento y su recomendación para diferentes solventes.	164
Tabla 38. Selecciones para la línea de suministro usando el ducturador	170
Tabla 39. Selecciones para las líneas de retorno usando el ducturador	171
Tabla 40. Selecciones para las líneas de extracción usando el ducturador	172
Tabla 41. Caudales de impulsión	173
Tabla 42. Selección de ductos, por recinto, según caudal y factor de pérdida por fricción constante e igual a 0.15 in. De H20 por 100 ft de ducto.	173
Tabla 43. Caudales de retorno por recinto para los dos sistemas.	175
Tabla 44. Recintos, caudal de retorno y sección de ductos.	176
Tabla 45. Presiones diferenciales +: positiva, -: negativa, 0: igual presión	179
Tabla 46: Sistemas de extracción, recintos y caudales del 40%.	179
Tabla 48. Guía de selección difusor línea 3D 4 vías.	183
Tabla 49. Guía de selección difusor línea 3D 3 vías.	185
Tabla 50. Guía de selección difusor línea 3D 2 vías.	186

Tabla 51. Selección de rejillas de suministro	187
Tabla 52. Guía de selección rejillas de extracción y retorno de aleta fija marco estándar.	189
Tabla 53. Selección rejillas de retorno.	190
Tabla 54. Guía de selección rejillas de extracción y retorno de aleta fija marco estándar.	191
Tabla 55. Selección rejillas de extracción.	192
Tabla 56. Tamaño de tubería de cobre-OD tipo L, Evaporador al compresor	192
Tabla 57. Tamaño de tubería de cobre-OD tipo L, Recibidor al evaporador.	194
Tabla 58: Guía de selección filtros de alta eficiencia (HEPA)	197
Tabla 59: Guía de selección filtros de carbono activado	198
Tabla 60: Guía de selección pre-filtros 65%	199
Tabla 61: Guía de selección pre-filtros 35%	200
Tabla 62: Relación de equipos, especificación y cantidad	203
Tabla 63: Relación de tubería y accesorios de refrigeración.	203
Tabla 64: Accesorios de los sistemas	204
Tabla 65: Cantidades de obra línea de suministro	204
Tabla 66. Cantidades de obra línea de retorno	205
Tabla 67: Cantidades de obra línea de extracción	206
Tabla 68: Cantidades de obra aislamiento.	207
Tabla 69: Relación de rejillas para suministro, retorno y extracción (clasificación)	207
Tabla 70: Relación de filtros y cantidades.	208
Tabla 71: Elementos de los tableros eléctricos y cantidades.	208

## LISTA DE ANEXOS

	<b>PÁG.</b>
ANEXO A. RESUMEN CARGAS TERMICAS MANEJADORA 1.	218
ANEXO B. RESUMEN CARGAS TERMICAS MANEJADORA 2.	231
ANEXO C. SELECCIÓN MANEJADORA 1.	248
ANEXO D. PLANOS DE DISEÑO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION.	249
ANEXO E. PROPUESTA PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.	250

## NOMENCLATURA

$M_a$	Masa de aire, g/mol
$R_a$	Constante particular del aire, J/Kg
$M_v$	Masa de vapor en el aire, g/mol
$R_v$	Constante particular del vapor, J/Kg
$\omega$	Humedad especifica, $\frac{Kg.vapor}{Kg.aire.húmedo}$
$\rho_a$	Densidad del aire, (Kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_v$	Densidad del vapor, (Kg/m <sup>3</sup> )
P	Presión, Pa
X	Fracción másica,
$\varphi$	Humedad relativa, %
$\delta$	Densidad relativa aire húmedo, (Kg/m <sup>3</sup> )
$t_r$	Temperatura de punto de rocío, °C
$h_a$	Entalpía de aire, KJ/Kg
$C_{pa}$	Calor especifico a presión constante del aire, (J/Kg.K)
$k$	Conductividad térmica, (W/k.m)
A	Área, m <sup>2</sup>
$\dot{Q}$	Flujo de calor, W/ m <sup>2</sup>
$\varepsilon$	Emisividad
$\alpha$	Absortividad
B	Modulo de compresibilidad, (Pa)
$g$	Gravedad, m / s <sup>2</sup>
$\gamma$	Gravedad especifica
V	Velocidad, m/ s

$K$	Coeficiente de pérdidas
$e$	Energía, J
$\dot{W}$	Potencia, W
$TR$	Toneladas de refrigeración, TR
$Q$	Caudal, CFM
$P_e$	Presión estática, Pa - in de H2O
$P_t$	Presión total, Pa - in de H2O
N	Norte
O	Oeste
E	Este
S	Sur

## UNIDADES

m	Metro
s	Segundo
Kg	Kilogramo
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
K	Grado Kelvin
W	Watt (J/s)
BTU	BTU (1.055 J)
TR	Toneladas de refrigeración (12000 BTU/hr, 3750 W)
N	Newton ( $Kg \cdot m / s^2$ )
Pa	Pascal ( $N / m^2$ )
J	Joule (N.m)
Atm	Atmosfera (101,325 KPa)
MET	Energía térmica metabólica ( $50 Kcal/hm^2$ )
CLO	Clothing ( $0, 18 m^2h^{\circ}C/kcal$ )
Ft	Pies
In	Pulgadas
Lb	Libra

## GLOSARIO

**ABSORTIVIDAD:** Representa la parte de la radiación que es absorbida por una superficie, se designa por  $\alpha$  y sus valores están comprendidos entre 0 y 1.

**AIRE:** Es una mezcla de gases con predominancia del Nitrógeno y Oxígeno, además de partículas solidas, y si excluimos el vapor de agua y el polvo atmosférico es de composición prácticamente constante.

**AIRE HÚMEDO:** Mezcla de aire seco y vapor de agua.

**CALOR LATENTE:** Cantidad de energía necesaria, para causar el cambio de fase en un cuerpo. Está relacionado con el cambio en la humedad relativa.

**CALOR SENSIBLE:** Es la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura de un cuerpo sin afectar su arreglo molecular.

**CARGA TÉRMICA:** cantidad de energía que hay que extraer en un espacio para mantener las condiciones diseñadas de temperatura y humedad en cierta aplicación.

**CAUDAL:** Es la cantidad de flujo  $Q$  [ $m^3/h$ ] de aire circulante, a través de la sección  $A$  ( $m^2$ ), y con una velocidad  $V$ ( $m/s$ ).

**COMPRESOR:** Máquina construida para aumentar la presión, a través de un intercambio de energía. Es capaz de transportar un fluido compresible.

**CONDENSADORA:** Máquina térmica que realiza el intercambio de calor entre dos fluidos produciendo en uno condensación.

**CONDUCCIÓN:** Es la razón de la transferencia de calor a través de una superficie de grosor igual a la unidad, por un área unitaria, por unidad de diferencia de temperatura

**CONFORT:** Es un grupo de condiciones que permiten al ser humano sentir el entorno agradable.

**CONVECCIÓN:** Este modo de transferencia de calor se realiza entre superficies sólidas y sea un gas o un líquido en contacto, que además está en movimiento.

**DIFUSOR:** En este libro se hace referencia a los dispositivos distribuidores de aire colocados en los ductos de suministro.

**DUCTO:** Se constituyen como la tubería por la cual se conduce aire para los diferentes propósitos.

**EDIFICIO ENFERMO:** Edificaciones en las cuales un gran porcentaje de las personas, superior al 20% pueden experimentar efectos negativos sobre la salud y bienestar, gracias a los efectos negativos de la polución.

**EMISIVIDAD:** Es la relación entre la radiación que emite un cuerpo a cierta temperatura y la radiación de un cuerpo negro a la misma. Se designa por  $\varepsilon$  y varía entre 0 y 1.

**EXPANSIÓN DIRECTA:** Estos sistemas de aire acondicionado se caracterizan porque se expande refrigerante, que circula por los serpentines del equipo, causando el enfriamiento del aire que circula en contacto directo con los tubos.

**EXPANSIÓN INDIRECTA:** Usan una unidad capaz de enfriar agua, la cual es distribuida a diferentes equipos que tratan el aire y donde el serpentín trabaja con agua fría, denominados “fan-coil”.

**EXTRACCIÓN LOCALIZADA:** El aire extraído es captado en el mismo lugar en que se produce, es decir, es captado desde la misma fuente; evitando así su difusión por todo el recinto.

**EXTRACCIÓN POR DEPRESIÓN:** Para obtener este tipo de extracción, se ubica un ventilador extrayendo el aire local, lo que induce una depresión del recinto con relación a la presión atmosférica.

**EXTRACCIÓN POR SOBREPRESIÓN:** Se obtiene introduciendo aire a un local poniéndolo en sobrepresión con relación a la presión atmosférica.

**FILTROS:** Es un dispositivo, que tiene la capacidad de eliminar partículas sólidas del aire, tales como, polen, bacterias y polvo, entre otros.

**FORMOL:** Se utiliza para esterilización de instrumentos de hemodiálisis. También utilizado como desinfectante ambiental de salas altamente contaminantes que una vez tratadas deben airearse.

**IHQ:** Inmunohistoquímica, Se desarrolla el tratamiento e identificación de muestras patológicas, mediante tratamientos químicos y físicos, para determinar sustancias específicas en los tejidos.

**LABORATORIO DE CITOLOGÍA:** Área de procesamiento y estudio de las distintas células del cuerpo humano.

**LABORATORIO DE MACROSCOPIA:** se analizan desde el punto de vista macroscópico (dimensiones, peso, color, textura, densidad, etc.), las muestras tomadas de los distintos órganos del cuerpo humano.

**LÍNEA DE RETORNO:** Red de ductos que conducen el aire de recirculación del circuito de aire acondicionado.

**LÍNEA EXTRACCIÓN:** Red de ductos que transportan el aire a expulsar de los recintos.

**LÍNEA DE SUMINISTRO:** Red de ductos que transportan el caudal de aire necesario para proporcionar las condiciones de diseño en los recintos.

**MORGUE:** Se realiza la inspección, disección y análisis, del cadáver con el fin de obtener información anatómica sobre la causa, naturaleza, extensión y complicaciones, de las enfermedades que sufrió en vida el sujeto autopsiado.

**PÉRDIDAS POR FRICCIÓN:** Es la pérdida de carga hidrostática en un flujo desarrollado, gracias al movimiento propio del fluido.

**PRESIÓN ESTÁTICA:** Es la presión que se ejerce en todas las direcciones dentro del ducto: en la misma dirección del aire, en dirección contraria y en dirección perpendicular, sobre las paredes del mismo.

**PSICROMETRÍA:** Es la rama de la termodinámica que estudia las propiedades del aire húmedo.

**RADIACIÓN:** Es un mecanismo de transferencia de calor que hace referencia a la energía que transmiten los cuerpos en forma de ondas electromagnéticas.

**RECINTO:** Es el espacio limitado destinado para el acondicionamiento.

**REFRIGERANTE:** Sustancia utilizada en los sistemas de refrigeración, capaz de absorber calor en su cambio de fase líquido a vapor.

**REJILLAS:** Elemento cuyo fin es la distribución de aire en forma conveniente en los espacios a acondicionar.

**SERPENTÍN:** Es un tubo de variadas formas cuyo fin es producir un intercambio de calor entre dos fluidos en movimiento.

**SISTEMA PAQUETE:** estos equipos agrupan en una sola carcasa todas los procesos necesarios para el funcionamiento del ciclo del aire acondicionado.

**SISTEMA SPLIT:** Están divididos en secciones, una interior y otra exterior, con el fin de separar el circuito de refrigeración

**SOFTWARE:** Código informático-lógico, capaz de realizar ciertas operaciones para las que fueron diseñados.

**TERMOSTATO:** Dispositivo sensible a los cambios de temperatura, capaz de controlar un circuito al recibir una señal.

**TRANSIENTE:** Variable en el tiempo.

**UNIDAD MANEJADORA:** Es la máquina capaz de mantener el caudal de aire a circular a una temperatura de diseño, cuidando otras variables como humedad, y el grado de pureza del aire.

**VÁLVULA:** Este dispositivo mecánico se usa para controlar la circulación de fluidos por conductos, ya sea restringiendo o regulando el paso del mismo.

**VENTILACIÓN:** Técnica que permite sustituir el aire interior de un local por aire puro ambiente.

**XIOL:** Resina vinilica con anti-incrustantes, conteniendo solventes, fácilmente inflamable, nocivo por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

## RESUMEN

### TITULO:

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION DE OLORES PARA EL DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA Y MORGUE DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER\*.**

**AUTORES:** Jorge Armando Gómez Rojas.  
Ricardo José Nieto Bustamante\*\*.

### PALABRAS CLAVES:

Aire Acondicionado, Extracción, Patología, Morgue.

### DESCRIPCION:

Este proyecto está encaminado al desarrollo del proceso de acondicionamiento y extracción de espacios para el Departamento de Patología y Morgue de la Escuela de Medicina de la Universidad Industrial de Santander; mediante el diseño de los sistemas de aire acondicionado y extracción de olores, que permitan el manejo y tratamiento del aire en las instalaciones. En este diseño se realiza un estudio de los recintos a acondicionar, donde se determina el trazado de los ductos de suministro, retorno y extracción, así como la selección y ubicación de los equipos y elementos que comprenden el diseño.

Para el diseño de los sistemas de aire acondicionado y extracción de olores, se realiza un estudio de las normas que rigen este tipo de aplicación en aire acondicionado, como el Standard 62.1 de la ASHRAE; y de normas y decretos para el tipo de actividad que se desarrollan en estos recintos, como el decreto 948 de 1995, en lo referente a la protección y control de la calidad del aire.

En el desarrollo del diseño se realiza un estudio de los recintos más críticos para el acondicionamiento, donde se llega a la zonificación de los espacios para facilitar el análisis y estudios de los mismos. Se determinan las condiciones de las instalaciones, para realizar el cálculo de cargas térmicas que permitan dimensionar el proceso de acondicionamiento. Se realiza el trazado de los ductos y la respectiva selección de las rejillas y de más elementos que intervienen en el diseño. Para los equipos de refrigeración se seleccionan unos de expansión directa, y sistema Split central.

Como parte final se realiza una propuesta del pliego de condiciones generales y especificaciones técnicas que permitan facilitar el proceso de ejecución del diseño; allí se incluye el desarrollo del diseño, así como recomendaciones para la realización del mismo.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Nestor Raul D´Croz Torres

## SUMMARY

**TITLE:**

DESIGN OF THE AIR CONDITIONING AND EXTRACTION OF SMELLS SYSTEMS FOR THE DEPARTMENT OF PATHOLOGY AND MORGUE OF THE SCHOOL OF MEDICINE OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER\*

**WRITERS:** Jorge Armando Gómez Rojas.  
Ricardo José Nieto Bustamante.\*\*

**KEY WORDS:**

Air Conditioning, Extraction, Pathology, Morgue.

**DESCRIPTION:**

This project is directed to the development of the conditioning process and handling of the air in the facilities of the department of pathology and morgue of the school of medicine of the Universidad Industrial de Santander through the design of the system of air conditioning and extraction of smell that would allow the proper handling of the air inside the facilities. In this design was done a study of the place to condition, which determines the route of the supply ducts, return and extraction, as well as the selection and location of the equipment and components that the design includes.

For the design of the air conditioning and extraction of smells systems, was done a study of the rules that governing this type of application in air conditioning, as the Standard 62.1 of the ASHRAE; and the rules and decrees for the type of activities to develop in this facilities, as the decree 948 of 1995, concerning to the protection and control of air quality, among others.

In the design development was done a study of the most critical facilities for conditioning, where it get to the zoning of the spaces to facilitate the analysis and studies of it. Is determinates the conditions of the facilities for calculate thermal loads to have an idea of the conditioning process. Is done the route of the ducts and the selections of the grill and the others components the design includes. For the refrigeration equipment is selected ones of direct expansion and Split Central system.

As a final part was done a proposal of the sheet of paper of the generals conditions and technical specifications that allow the executions process of the design; there is include the development of the design, as well as the minimum recommendations to do it.

---

\* Work Degree

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering,

## INTRODUCCION

La escuela de medicina de la Universidad Industrial de Santander, cuenta con el departamento de patología en el cual se realizan análisis clínicos que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud. Una morgue en la cual se realizan actividades de recepción, alojamiento y tratamiento de cadáveres, mediante el reconocimiento médico legal y operación de autopsia.

Estos departamentos están clasificados de la siguiente manera:

### DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA:

- Histopatología: Área de análisis de muestras de patología, referente al tejido humano, mediante la utilización de un microscopio y equipo especializado.
- Inmunohistoquímica (IHQ): Se desarrolla el tratamiento e identificación de muestras patológicas, mediante tratamientos químicos y físicos, para determinar sustancias específicas en los tejidos.
- Laboratorio de citología: Área de procesamiento y estudio de las distintas células del cuerpo humano.
- Laboratorio de procesamiento macroscópico: se analizan desde el punto de vista macroscópico (dimensiones, peso, color, textura, densidad, etc.), las muestras tomadas de los distintos órganos del cuerpo humano.
- Área limpia y área sucia: Lugares donde se da el tratamiento y almacenamiento de instrumentos.

### MORGUE:

- Área levantamiento: Se da el reconocimiento por parte de los entes judiciales, y el examen externo por parte del personal facultativo del occiso.

- Sala de autopsias: Se realiza la inspección, disección y análisis, del cadáver con el fin de obtener información anatómica sobre la causa, naturaleza, extensión y complicaciones, de las enfermedades que sufrió en vida el sujeto autopsiado.
- Cuarto de trasvase: Se realiza la preparación de sustancias químicas utilizadas en el área de autopsias.

#### SECCIÓN DE PERSONAL Y ATENCIÓN AL PÚBLICO:

- Recibo de muestras
- Área de atención al público
- Oficinas psicólogo y técnico
- Lockers y baños
- Almacén y cuarto de mantenimiento

En estas áreas se desarrollan actividades propias de la atención al público, donde se realiza la recepción y entregan muestras analizadas en el laboratorio, y el desarrollo de actividades de oficina, psicología, y personal técnico y científico.

#### ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.

- Archivo documental: Colección de resultados anatomopatológicos.
- Museo: Colección de muestras para fines académicos.
- Láminas colección: Conjunto de láminas histopatológicas con fines de docencia y de evidencia.
- Archivo bloques: Colección de muestras de tejidos embebidas en parafina para análisis microscópico.

En el desarrollo actual de estas actividades se hace notorio el mal funcionamiento y problemáticas propias de cada uno de los procesos antes mencionados.

Principalmente se evidencian inconvenientes en cuanto a distribución y adecuación de espacios. Es por esto que se planteó un proyecto para la remodelación y el mejoramiento de las condiciones de la planta física.

Por otra parte se resalta el inadecuado tratamiento de los residuos sólidos, ya que no se tiene un control en la disposición y flujo de los mismos.

No se lleva un control y tratamiento de las emisiones de materiales biológicos y químicos. Ya que se cuenta con extractores en mal estado y algunos mal instalados, que realizan la labor de renovación del aire interior, quedándose obsoletos en el tratamiento y purificación de las emisiones, lo que incide en un inapropiado tratamiento del aire, que me permita el control de las emisiones, antes mencionadas, a la atmosfera y al interior de las instalaciones, que me garanticen la calidad del aire interior y exterior sea la adecuada.

Adicional a esto no se cuenta con las debidas condiciones ambientes para la conservación de muestras y material histológico de estudio, debido a que estos procesos se realizan a la temperatura local, alejándolos del estándar normalizado.

En vista de la cantidad considerable de problemáticas evidentes en las instalaciones del departamento, se inició el desarrollo de proyectos de renovación, que les permite mejorar dichos problemas y malos funcionamientos; como el caso del rediseño y adecuación de una nueva planta física que busca resolver el problema de distribución y adecuación de espacios, mediante un diseño más funcional y de mejores condiciones de operación.

En la búsqueda de contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, y de atender las necesidades de la comunidad y en este caso en particular las necesidades de la comunidad universitaria y de sus dependencias, se desarrolla este trabajo de grado que consiste en el diseño de los sistemas de

aire acondicionado y extracción de olores; los cuales nos permiten corregir los problemas de tratamiento, distribución y purificación del aire en forma eficiente, buscando la optimización del lugar de trabajo y atender las demandas propias de seguridad e higiene ambiental.

Actualmente este tratamiento es ejecutado por un sistema de ventiladores y extractores, que circulan el aire de forma no conveniente a través de las áreas de trabajo, sumado a esto no se realiza un correcto tratamiento y purificación del aire que circula en el interior y de la misma manera el que se arroja al exterior. Según la problemática mencionado se hace necesario desarrollar e implementar sistemas que nos permitan controlar, tratar y sostener ambientes; buscando que estos sistemas sean lo más versátil posibles, para obtener un desarrollo más completo, eficiente y de operación en perfecto balance.

En el contenido del trabajo de grado se describe el proceso de diseño para los sistemas de aire acondicionado y extracción de olores; este proceso está completamente guiado por normas reguladas que nos garanticen el correcto desarrollo y funcionalidad del diseño para esta aplicación en especial. Inicialmente se presentan los fundamentos teóricos para el diseño de estos dos sistemas, primordiales para la fase de diseño; seguidamente se realiza un análisis y cuantificación de las variables que interviene en el desarrollo del proyecto, donde se plantea una serie de consideraciones base para el diseño. Posteriormente se procede con las condiciones iniciales de diseño, allí se consignan todos los datos, condiciones, ubicación y estado de las instalaciones, además se consignan datos de las condiciones climáticas de la ciudad de Bucaramanga. Para el cuarto capítulo se especifica el diseño básico, el cual inicia con el cálculo de las cargas térmicas, donde se hace referencia a la metodología de cálculos, y las consideraciones para la realización de los mismos.

Para el quinto capítulo se realiza el diseño detallado para los dos sistemas, especificando los equipos que se seleccionaron, así como el diseño de los ductos y su trazado, la selección de las rejillas y difusores, incluyendo el sistema de filtros para los sistemas.

Para el capítulo sexto se realiza un presupuesto detallado del diseño, donde se incluyen todos los elementos que intervienen en proyecto.

Para finalizar se presentan las conclusiones y recomendaciones que se presentaron en el desarrollo del trabajo de grado.

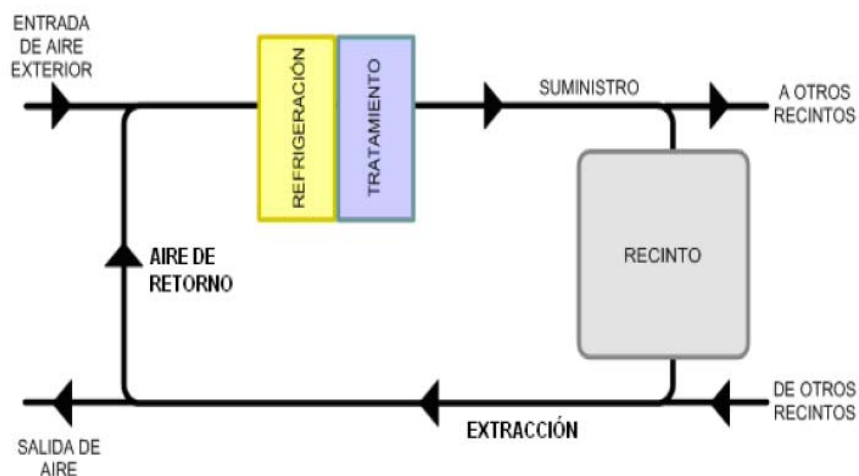
## 1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO

El inconveniente de adecuar un espacio a condiciones confortables especificadas de diseño, generalmente se sujeta a poder determinar:

- La cantidad de aire a suministrar al espacio o ventilación.
- Las condiciones a las que debe estar el aire de suministro, con el fin de que pueda absorber cantidades específicas de energía y humedad, para que el local pueda quedar a las condiciones de diseño establecidas.

El aire suministrado a un área, de forma natural o mediante elementos impulsores, incluye aire recirculado y aire exterior. La función principal de este último es la de ejercer control sobre los olores y, los espacios que son constantemente habitados por personas que necesitan aire proveniente del exterior.

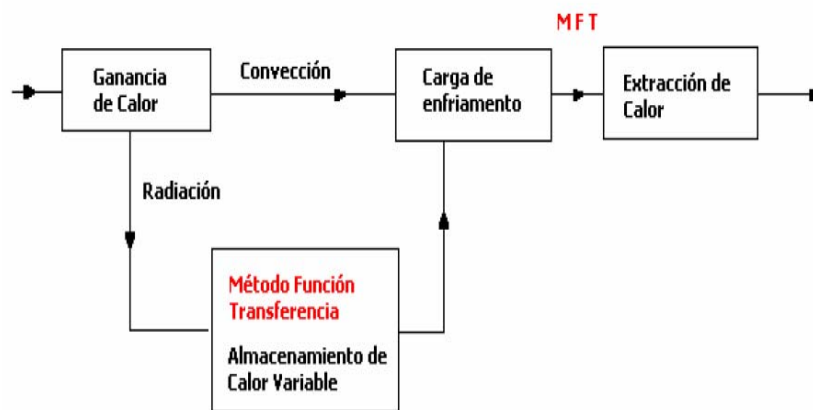
**Figura 1. Esquema básico de un sistema de acondicionamiento de aire**



Fuente: Tesis de grado, AGUILERA, HENRY; CAICEDO, JOSÉ.

El problema de encontrar las pérdidas y ganancias de calor en un espacio varía con el tiempo, porque la temperatura del exterior, la rapidez del viento y la radiación solar están en continuo cambio. No obstante, para fines de diseño, las cargas térmicas se calculan para una transferencia de calor invariable en el tiempo con una temperatura de diseño moderada según condiciones locales que no tienen que ser necesariamente el límite superior o inferior de los rangos pronosticados.

**Figura 2. Flujo de calor transiente.**



Fuente: Tesis de grado REY, Diego; RIVERA, Rafael.

## 1.1 CARGAS TÉRMICAS

La carga térmica también se conoce como carga de enfriamiento, y se define, como la cantidad de energía que hay que extraer en un espacio para mantener las condiciones diseñadas de temperatura y humedad en cierta aplicación; por ejemplo, mantener el confort humano. Es la cantidad de calor que se extrae de un área específica, se expresa en *Btu*. La unidad utilizada en la industria representa la relación de energía y tiempo, *Btu/hr*.

Para hacer el cálculo aproximado de la carga de enfriamiento necesaria con la mayor exactitud posible en áreas y edificaciones las siguientes condiciones son las de mayor relevancia a la hora de tener en cuenta para el diseño.

- Características atmosféricas del lugar.
- Los datos físicos del edificio.
- Orientación de las paredes de la edificación a acondicionar.
- Momento del día en que la carga térmica alcanza su límite superior.
- Características y espesor de los aislamientos.
- El efecto o la incidencia de las edificaciones aledañas al edificio a acondicionar, haciendo énfasis en la cantidad y permanencia de sombras en los vidrios.
- El flujo de personas en el área.
- La carga calórica producida por los equipos internos.
- La cantidad de aire a suministrar.
- Actividad que se realiza en el espacio acondicionado.

Con el fin de realizar el cálculo de la carga de enfriamiento, se han implementado diversos métodos, pero todos tienen en común la evaluación de los anteriores aspectos.

### **1.1.1 Consideraciones**

Como observamos en el numeral anterior las variables a considerar en el diseño de acondicionamiento de aire, son numerosas y algo complicadas de evaluar en el tiempo, puesto estas son de tipo transiente y no siempre tienen relación directa.

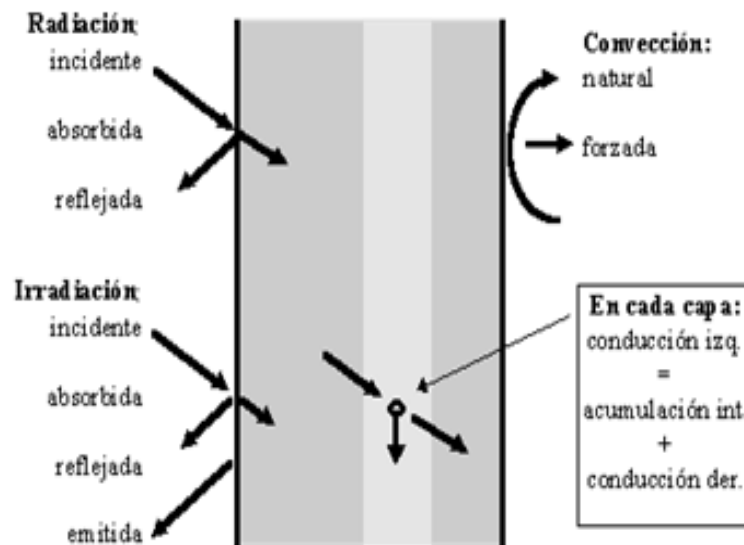
La mayoría de estas variables cambian de manera significativa durante el día y para un periodo de 24 horas su cambio se hace más notorio, por lo tanto es de gran consideración. Los cambios de estas variables pueden darse en momentos

diferentes, por esto se debe hacer un exhaustivo análisis de las mismas, con el fin de que el diseño, garantice las condiciones de confort establecidas.

Una alternativa de solución es dividir el espacio en zonas de estudio, para poder manejar la carga de los espacios de mejor manera, y tener un control sobre la hora pico. El problema con lo anterior es que se puede registrar un incremento en la carga de enfriamiento.

Es importante destacar que los cálculos de carga térmica son estimados, y la validez del diseño depende de que tan bien se utilicen los factores involucrados en la transferencia de calor por conducción en los materiales de construcción, la forma de la edificación, la orientación y la forma de operación del edificio.

**Figura 3. Mecanismos de transferencia de calor, en una pared**



Fuente: [http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/1\\_calor/4\\_transm/indexhtm](http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/1_calor/4_transm/indexhtm)

### 1.1.2 Tasa De Flujo De Calor

Se pueden diferenciar en los cálculos de acondicionamiento de aire 4 tasas relativas de flujo de energía en forma de calor, cada una de las cuales son variables en el tiempo y deben ser diferenciadas y tenidas en cuenta:

- Aumento de calor en el área.
- Carga de enfriamiento del área.
- Tasa de extracción de calor del área.
- Carga del serpentín de la unidad.

La ganancia de calor en el espacio, es aquella a la cual entra y/o es generada esta ganancia al interior del lugar en un momento determinado. La ganancia de calor es clasificada por:

- El modo, en como entra en el espacio.
- Si es sensible o latente.

Los modos de ganancia de calor se pueden dar como:

- Radiación solar a través de los vidrios o fuentes transparentes.
- Conducción a través de las paredes del exterior y techos.
- Conducción a través de las divisiones internas, techos, pisos.
- Calor generado por las personas ocupantes, luces y propias de la aplicación.
- Energía transferida resultado de la ventilación e infiltraciones de aire exterior.
- El aumento de calor por fuentes misceláneas.

La ganancia de calor es suministrada directamente por los mecanismos de transferencia de calor, conducción, convección y radiación, teniendo en cuenta el factor de acumulación.

**Figura 4. Conducción, convección y radiación**



Fuente: <http://blog-fisico.blogspot.es/>

## 1.2 PSICROMETRIA

Es la rama de la termodinámica que estudia las propiedades del aire húmedo, definiendo aire húmedo como la mezcla de aire seco y vapor de agua.

El aire es una mezcla de gases con predominancia del Nitrógeno y Oxígeno, además de partículas solidas y si excluimos el vapor de agua y el polvo atmosférico es de composición prácticamente constante.

**Tabla 1. Composición del aire seco a 1 atm**

Sustancia	Análisis molar, %	Análisis másico, %
Nitrógeno	78.084	74.496
Oxígeno	20.948	23.139
Argón	0.934	1.279
Gas Carbónico	0.031	0.047
Hidrógeno, Neón, helio, metano, Bióxido de azufre y trazas de otros gases.	0.003	0.039

Fuente: "TERMODINÁMICA APLICADA", JUAN F. MARADEY

Según la composición de la tabla, la masa molar del aire es  $M_a = 28,97 \text{ g/mol}$ , y la constante particular  $R_a = 287 \text{ J/(Kg.K)}$ . Para el otro componente del aire húmedo, el vapor, tomaremos  $M_v = 18,02 \text{ g/mol}$  y  $R_v = 461 \frac{\text{J}}{\text{Kg.K}}$ .

### 1.2.1 Humedades Específicas Y Relativas

En la “TERMODINÁMICA APLICADA” de Juan F. Maradey, se define la humedad específica como la razón entre la masa de agua y la masa de aire seco, en un volumen definido de la mezcla, se designa con la letra griega,  $\omega$  (omega), entonces:

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = \rho_v / \rho_a \quad (1)^1$$

En la anterior ecuación,  $\rho_a$  y  $\rho_v$  representan las densidades parciales del vapor de agua y del aire seco.

En numerosas aplicaciones en las que se utiliza aire húmedo, las presiones parciales de sus componentes tienen una magnitud suficiente como para que no presenten comportamiento de gas ideal, por lo tanto la presión de la mezcla es la suma de las presiones parciales de sus componentes:

$$P = P_a + P_v \quad (1)$$

La humedad específica es calculada normalmente según<sup>2</sup>:

$$\omega = 0,622 * \frac{P_v}{P - P_v} \quad (1)$$

De la ecuación anterior podemos inferir que la humedad específica es función solamente de la presión del vapor. Las unidades de esta magnitud son:

---

<sup>1</sup> Humedad específica según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey.

<sup>2</sup> Ecuación, humedad específica, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey.

$$\omega = \left[ \frac{\text{Kg.vapor}}{\text{Kg.aire.húmedo}} \right] (1)$$

La constante 0.622 es resultado de dividir la masa molar del vapor sobre la masa molar del aire seco, o la relación entre las constantes particulares  $R_a$  y  $R_v$ .

La fracción másica del vapor se puede calcular como se sigue<sup>3</sup>:

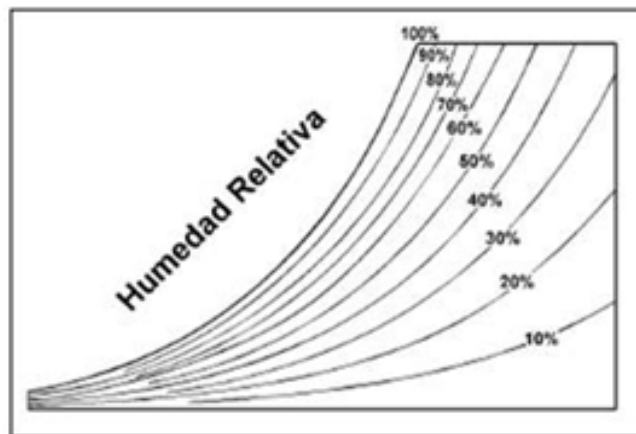
$$X_v = \frac{\omega}{0.622 + \omega} (1)$$

Cuando el vapor se encuentra en estado saturado, es decir cuando  $P_v$  tiene su valor máximo, podemos encontrar el valor máximo para la humedad relativa, cuando esto sucede se puede decir que el aire está saturado.

Para la humedad específica del aire en estado saturado tenemos:

$$\omega^* = 0,622 * \frac{P^*}{P - P^*} (1)$$

**Figura 5. Líneas de humedad relativa constante en la carta psicométrica**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/operacion-unitaria-humidificacion/operacion-unitaria-humidificacion2.shtml>.

<sup>3</sup> Fracción másica del vapor, según "TERMODINAMICA APLICADA" de Juan F. Maradey

El rango de valores en el que oscila el valor de la humedad específica es de 0 hasta el valor dado por  $\omega^*$ . En condiciones climáticas normales los valores de humedad específica son pequeños, pero si hacemos un incremento de temperatura isobáricamente, estos valores pueden llegar a ser muy grandes.

Se le conoce al término aire sobresaturado a la mezcla de aire saturado y agua líquida. El agua se encuentra en suspensión fina, que es lo que comúnmente conocemos como neblina.

Como se ha mencionado la humedad del aire es un factor de suma importancia en la comodidad humana. El ser humano es capaz de resistir temperaturas más altas y por mayor tiempo cuando el aire se encuentra seco.

El contenido de humedad en el aire ambiente es muy pequeño, pero los efectos sobre la comodidad humana son bastante significativo. La humedad relativa<sup>4</sup> ( $\phi$ ) es la cuantificación de este fenómeno ambiental. Se define como la relación entre la masa de vapor en un volumen y la masa de vapor que habría en el mismo volumen si la mezcla estuviera saturada a la misma temperatura  $m_v^*$ .

$$\phi = \frac{m_v}{m_v^*} = \rho_v / \rho'' = P_v / P^* \quad (1)$$

Los valores de humedad relativa son más familiares, en el sentido que se tiene un mayor entendimiento de cuanto representan en un ambiente, es el término más usado para acondicionamiento de aire. Los valores de humedad relativa se acostumbran a darlos en forma de porcentaje

Con el uso de tablas de vapor, se puede determinar la presión de vapor, y conociendo los valores de humedad relativa, temperatura ambiente y la presión

---

<sup>4</sup> Definición humedad relativa, según "TERMODINAMICA APLICADA" de Juan F. Maradey

del aire, se puede calcular la humedad específica, utilizando la siguiente expresión:

$$\omega = 0,622 * \frac{\varphi * P^*}{P_a} \quad (1)$$

La importancia de la humedad relativa, radica en que es una medida de que tan cerca está el aire de la condición de saturación a una determinada temperatura.

### 1.2.2 Volumen Específico Y Densidad

Por definición el volumen específico del aire húmedo<sup>5</sup> es:

$$v = \frac{V}{m_a + m_v} = \frac{V_a}{1 + \omega} \quad (1)$$

En donde:

$$V_a = \frac{R_a * T}{P} * (1 + 1,608\omega) \quad (1)$$

La ecuación anterior nos representa el volumen específico del aire. El valor 1.608 se puede hallar aplicando la relación inversa al valor 0.622, que es la relación de la masa molar de los componentes de la mezcla.

La densidad del aire húmedo<sup>6</sup>,  $\rho = 1/v$ , es la suma de las densidades parciales del aire y del vapor.

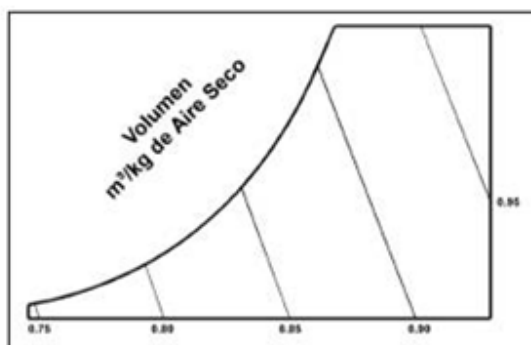
$$\rho = \rho_a + \rho_v = \rho_a(1 + \omega) \quad (1)$$

---

<sup>5</sup> Volumen específico del aire húmedo según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

<sup>6</sup> Densidad específica del aire húmedo, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

**Figura 6. Líneas de volumen constante en la carta sicrométrica**



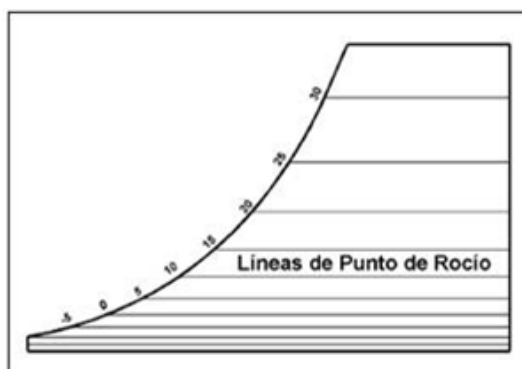
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/operacion-unitaria-humidificacion/operacion-unitaria-humidificacion2.shtml>

Las densidades parciales representan la relación inversa de los volúmenes específicos parciales. La densidad relativa<sup>7</sup> del aire húmedo,  $\delta$ , está definida así:

$$\delta = \frac{M}{M_a} = 1 - \left[ 0,378 \left( \frac{\varphi \cdot P^*}{P} \right) \right] \quad (1)$$

### 1.2.3 Temperatura De Punto De Rocío

**Figura 7. Temperatura de punto de rocío**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/operacion-unitaria-humidificacion/operacion-unitaria-humidificacion2.shtml>

<sup>7</sup> Densidad relativa del aire húmedo, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

La temperatura de punto de rocío<sup>8</sup>,  $t_r$ , es aquella a la cual el aire húmedo se satura consecuencia de un enfriamiento isobárico, es decir representa la temperatura en donde inicia la condensación del vapor si el aire se enfría isobáricamente.

Una forma de evidenciar este fenómeno es la formación de gotas sobre la superficie de recipientes sacados de la nevera, o las gotas que se forman en las hojas de la planta en una mañana fría, etc.

$$P^* = \frac{P_w}{0.622 + \omega} \quad (1)$$

La temperatura de saturación que corresponde a esta presión es la temperatura de rocío, la cual obtenemos de tablas de vapor.

De la anterior ecuación, podemos inferir que la temperatura de punto de rocío depende de la humedad específica a una presión dada.

#### 1.2.4 Entalpia Del Aire Húmedo

La entalpia<sup>9</sup> del aire húmedo es igual a la suma de las entalpias del vapor y del aire. Se expresa por unidad de masa de aire.

$$\frac{H}{m_a} = h = h_a + (\omega * h_v) \quad (1)$$

Tomando un nivel de referencia para medir las entalpias del aire y del vapor desde un nivel de cero grado y usando la expresión  $h = \int C_{p_a} dT$ , para un intervalo de temperaturas de  $0^\circ C$  a  $50^\circ C$ , que es el más usado en la mayoría de las

---

<sup>8</sup> Temperatura punto de rocío, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

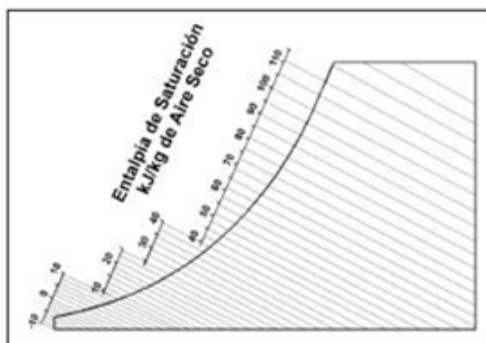
<sup>9</sup> Entalpia de aire húmedo, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

aplicaciones donde se utiliza aire, podemos tomar un valor constante para

$$C_{Pa} = 1005 \left[ \frac{KJ}{Kg} \right] \text{ Entonces:}$$

$$h_a = t \left[ \frac{KJ}{Kg} \right] \quad (1)$$

**Figura 8. Líneas de entalpia constante en la carta psicrométrica**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos81/operacion-unitaria-humidificacion/operacion-unitaria-humidificacion2.shtml>.

La entalpía del vapor de agua se puede obtener de tablas, a su presión parcial y temperatura. Para condiciones en las que se puede aplicar el modelo de gas ideal tenemos la siguiente aproximación.

$$h_v(t, P) = h'' @ t \quad (1)$$

La entalpia del vapor de agua a la temperatura  $t$  y la presión  $P$ , referenciada al líquido a  $0^\circ C$ , viene dada por:

$$h_v(t, P) = l @ 0^\circ + \int CP_v dT \quad (1)$$

En donde  $l @ 0^\circ C$  es el calor latente de vaporización a  $0^\circ$ . Para el intervalo de temperaturas de  $0^\circ C$  a  $50^\circ C$ ,  $CP_v$  del vapor puede tomarse como constante, y es

igual a  $1.82[KJ/Kg \cdot ^\circ C]$ . Como el calor latente de vaporización del agua a  $0^\circ C$  es  $2501[KJ/Kg]$ , obtenemos:

$$h_v = 2501 + (1,82 \cdot t) \left[ \frac{KJ}{Kg} \right] \quad (1)$$

La expresión anterior es muy útil en cálculos de ingeniería, pero hay que hacer mención a que es solo una aproximación.

### **1.2.5 Saturación Adiabática Y Temperatura De Bulbo Húmedo**

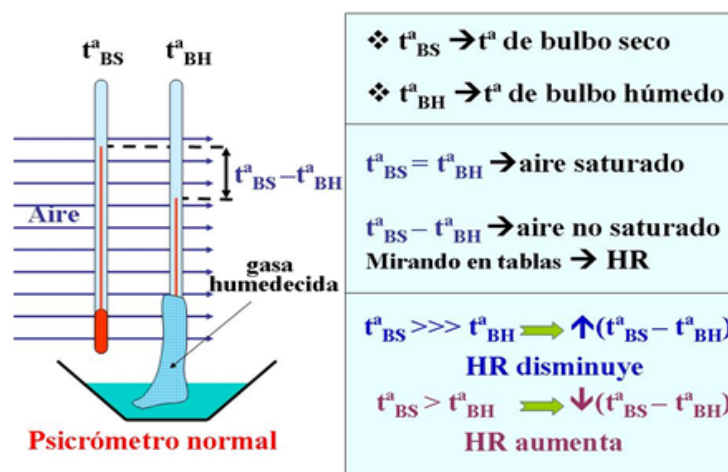
Para encontrar el estado de una mezcla de aire-vapor, no basta solo con tener los datos de temperatura y presión. Se necesita una propiedad adicional para poder llegar al fin deseado.

Empecemos por decir que es un hecho experimental que, para cualquier estado del aire húmedo, existe una única temperatura  $\bar{h} < t$  a la cual agua líquida (o sólida) puede ser agregada al aire para que, al evaporarse en el, lo lleve a la saturación, adiabáticamente y a exactamente esa misma temperatura. A esta temperatura se llama temperatura de saturación adiabática<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Temperatura de saturación adiabática, definición, según “TERMODINAMICA APLICADA” de Juan F. Maradey

**Figura 9. Psicrómetro, representación esquemática**



Fuente: [http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA\\_3/3-2-condiciones-ambientales-ta-y-hr](http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_3/3-2-condiciones-ambientales-ta-y-hr)

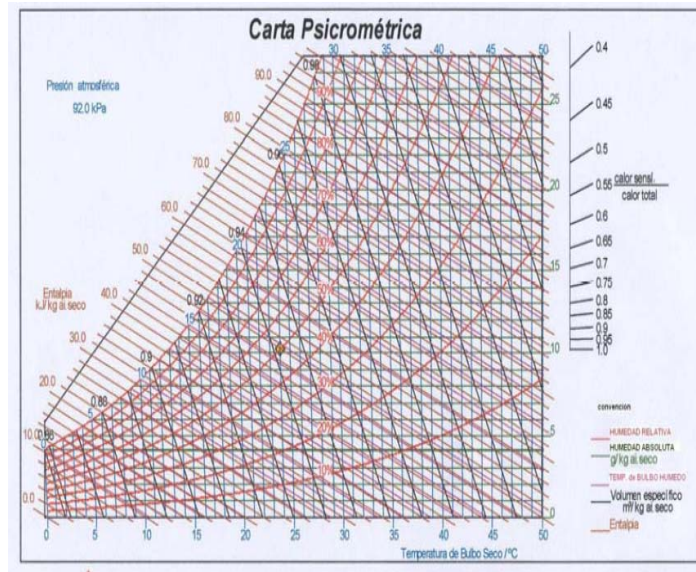
Un instrumento muy conocido para la medición de la humedad, es el psicrómetro de bulbo húmedo y seco. Este consta de 2 termómetros, en donde uno de ellos tiene el bulbo con una material empapado de agua y al hacer circular una corriente de aire, parte de esta se evapora produciendo un descenso en la temperatura. La temperatura cuando el agua está en equilibrio en el material es llamada temperatura de bulbo húmedo.

### 1.2.6 Carta Sicrométrica

La carta psicrométrica es una representación grafica, a una presión fija, en donde se relacionan las propiedades antes mencionadas, y es de uso casual para cálculos de aire acondicionado.

La carta sicrométrica usa como coordenadas la entalpía y la humedad específica. Sin embargo no se dibujan perpendicularmente, cualquier punto del diagrama representa un estado fijo de la mezcla aire-vapor.

**Figura 10. Carta psicrométrica**



Fuente: [www.google.com](http://www.google.com).

### 1.3 CONCEPTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

#### 1.3.1 Conductividad Térmica

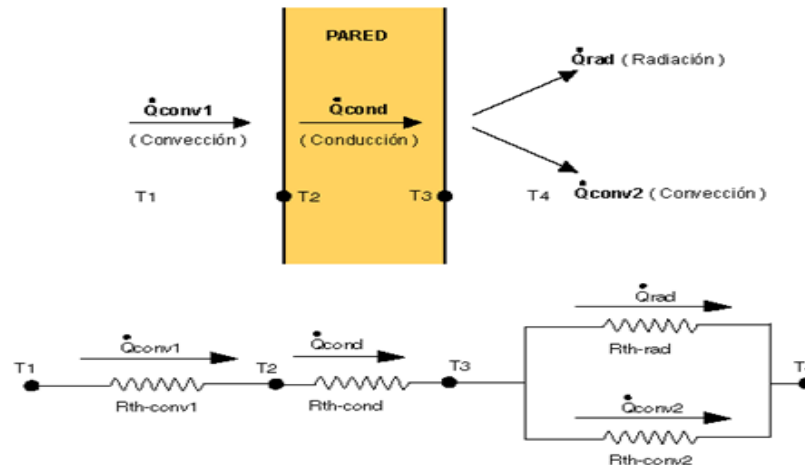
La conductividad térmica hace referencia a la medida de cómo un material puede conducir el calor. De otra forma la conductividad térmica se puede definir como: la razón de la transferencia de calor a través de una pared de grosor igual a la unidad, por un área unitaria, por unidad de diferencia de temperatura, matemáticamente expresada así:

$$k = \frac{L}{A(T_1 - T_2)} \dot{Q} \quad (3)$$

La conductividad térmica tiene que ver con el arreglo molecular entre de los materiales, es por esto que su máximo está en la fase sólida y el mínimo en la

fase gaseosa. Esta varía con la temperatura, y su variación es más representativa para unos materiales, ya que hay otros que un amplio rango de temperaturas no presentan un cambio significativo.

**Figura 11. Mecanismos de transferencia de calor en una**



Fuente: [http://www.telecable.es/personales/albatros1/calor/transferencia\\_de\\_calor\\_031\\_analogia\\_termoelectrica.htm](http://www.telecable.es/personales/albatros1/calor/transferencia_de_calor_031_analogia_termoelectrica.htm)

### 1.3.2. Convección Térmica

Este modo de transferencia de calor se realiza entre superficies sólidas y sea un gas o un líquido en contacto, que además está en movimiento. Esta depende de la velocidad de movimiento del fluido, es decir, entre más rápido sea el flujo, mayor es la transferencia de calor por convección.

Se distinguen dos tipos de convección, **forzada** cuando el flujo es impulsado por un medio externo, como bomba o ventilador y **natural** cuando el flujo es causado por las fuerzas de empuje, originadas por el cambio de densidad en el fluido debido a los diferenciales de temperatura en el mismo.

La convección es un mecanismo de transferencia bastante complejo, pero se puede modelar en forma conveniente a través de la **ley de enfriamiento de Newton** como:

$$\dot{Q}_{conv} = hA_s(T_s - T_\infty) \quad (3)$$

Donde h es el coeficiente de transferencia de calor por convección.

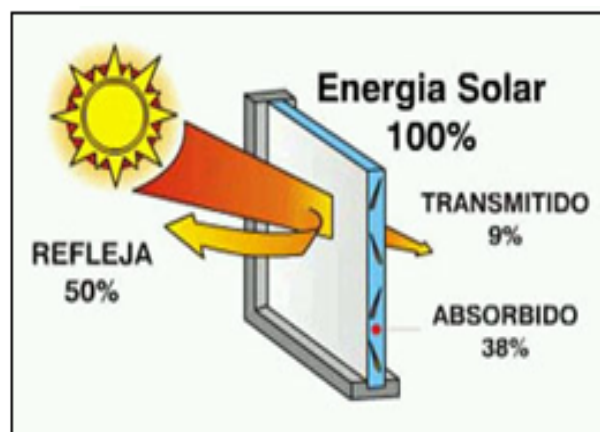
### 1.3.3. Radiación

Es un mecanismo de transferencia de calor que hace referencia a la energía que transmiten los cuerpos en forma de ondas electromagnéticas, y es por esto que no necesitan de un cuerpo o medio interventor.

Todos los cuerpos emiten energía en forma de radiación, ya que se encuentran a una temperatura por encima de  $0^\circ K$

Para definir una correlación para la radiación se hace necesario definir algunos términos que intervienen en ella.

**Figura 12. Incidencia de energía solar vidrios.**



Fuente: <http://www.protemax.cl/p-solar.htm>

- **Emisividad**

Es la relación entre la radiación que emite un cuerpo a cierta temperatura y la radiación de un cuerpo negro a la misma temperatura. Se designa por  $\varepsilon$  y varía entre 0 y 1<sup>11</sup>.

La emisividad de un cuerpo no es constante, esta varía con la temperatura, longitud de onda y dirección.

- **Absortividad**

Esta representa la parte de la radiación que incide en una superficie que es absorbida, se designa por  $\alpha$  y sus valores están comprendidos entre 0 y 1.

Estas propiedades dependen de la temperatura y de la longitud de onda del rayo incidente.

## 1.4 CONCEPTOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS

### 1.4.1 Fluidos Incompresibles

Todos los fluido tiene la característica de comprimirse si su presión incrementa, lo que se ve representado en un incremento en la densidad. La manera más común de describir la compresibilidad de un fluido es<sup>12</sup>:

$$B = \rho \left. \frac{\partial p}{\partial \rho} \right|_T \quad (2)$$

---

<sup>11</sup> Tomado de "FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR"; INCROPERA, Frank.

<sup>12</sup> Compresibilidad de un líquido según "MECÁNICA DE FLUIDOS", Potter.

“El coeficiente de compresibilidad se define como la relación del cambio de presión al cambio relativo de densidad, mientras que la temperatura permanece constante”.

Para los gases con pequeños cambios de densidad de menos de 3 % pueden ser tratados como fluidos incompresibles. Para los propósitos de los sistemas de aire acondicionado se toma el aire de trabajo como fluido incompresible. Según la ley de la conservación de la masa la cantidad de fluido incompresible en un sistema cerrado es constante.

#### 1.4.2. Presión Estática

Según las leyes de Newton para fluidos, se determina que para un fluido en reposo no se ve sometido a aceleración. Por consiguiente las componentes de la aceleración en los ejes  $x$ ,  $y$  y  $z$  son cero y se obtiene la siguiente ecuación:

$$dp = -\rho g dz \quad \text{ó} \quad \frac{dp}{dz} = -\gamma \quad (2)$$

La ecuación me representa la no variación de presión en las direcciones  $x$  y  $y$ , es decir en el plano horizontal. La variación de presión solo se da en la dirección  $z$ . Además se observa que el diferencial  $dp$  es negativo si  $dz$  es positivo, esto se representa en que la presión disminuye al subir y se incrementa al bajar.

Si la densidad se supone constante, al integrar la expresión anterior se obtiene:

$$\Delta P = -\gamma \cdot \Delta Z \quad \text{ó} \quad P + \gamma Z = \text{constante} \quad (2)$$

De manera que la presión se incrementa con la profundidad. Por lo general se hace referencia a la cantidad  $\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)$  como carga hidrostática. Tengamos en

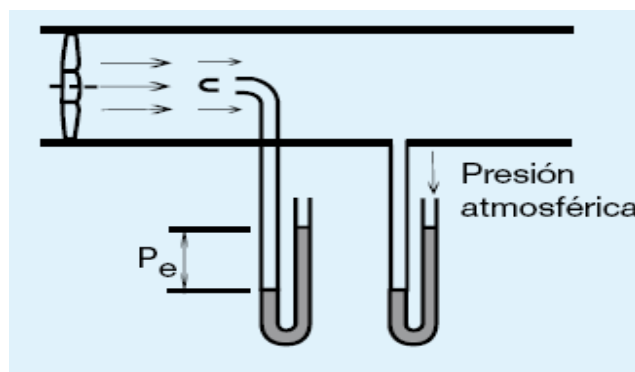
cuenta que si el punto de interés fuera una distancia  $h$  por debajo de una superficie libre, la ecuación sería:

$$p = \gamma h \quad (2)$$

La anterior expresión es bastante útil para convertir presión en una altura de líquido equivalente.

Podemos determinar también, que la presión dinámica de un fluido es proporcional al cuadrado de la velocidad del fluido.

**Figura 13. Sonda de Presión estática.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

#### 1.4.3. Pérdidas Por Fricción<sup>13</sup>

Posiblemente el objetivo más importante y el más representativo en el cálculo de flujos desarrollados en tubería es el relacionado con la pérdida de carga hidrostática. Si determinamos la pérdida de carga hidrostática en un flujo desarrollado, es posible calcular el cambio de presión. La ecuación de energía para flujo desarrollado en tubería es:

<sup>13</sup> Ecuaciones expuestas para esta sección, fueron tomadas del libro "MECÁNICA DE FLUIDOS" de potter.

$$h_l = \frac{\Delta(p + \gamma h)}{\gamma} \quad (2)$$

Es posible relacionar la pérdida de carga hidrostática resultante del esfuerzo cortante en la pared en un flujo desarrollado, con el factor de fricción mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_l = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

Para los sistemas de tuberías, es importante resaltar las pérdidas adicionales que son causadas por válvulas, codos, entrada y salidas y otras piezas de conexión en el sistema; estas son conocidas como pérdidas menores. Para determinar una pérdida menor, esta se expresa en función del coeficiente de pérdida K, de la siguiente manera:

$$h_l = K \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

Para un ducto en el cual un fluido está fluyendo, las pérdidas por fricción son proporcionales al cuadrado de la velocidad, por ende, la potencia de una bomba o ventilador para un sistema definido será proporcional al cubo del caudal impulsado.

Para la potencia de bombeo mencionada, es importante mencionar la proporcionalidad que guarda con la densidad y la viscosidad del fluido, al volumen del fluido desplazado y a la presión contra la que el fluido es impulsado.

#### 1.4.4. Ecuación De La Energía<sup>14</sup>

Para el análisis de fluidos que implican el movimiento de los mismos, se demanda conocimiento sobre la primera ley de la termodinámica, o comúnmente conocida como la ecuación de energía; la cual permite relacionar cantidades de interés.

Le ecuación de la energía es utilizada en mecánica de fluidos para relacionar las presiones y las velocidades cuando no es aplicable la ecuación de Bernoulli, teniendo en cuenta que este es el caso en que los efectos viscosos no puedan ser omitidos, tal como el flujo a través de una tubería o un canal abierto. Considerando en su forma de volumen de control, la ecuación de la energía para un sistema se puede expresar como:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \frac{D}{Dt} \int_{sist} e \cdot \rho \cdot d\forall \quad (2)$$

Donde la energía específica incluye:

$$e = \frac{V^2}{2} + gz + u \quad (2)$$

En función de un volumen de control la ecuación de la energía se escribe:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \frac{d}{dt} \int_{v.c} e \cdot \rho \cdot d\forall + \int_{s.c} \rho e V \cdot \hat{n} dA \quad (2)$$

El término  $\dot{Q}$  representa la razón de transferencia de energía a través de la superficie de control producida por una diferencia de temperatura.

---

<sup>14</sup> Ecuaciones expuestas para esta sección, fueron tomadas del libro “MECÁNICA DE FLUIDOS” de potter.

## **1.5 AIRE ACONDICIONADO**

### **1.5.1 Generalidades**

Un sistema de aire acondicionado involucra el control simultáneo de la temperatura, cantidad de humedad, energía radiante, calidad del aire y su movimiento dentro de un espacio, con el propósito de satisfacer los requerimientos de confort o los de un proceso particular. En algunos casos puede ser necesario además el control ambiental: humos, gases, olores, etc., en el recinto acondicionado con respecto a las áreas adyacentes.

### **1.5.2 Funcionamiento**

El principio de funcionamiento de un sistema de aire acondicionado es la expansión y compresión de un refrigerante con características especiales.

Actualmente el refrigerante que más se usa es el  $R-134A$ , debido a que pasa las rigurosas normativas, que protegen el medio ambiente.

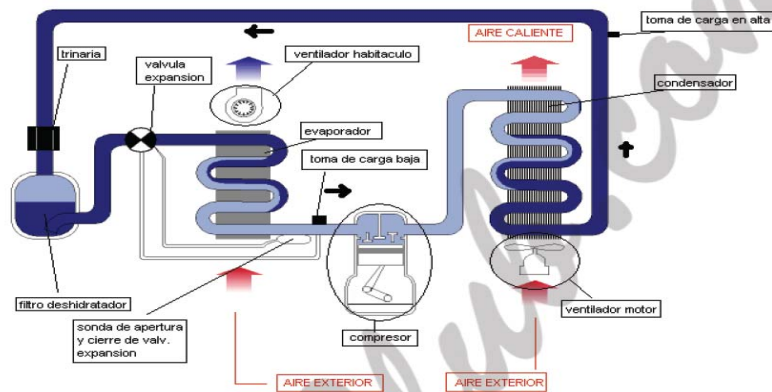
El refrigerante  $R-134A$  tiene la particularidad de que se evapora a una temperatura de  $-26^{\circ}C$  a presión atmosférica, propiedad muy útil puesto cuando un fluido pasa de estado líquido a gaseoso absorbe el calor del ambiente circundante.

Las unidades de aire acondicionado cuentan con un compresor, cuyo efecto sobre el refrigerante es aumentar el punto de revaporización al someterlo a presión. El compresor es el encargado de forzar el flujo del refrigerante dentro de las tuberías, gracias a que crea un diferencial de presión.

Al comprimirse el refrigerante, este se calienta y tenemos la necesidad de enfriarlo mediante el condensador (evitamos una sobrepresión del circuito).

El condensador lleva unido un ventilador que promueve el movimiento de una corriente de aire que lo atraviesa y causa el descenso de la temperatura y presión del refrigerante que va circulando en su interior.

**Figura 14. Trabajo del refrigerante.**



Fuente: TINTAO/VGAclub.com. Funcionamiento básico de un equipo de aire acondicionado.pdf

Un subsistema de gran importancia, es el de los elementos reguladores de variables dentro del circuito de refrigeración. Se cuenta con un presóstato, que controla el embrague del compresor y hace que funcione o deje de funcionar el ventilador del mismo.

El refrigerante en su camino pasa por un filtro, que es capaz de extraer toda la humedad del refrigerante, ya que entre otras de sus virtudes este puede absorber agua, pero en nuestro caso representa una desventaja, por la naturaleza de la aplicación. Después de esto el refrigerante pasa por una válvula de expansión, que regula el paso del refrigerante al evaporador, por medio de un orificio tarado el cual se abre o cierra según el valor estipulado.

Al conseguir un diferencial de presión entre los lados de la válvula se consigue el cambio de estado de refrigerante el cual pasa a estado gaseoso, consiguiendo una temperatura muy baja en esta parte del circuito.

Este refrigerante pasa finalmente por el evaporador, el cual es atravesado por el aire forzado por el ventilador y que entra al recinto para darle las condiciones de confort establecidas.

### **1.5.3 Sistemas De Aire Acondicionado**

Los métodos más usados en la refrigeración utilizan la compresión mecánica, que consiste en la realización de un ciclo donde ocurre extracción de calor del interior al exterior de un recinto, utilizando un refrigerante con características especiales, como vimos en el numeral anterior.

Se puede emplear agua como medio de enfriamiento para provocar la condensación en vez del aire exterior, la que es enfriada mediante una torre de enfriamiento.

El elemento básico es el compresor del tipo alternativo o a pistón que se utiliza en la mayoría de los casos. También se utilizan compresores rotativos para sistemas pequeños o tipo espiral llamado scroll.

En grandes instalaciones se suelen emplear compresores axohelicoidales llamados a tornillo o del tipo centrífugo.

### **1.5.4. Clasificación De Los Equipamientos**

Los equipos usados en la refrigeración, tiene como fin enfriar y deshumidificar el aire a tratar o para enfriar agua en otras aplicaciones, de aquí que se pueden clasificar en dos grupos:

- Expansión Directa.
- Expansión Indirecta.

- **Expansión Directa:** Estos sistemas se caracterizan porque se expande refrigerante, que circula por los serpentines del equipo, causando el enfriamiento del aire que circula en contacto directo con los tubos.

Des estos equipos encontramos los denominados autocontenidos que agrupan en una sola carcasa todas las funciones necesarias para el funcionamiento del ciclo del aire acondicionado, algunos ejemplos de estos son los de tipo ventana o los más grande de tipo “roof-top” que permiten la distribución del aire por medio de conductos.

Encontramos los sistemas denominados “por separado” o sistemas Split, que se diferencian de los anteriores porque están divididos en secciones, una interior y otra exterior, con el fin de separar el circuito de refrigeración: la zona de evaporación en el interior y la zona de condensación en el exterior. Estas unidades van unidas por medio de tubos de cobre que conducen el refrigerante.

Los sistemas multi-Split consisten en una unidad condensadora exterior, que se puede enlazar, con varias unidades interiores. Se han desarrollado equipos en los que se pueden colocar varias unidades de evaporación con una sola unidad condensadora exterior mediante la regulación del flujo refrigerante, a este sistema se le cono como *Volumen de refrigerante variable (VRV)*.

Todas estas unidades son refrigeradas por aire mediante un condensador y aire exterior circulando por la acción de un ventilador. También existen sistemas enfriados por agua que se diferencian de aquellos, en que la condensación del refrigerante, es causada por agua circulante en tubos por acción de una bomba, empleando una torre de enfriamiento.

**Figura 15. Split system.**



Fuente: <http://www.ductless.ca/ac/daikin.html>

- **Expansión Indirecta:** Usan una unidad capaz de enfriar agua, la cual es distribuida a diferentes equipos que tratan el aire y donde el serpentín trabaja con agua fría, denominados “fan-coil”.

Estos pueden ser de tipo central constituido por una unidad que distribuye el aire ambiente por medio de conductos o individuales verticales que se ubican sobre pared o bajo ventana u horizontales para colgar bajo el cielorraso.

## 1.6 EXTRACCIÓN DE OLORES

La extracción de olores puede definirse como aquella técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un local, considerado nocivo o de alto inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características y calidad.

### 1.6.1 Funciones De La Extracción

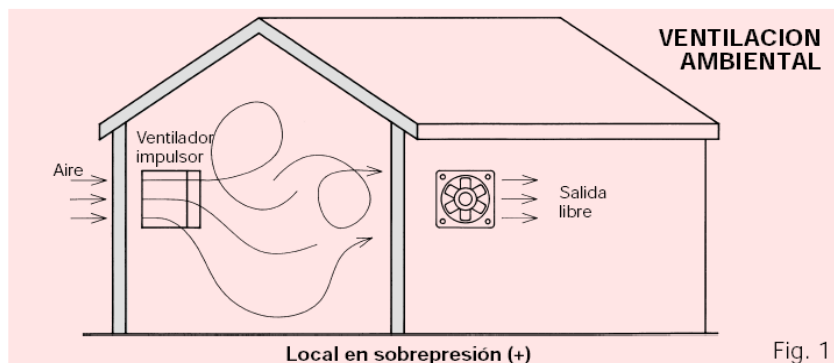
Para las personas, la extracción del aire les resuelve problemas vitales tales como la provisión de oxígeno para la respiración y el control de calor que producen, a la vez que le proporciona condiciones de confort, mejorando las condiciones de temperatura del aire, su humedad, la velocidad del mismo y la dilución de olores indeseables.

De manera semejante a la maquinas, instalaciones y procesos industriales, la extracción permite controlar el calor, toxicidad o la potencial explosividad de su ambiente, así como mejorar las condiciones de operaciones de los mismos.

### 1.6.2 Tipos De Extracción

- **Extracción por sobrepresión:** Se obtiene introduciendo aire a un local poniéndolo en sobrepresión con relación a la presión atmosférica. El aire fluye entonces hacia el exterior por las ranuras dispuestas para ello. Figura 16. El aire a su paso, barre los contaminantes interiores y deja el local lleno del aire puro exterior.

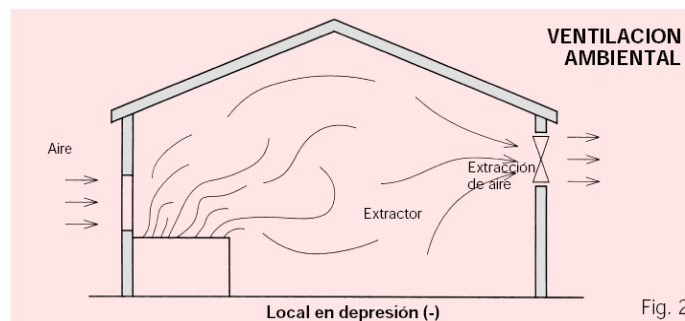
**Figura 16. Extracción por sobrepresión.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

- **Extracción por depresión:** Para obtener este tipo de extracción, se ubica un ventilador extrayendo el aire local, lo que induce una depresión del recinto con relación a la presión atmosférica. El aire ingresa desde afuera debido a una abertura adecuada, provocando una extracción de iguales características que la anterior mencionada. Fig.17.

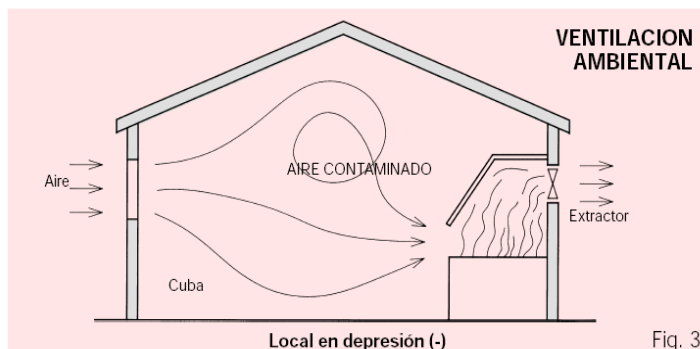
**Figura 17. Extracción por depresión.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

- **Extracción ambiental o general:** En el local, el aire que entra del exterior se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida. Es lo mencionado en los casos anteriores, figura 17 y figura18. Este tipo de extracción presenta un inconveniente, de existir una fuente contaminante definida en el cuarto o recinto, tales como, cubas industriales con desprendimiento de gases y vapores molestos o tóxicos, el aire contaminado que se está extrayendo se esparce por todo el recinto antes de ser llevado hacia la salida o exterior.

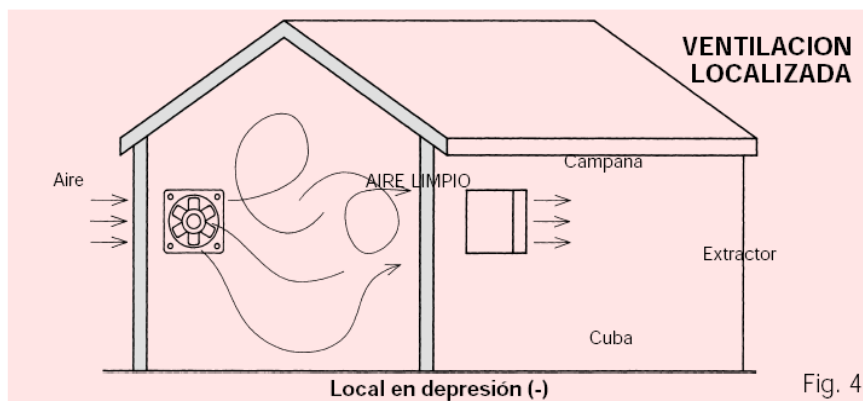
**Figura 18. Extracción general.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

- **Extracción localizada:** Sobre esta caso, el aire extraído es captado en el mismo lugar en que se produce, es decir, es captado desde la misma fuente; evitando así su difusión por todo el recinto. Esta extracción se logra gracias a una campana extractora que envuelve lo más estrechamente posible el foco de polución o fuente y que conduzca directamente al exterior el aire captado. Figura 19.

**Figura 19. Extracción localizada.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

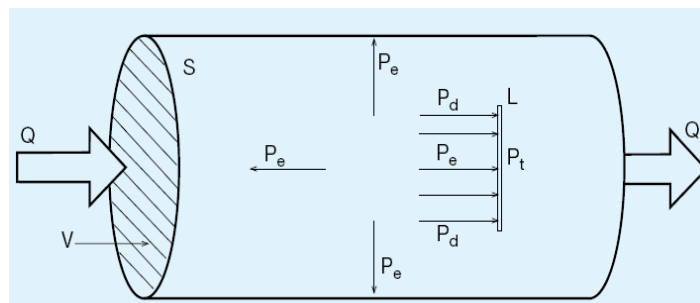
- **Ventilación mecánica controlada:** Principalmente identificada por sus siglas V.M.C. es un tipo particular de extracción el cual se utiliza para controlar el

ambiente en toda una vivienda, local comercial e incluso un edificio de pisos, lo cual permite introducir recursos para un ahorro de energía.

### 1.6.3 Conceptos Y Variables

Para el movimiento de aire que fluye a través de un ducto resaltaremos. Figura 20:

**Figura 20. Movimiento de aire a través de un ducto.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

- **Caudal:** Es la cantidad de flujo o caudal  $Q$  [ $m^3/h$ ] de aire circulante, a través de la sección  $S$  ( $m^2$ ) del ducto, y con una velocidad  $V$  ( $m/s$ ) del aire. Estas tres variables esta relacionadas mediante la expresión

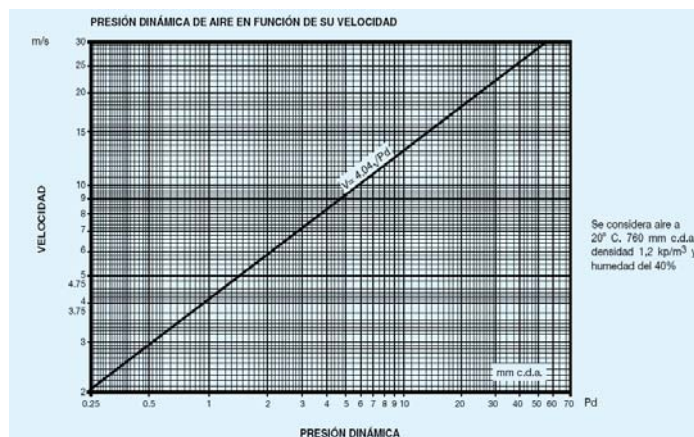
$$Q = 3600 * V * S.$$

- **Presión:** Para que el aire pueda circula necesita de una fuerza llamada fuerza de empuje; esta fuerza, por unidad de superficie, se determina presión. Existen tres clases de presión:
  - **Presión estática (Pe):** Es la presión que se ejerce en todas las direcciones dentro del ducto: en la misma dirección del aire, en dirección contraria y en dirección perpendicular, sobre las paredes del mismo.

Para un ducto cerrado, como un recipiente con el aire en reposo, se presentaría también este tipo de presión.

- **Presión dinámica (Pd):** Esta presión es la que acelera el aire desde el punto de reposo o cero hasta la velocidad de régimen. Solo se presenta en la dirección del aire y está relacionada con la dirección del mismo.
- **Presión total (Pt):** Se representa como la presión que ejerce el aire sobre un cuerpo que se opone a su movimiento.

**Figura 21. Presión dinámica de aire en función de su velocidad.**



Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

## 1.7 ACONDICIONAMIENTO DE RECINTOS

### 1.7.1 Ambientes En Morgue

La morgue sitio donde se realiza Reconocimiento por parte de los entes judiciales, y el examen externo por parte del personal facultativo de los occisos, además de la disección y análisis, del cadáver con el fin de obtener información anatómica sobre la causa, naturaleza, extensión y complicaciones, de las enfermedades que

sufrió en vida el sujeto autopsiado, por la naturaleza y complejidad de la aplicación requiere de condiciones especiales de ambiente.

Las condiciones básicas que debe reunir un sistema de climatización son:

- La existencia de un climatizador por sala de autopsias y un corto recorrido desde la sala de climatizadores hasta el mismo.
  - Funcionamiento del sistema ininterrumpido.
  - Aire 100% exterior.
  - Tres niveles de filtración.
  - Aislamiento acústico.
  - Cálculo de renovaciones/hora y verificación de la presión por diferencia de caudal.
  - Cálculos de presión por diferencia entre el caudal de impulsión y extracción.
  - Mínimo 20 renovaciones/hora. La velocidad de aire entre 0,2-0,3 m/s.
  - Temperatura entre 22 y 26 °C.
  - Humedad relativa entre el 45 y 55%.
- 
- **Validación de filtros absolutos:** Es de vital importancia la verificación de la correcta colocación de los filtros, ya que en el caso de incumplir con el procediendo se pueden incurrir en disfuncionalidad del mismo.

La validación incluye la verificación de ausencia de fugas de aire a través del filtro y de la junta de estanqueidad, realizando el contaje de partículas con contador láser dotado de una sonda isocinética y que indica el número de partículas por cada tamaño (de 0.3 a 10 micras) y este contaje se hace por difracción directa.

- **Control microbiológico ambiental:** Otro parámetro a tener en cuenta son los microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente y dar lugar a enfermedades.

Esto no es un factor concluyente, puesto que al tratarse de seres vivos, el hecho de que en un momento no se verifique la presencia de estos, no quiere decir que otro momento no los encuentren.

- **Grupos más frecuentes en hospitales.**

Al centrarse en ver los tipos de microorganismos más frecuentes, observamos que son las bacterias y los hongos.

Referente a las bacterias, cabe señalar que los aspectos a tener en cuenta son:

- **Tinción gran:** Es una forma de clasificar las bacterias en 2 grandes grupos (+ y -) según su pared celular y por tanto en su forma de actuar).
- **Tamaño:** Sus tamaños oscilan entre 0,2 y 50 micras.

Donde destacan los organismos oportunistas en infecciosos staphylococcus, strptococcus, legionella, bacillus.

Referente a los hongos, destacamos que:

- Son microorganismos eucarióticos no fotosintéticos.
- Se dividen en tres grandes grupos: filamentosos, levaduras y setas.
- Son terrestres.

Para determinar la periodicidad de los controles cabe destacar que no hay normativa al respecto, solo recomendaciones.

### 1.7.2 Ambientes En Laboratorios De Patología

El Laboratorio clínico es el lugar donde los técnicos y personal facultativo realizan análisis clínicos que contribuyen al estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de problemas de salud. También se le conoce como Laboratorio de Patología Clínica y utilizan las metodologías de diversas disciplinas como la Hematología, Inmunología, Microbiología y Química clínica (o Bioquímica). En el laboratorio clínico se obtienen y se estudian muestras biológicas, como sangre, orina, excremento, líquido sinovial (articulaciones), líquido cefalorraquídeo, exudados faríngeos y vaginales, entre otros tipos de muestras.

La exposición de los trabajadores a las condiciones ambientales de los laboratorios en general no debe suponer un riesgo para su seguridad y salud, ni debe ser una fuente de incomodidad o molestia. Deben evitarse:

- Humedad y temperaturas extremas.
- Cambios bruscos de temperatura.
- Corrientes de aire molestas.
- Olores desagradables.

El aislamiento térmico de los locales donde se hallan ubicados los laboratorios debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

**Tabla 2. Límites de temperatura, humedad y ventilación.**

CONCEPTO	LÍMITES
Temperatura	17°-27°
Humedad relativa	30-70%
Velocidad de aire	0.25- 0.50[m/s]
Renovación de aire	30 m <sup>3</sup> por hora y trabajador.

Fuente: anexo III del R. D. 486/1997.

Con independencia de las condiciones de aireación del local, siempre que sea necesario manipular productos que puedan originar emanaciones de sustancias peligrosas u olores desagradables, el trabajo en cuestión se llevará a cabo bajo campana extractora, que deberá ir provista de filtros adecuados y estar sujeta a un programa de mantenimiento preventivo acorde a sus características.

### 1.7.3 Soluciones Químicas.

➤ **Formol:** Se utiliza para esterilización de instrumentos de hemodiálisis. También utilizado como desinfectante ambiental de salas altamente contaminantes que una vez tratadas deben airearse.

- **Propiedades físicas y químicas:**

- Aspecto físico: líquido incoloro partículas en suspensión, olor característico.
- Punto de ebullición: 98 °C
- Punto de inflamación: 83 °C
- Temperatura de auto ignición: 300 °C
- Solubilidad: miscible con el agua
- Densidad: 1,105 gr/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: -92 °C

- **Manipulación:**

- Operar en área con buena ventilación y fresca. En lo posible con extractor de aire evitando la generación de vapores.
- Evitar poner en contacto mientras se manipule con cualquier sustancia oxidante, ácidos y metales alcalinos.

- Una vez se utilice se debe cerrar nuevamente el contenedor porque a partir de los  $20^{\circ}\text{C}$  mediante evaporación se puede alcanzar una concentración excesiva en el aire.
- Se debe utilizar adecuada protección.

- **Almacenamiento:**

- Conservar con buena ventilación y zonas frescas alejadas de fuente de calor.
- Evitar el contacto con productos incompatibles.
- Temperaturas óptimas de almacenamiento  $15^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

➤ **Xilol:**

Resina vinilica con anti-incrustantes y carga, conteniendo solventes, fácilmente inflamable, nocivo por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

- **Propiedades físicas y químicas:**

- Olor: Característico.
- Color: rojo.
- Punto de inflamación:  $26^{\circ}\text{C}$ .
- Aspecto físico: Líquido viscoso.
- Densidad:  $1.9\text{ gr/cm}^3$ .
- Solubilidad: No es soluble en agua.

- **Manipulación:**

- Procurar que los locales estén bien ventilados, dado el caso instalar aspiración localizada en el lugar de trabajo.
- Mantener la sustancia lejos de fuentes de ignición.
- Evitar fumar.
- Los vapores pueden formar con el aire mezclas explosivas.

- **Almacenamiento:**

- Mantener herméticamente cerrados los recipientes y en lugares frescos y con buena ventilación.
- Mantener alejado de alimentos, comidas para animales y bebidas.
- Proteger de temperaturas altas, humedad del aire y del agua así como de rayos solares directos.

## 1.8 CALIDAD DEL AIRE Y CONFORT

### 1.8.1 El Aire

El aire se encuentra en gran abundancia en la tierra, y es de vital importancia para la vida de los seres que en ella habitan. Es una mezcla de una docena de gases, cuya proporción permanece prácticamente invariable.

El nitrógeno es el gas con mayor proporción en el aire y el oxígeno se encuentra segundo, los dos se constituyen como elementos esenciales para la vida en todas las formas

**Tabla 3. Componentes del aire seco.**

COMPONENTES DEL AIRE SECO (1'2928 kg/m <sup>3</sup> , a 0 °C 760 mm)					
	Símbolo	En volumen %	En peso %	Contenido en el aire, g/m <sup>3</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	78'08	75'518	976'30	1'2504
Oxígeno	O <sub>2</sub>	20'94	23'128	299'00	1'428
Argón	Ar	0'934	1'287	16'65	1'7826
Anh. Carbónico	CO <sub>2</sub>	0'0315	0'4.10 <sup>-6</sup>	0'62	1'964
Otros		0'145	0'0178	0'23	-
					-

Fuente: Manual Práctico de ventilación SOLER & PALAU ventilation group.

Se hace referencia aire seco en la anterior tabla, puesto como vimos anteriormente el aire también tiene un componente húmedo, porque se encuentra en mezcla con vapor de agua, y este componente juega un papel importante en las condiciones de confort.

También es de conocimientos que además de la mezcla de los gases que componen el aire, se encuentran partículas sólidas en suspensión como polvos, y otros vapores, humos y gases, que se constituyen como impurezas y muchos de estos nocivos para los seres vivos

**Tabla 4. Componentes de aire limpio y ejemplo de aire contaminado**

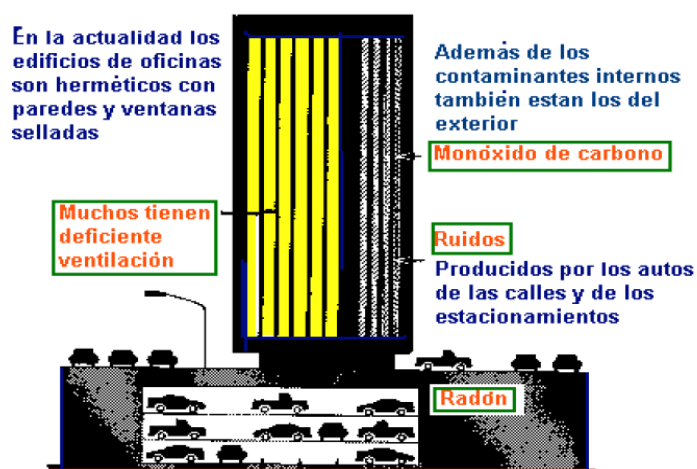
	AIRE LIMPIO, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AIRE CONTAMINADO, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Medida anual en una gran ciudad
Óxido de Carbono CO	máx. 1000	6.000 a 225.000
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	máx. 65.10 <sup>4</sup>	65 a 125.10 <sup>4</sup>
Anhídrido Sulfuroso SO <sub>2</sub>	máx. 25	50 a 5.000
Comp. de Nitrógeno	NO <sub>x</sub>	máx. 12 15 a 600
Metano CH <sub>4</sub>	máx. 650	650 a 13.000
Partículas	máx. 20	70 a 700

Fuente: Datos IEAL John Shenfield, Madrid 1978.

### 1.8.2 Calidad Del Aire Anterior

En las edificaciones modernas, se usan materiales como alfombras, pegamentos, asbesto, pinturas, pisos, etc., que provocan el aumento de los componentes contaminantes presentes en el aire, sumado a esto están las contribuciones de las infiltraciones de aire exterior.

**Figura 22. Síndrome de los edificios enfermos.**



Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf.

De lo anterior la Organización Mundial de la Salud (OMS) acuñó el término síndrome de los edificios enfermos en 1982.

Los edificios enfermos son aquellas edificaciones en las cuales un gran porcentaje de las personas, superior al 20% pueden experimentar efectos negativos sobre la salud y bienestar, gracias a los efectos negativos de la contaminación. Estos síntomas son:

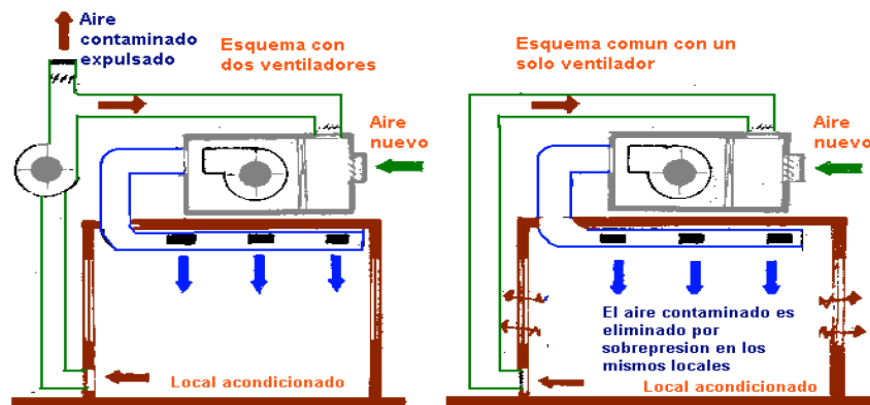
- Irritación de la nariz, garganta, y ojos, acompañado de tos, náuseas y problemas respiratorios generales.
- Alteraciones de la memoria, somnolencia, apatía, estrés y fatiga mental.

En base a nuevas consideraciones de protección a los trabajadores y con el fin de mejorar las condiciones de los mismos en los lugares de trabajo se ha definido la unidad OLF (olfatus), que se define como el olor producido por una persona que se baña 1 vez cada 1.4 días.

Esta unidad permite hacer otra definición en la unidad POL (polutio)<sup>15</sup>, estamos hablando de la carga de polución de un local. 1 POL se define como la polución que percibe una persona en un local con aire limpio a razón de  $1 \left[ \frac{l}{s} \right]$ .

Sobre todos estos nuevos estándares de calidad de aire se han determinado las nuevas necesidades de ventilación, y se han establecido 3 categorías en lo referente a la calidad del aire interior. Anteriormente estos requerimientos se basaban solamente en la concentración de  $CO_2$ . Para poder estar bajo la norma, normalmente se utiliza un solo ventilador que expulsa el aire contenido en el interior y que se encuentra contaminado, utilizando sobrepresión. En la actualidad ha aumentado también la hermeticidad de los locales y esto se puede traducir en la implementación de dos ventiladores, para que se garantice la eficiencia en la ventilación, como se muestra en la figura 23.

**Figura 23. Esquema de acondicionamiento empleando 1 ó 2 ventiladores.**



Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

Además debe filtrarse el aire con el fin de eliminar partículas en suspensión de polvo, previo a la impulsión en el ambiente.

<sup>15</sup> Definición de POL(polutio), tomada de, Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

### 1.8.3 Confort

En investigaciones recientes, se ha definido la unidad MET (Metabolic energy termal)<sup>16</sup> que equivale a  $50 \text{ Kcal/hm}^2$ , y representa la medida del calor metabólico disipado. El MET varía según la actividad que se practica, como se muestra en la figura 18.

**Figura 24. Ejemplos de valores de MET, para diferentes actividades.**



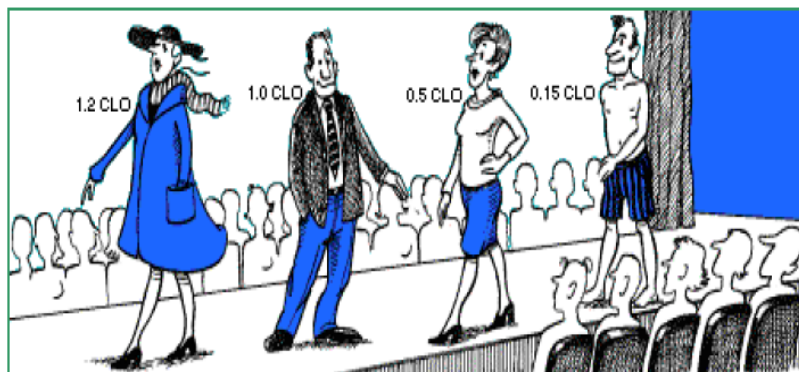
Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

El parámetro más importante en el acondicionamiento de aire es la temperatura del aire para lograr las condiciones de confort, sin despreciar el efecto producido por otros factores como: la humedad, la humedad relativa, la velocidad del aire, la temperatura promedio del ambiente, el grado de actividad y la vestimenta de trabajo que se maneja en la edificación.  $1 \text{ CLO} = 0,18^{17} \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$  y es variable según el tipo de vestimenta como se muestra en la figura 19.

<sup>16</sup> Definición de MET (Metabolic Energy Termal), según Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

<sup>17</sup> Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

**Figura 25. Ejemplo de valores de CLO para diversas vestimentas.**



Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

En la actualidad se suele tomar un valor global de CLO ara el diseño de las instalaciones en donde se desea implementar aire acondicionado.

- 0,5 CLO para el verano.
- 1 CLO para el invierno.

Las temperaturas del aire deben estar comprendidas:

- $23^{\circ}C - 27^{\circ}C$ , para el verano.
- $18^{\circ}C - 23^{\circ}C$ , para el invierno.

**Figura 26. Análisis de valores de CLO de vestimenta típica, para el diseño en verano en invierno.**

Verano		Invierno	
	0,21	0,31	
	0,05	0,25	
	0,14	0,05	
	0,03	0,24	
	0,07	0,05	
	<b>0,5</b>	0,10	
		<b>1,00</b>	

Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

Definimos el término *Temperatura Radiante Media (TRM)*<sup>18</sup>, que no debe ser demasiado bajas en el invierno o muy altas en verano, dado que regula la transferencia de calor por radiación de los seres humanos.

- El valor de velocidad relativa ideal para todo el año es de 50% y varia en amplios rangos de 30% a 70%.
- Las recomendaciones en cuanto a la velocidad del aire es que no deben ser excesivas oscilando entre los 6 a 12  $\left[ \frac{m}{min} \right]$ , según sea invierno o verano respectivamente.

**Figura 27. Características de variación de humedad relativa.**



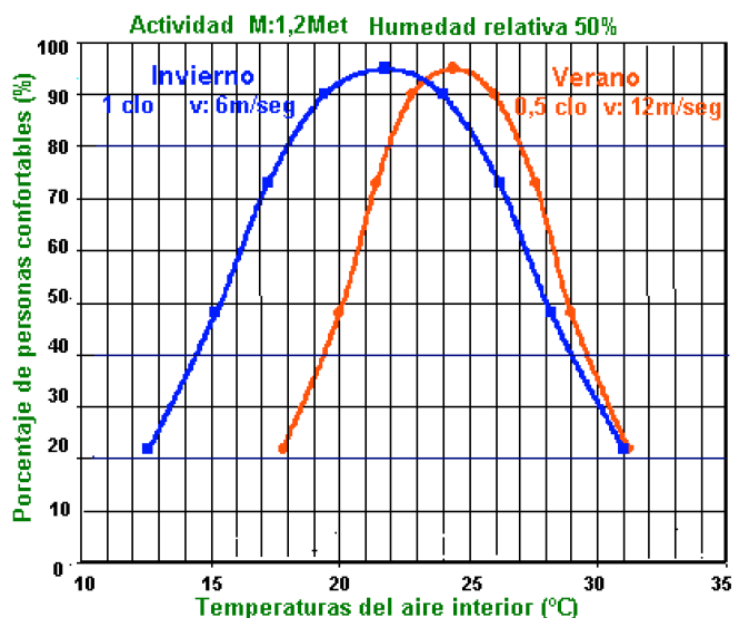
Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Néstor Quadri.pdf.

#### 1.8.4 Condición Óptima De Diseño

Según estudios realizados se ha podido determinar, que las condiciones de confort de un local no son juzgadas en forma satisfactoria por todas las personas que frecuentan un recinto, Por tal motivo se considera como diseño óptimo aquel en el cual un 95% de las personas estén satisfechas. Estas nuevas condiciones de diseño se ven resumidas en la figura 21.

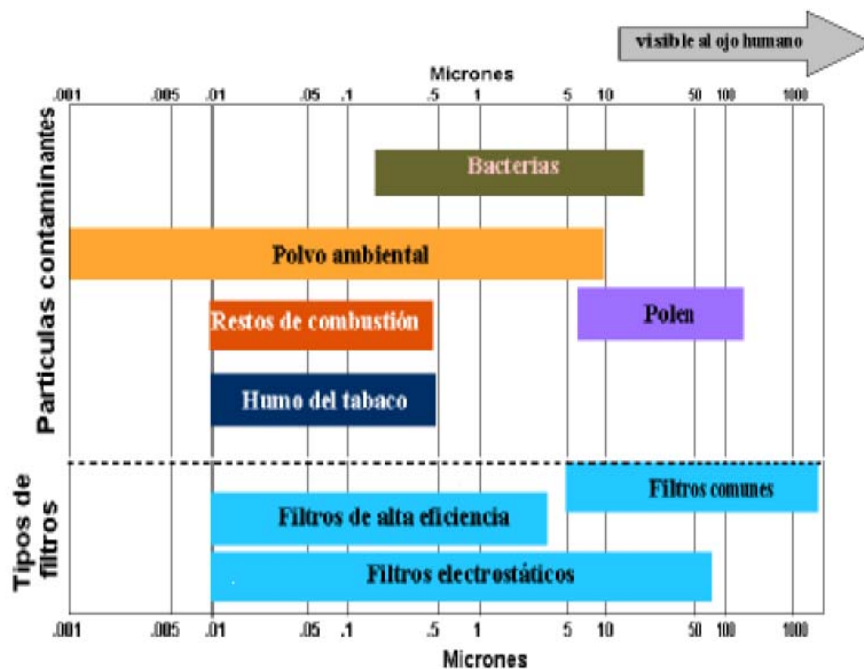
<sup>18</sup> Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf

Figura 28. Grafico del porcentaje de personas confortables.



Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf.

Figura 29. Tamaño de partículas contaminantes y tipos de filtros.



Fuente: Artículo publicado en la Revista Clima No. 183-año 2004. Ing. Nestor Quadri.pdf.

En casos específicos se ha necesario la utilización de filtros especiales, si se quiere filtrar partículas muy pequeñas o humo de tabaco como se muestra en la figura 17.

### **1.9 ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007**

Esta es la norma que rige los proyectos de diseño de ventilación para que se pueda mantener una aceptable calidad del aire interior en recintos, especificando tasas mínimas de ventilación que puedan minimizar efectos adversos a la salud humana.

La norma define requerimientos para sistemas de ventilación y limpieza de aire, y es aplicada para todos aquellos espacios destinados a la ocupación humana. Está basada en contaminantes químico, físico y biológico que puedan afectar la salud de sus ocupantes. En el caso de laboratorios y entidades de salud presenta recomendaciones, que son dadas para la aplicación.

#### **1.9.1 Calidad del aire exterior**

Establece un estudio previo de la zona de realización del proyecto, para determinar los contaminantes en suspensión que se generan en la zona, también Instaura concentraciones máximas para que este aire ambiente pueda ser impulsado a un recinto por el sistema de ventilación. Las recomendaciones hechas por la norma en cuanto a las concentraciones de principales contaminantes están consignadas en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Concentraciones permisibles para una calidad de aire ambiente aceptable.**

Contaminant	Long Term			Short Term		
	Concentration Averaging			Concentration Averaging		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	
Sulfur dioxide	80	0.03	1 year <sup>b</sup>	365	0.14	24 hours <sup>a</sup>
Particles (PM 10)	50	—	1 year <sup>b,g</sup>	150	—	24 hours <sup>a</sup>
Particles (PM 2.5)	15	—	1 year <sup>b,e</sup>	65	—	24 hours <sup>f</sup>
Carbon monoxide				40,000 10,000	35 9	1 hour <sup>a</sup> 8 hours <sup>a</sup>
Oxidants (ozone)					0.08 0.12	8 hours <sup>c</sup> 1 hour <sup>h</sup>
Nitrogen dioxide	100	0.053	1 year <sup>b</sup>			
Lead	1.5	—	3 months <sup>d</sup>			

Fuente: ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007.

### 1.9.2 Sistemas y equipos

La norma establece que los equipos utilizados deben ser tales que puedan garantizar las ratas de suministro de aire recomendadas para los espacios ocupados, para el caso de instalaciones hospitalarias y relacionadas a la salud humana, cuenta con un apéndice informativo para la regulación de renovaciones de aire. La información se encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Ratas de ventilación para entidades de salud.**

Application	Estimated Maximum** Occupancy P/1000 ft <sup>2</sup> or 100 m <sup>2</sup>	Outdoor Air Requirements				Comments
		cfm/ person	L/s person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s · m <sup>2</sup>	
Patient rooms	10	25	13			Special requirements or codes and pressure relationships may determine minimum ventilation rates and filter efficiency. Procedures generating contaminants may require higher rates.
Medical procedure	20	15	8			
Operating rooms	20	30	15			
Recovery and ICU	20	15	8			
Autopsy rooms	20			0.50	2.50	Air shall not be recirculated into other spaces.
Physical therapy	20	15	8			

**Fuente:** ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007.

Como vemos en la tabla x, para salas de autopsias se recomienda una tasa de requerimiento de aire exterior de  $0,50 \text{ cfm} / \text{ft}^2$  , en un espacio de  $1000 \text{ ft}^2$  ocupado por 20 personas.

La norma establece para la colocación de los ductos de escape que:

- Deben ser presurizados negativamente de manera que el aire impuro circulante por estos, no pueda infiltrarse dentro de las instalaciones. Los ductos deben estar hechos de un material que no fomente la proliferación de hongos y musgos.

En esta parte de la norma, es de particular importancia para la aplicación, la consideración de la implementación de filtros, para la remoción de material particulado limpiadores de aire que tengan un valor reportado de eficiencia mínima (MERV) no menor de 6 medido de acuerdo con el Standard ANSI/ASHRAE 52.2. Ver sección de filtros.

Como hemos tratado en secciones anteriores los agentes contaminantes presentes en el aire son de gran variedad, por esto la norma hace una

clasificación del aire, según el lugar de donde proviene para establecer si es posible la recirculación del mismo.

- Clasificación 1: Aire con bajas cantidades de contaminantes, olores e irritantes.
- Clasificación 2: Aire con cantidad media de contaminantes, sustancias irritantes y niveles de olores.
- Clasificación 3: Aire con cantidades significativas de contaminantes, olores e irritantes.
- Clasificación 4: Aire con altas cantidades de contaminantes, partículas potencialmente peligrosas, bioaerosoles o gases, una alta concentración puede ser considerada como nociva.

**Tabla 7. Clasificación de calidad de aire para recirculación**

Description	Air Class
Diazo printing equipment discharge	4
Commercial kitchen grease hoods	4
Commercial kitchen hoods other than grease	3
Laboratory hoods	4
Residential kitchen vented hoods	3

Fuente: ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007.

En base a lo anterior se establecen límites de recirculación y se establece:

**Aire clase 1:** El aire clase 1 puede ser recirculado o transferido a cualquier otro recinto.

**Aire clase 2:** El aire clase 2 puede ser recirculado dentro de si mismo recinto de origen. Este puede ser transferido o recirculado a recintos donde haya aire clase 2 o 3, en otras palabras, aire con los mismos niveles de constituyentes o fuentes de

contaminación. También puede ser recirculado a recintos con aire clase 4 pero no debe recircularse a lugares que tengan aire clase 1.

**Aire clase 3:** Este solo se puede recircular en su espacio de origen, no se deber transferir a ningún otro recinto.

**Aire clase 4:** Este no se debe recircular a ninguna parte, incluyendo desde donde se origina.

Las operaciones pertinentes a laboratorios y entidades de salud, hacen que el aire a tratar sea clasificado en aire **clase 4**, por lo tanto no se puede realizar recirculación en los recintos, por el contrario este debe ser removido en su totalidad, para evitar los agentes potencialmente contaminantes en ellos.

### **1.9.3 Procedimiento para rata de ventilación**

Se establece que la rata de ventilación para los recintos estipulados en el diseño, se basan en recinto tipo/aplicación, nivel de ocupación y área de piso.

El proceso de diseño es el IAQ (indoor air quality), en donde el análisis se basa en las fuentes de contaminantes y la concentración de los mismos. Los agentes de atención son:

- Material particulado.
- Ozono.
- Formaldeído.

**Tabla 8. Concentración permitida, para sustancias comunes.**

	Enforceable and/or Regulatory Levels			Non-Enforced Guidelines and Reference Levels			
	NAAQS/EPA (Ref. B-4)	OSHA (Ref. B-5)	MAK (Ref. B-2)	Canadian (Ref. B-8)	WHO/Europe (Ref. B-11)	NIOSH (Ref. B-13)	ACGIH (Ref. B-1)
Carbon dioxide		5000 ppm	5000 ppm 10,000 ppm [1 h]	3500 ppm [L]		5000 ppm 30,000 ppm [15 min]	5000 ppm 30,000 ppm [15 min]
Carbon monoxide <sup>e</sup>	9 ppm <sup>#</sup> 35 ppm [1 h] <sup>#</sup>	50 ppm	30 ppm 60 ppm [30 min]	11 ppm [8 h] 25 ppm [1 h]	90 ppm [15 min] 50 ppm [30 min] 25 ppm [1 h] 10 ppm [8 h]	35 ppm 200 ppm [C]	25 ppm
Formaldehyde <sup>b</sup>		0.75 ppm 2 ppm [15 min]	0.3 ppm 1 ppm <sup>i</sup>	0.1 ppm [L] 0.05 ppm [L] <sup>b</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup> (0.081 ppm) [30 min] <sup>p</sup>	0.016 ppm 0.1 ppm [15 min]	0.3 ppm [C]
Lead	1.5 µg/m <sup>3</sup> [3 months]	0.05 mg/m <sup>3</sup>	0.1 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup> [30 min]	Minimize exposure	0.5 µg/m <sup>3</sup> [1 yr]	0.050 mg/m <sup>3</sup>	0.05 mg/m <sup>3</sup>
Nitrogen dioxide	0.05 ppm [1 yr]	5 ppm [C]	5 ppm 10 ppm [5 min]	0.05 ppm 0.25 ppm [1 h]	0.1 ppm [1 h] 0.02 ppm [1 yr]	1 ppm [15 min]	3 ppm 5 ppm [15 min]
Ozone	0.12 ppm [1 h] <sup>#</sup> 0.08 ppm	0.1 ppm	j	0.12 ppm [1 h]	0.064 ppm (120 µg/m <sup>3</sup> ) [8 h]	0.1 ppm [C]	0.05 ppm <sup>k</sup> 0.08 ppm <sup>l</sup> 0.1 ppm <sup>m</sup> 0.2 ppm <sup>n</sup>
Particles <sup>e</sup> <2.5 µm MMAD <sup>d</sup>	15 µg/m <sup>3</sup> [1 yr] <sup>o</sup> 65 µg/m <sup>3</sup> [24 h] <sup>o</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>	1.5 mg/m <sup>3</sup> for <4 µm	0.1 mg/m <sup>3</sup> [1 h] 0.040 mg/m <sup>3</sup> [L]			3 mg/m <sup>3</sup> [C]
Particles <sup>e</sup> <10 µm MMAD <sup>d</sup>	50 µg/m <sup>3</sup> [1 yr] <sup>o</sup> 150 µg/m <sup>3</sup> [24 h] <sup>o</sup>		4 mg/m <sup>3</sup>				10 mg/m <sup>3</sup> [C]
Radon				800 Bq/m <sup>3</sup> [1 yr]			
Sulfur dioxide	0.03 ppm [1 yr] 0.14 ppm [24 h] <sup>#</sup>	5 ppm	0.5 ppm 1 ppm <sup>i</sup>	0.38 ppm [5 min] 0.019 ppm	0.048 ppm [24 h] 0.012 ppm [1 yr]	2 ppm 5 ppm [15 min]	2 ppm 5 ppm [15 min]
Total Particles <sup>e</sup>		15 mg/m <sup>3</sup>					

Fuente: ANSI/ASHRAE STANDARD 62.1-2007.

En la tabla anterior se consideran sustancias contaminantes, y los niveles de concentración adquiridos por entidades expertas en el tema gracias a la experiencia.

En el caso de salas de autopsias y laboratorios, es de uso común el formaldehido, las recomendaciones están consignadas en la tabla, con los valores de concentración recomendables.

## 1.10 HIGIENE Y SEGURIDAD AMBIENTAL.

La higiene ocupacional ha sido definida como: “la ciencia y el arte dedicado a la prevención, reconocimiento, evaluación y control de los factores ambientales que surgen en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, deterioro de la salud e incapacidad e ineficiencia marcada entre los trabajadores y los miembros de la comunidad.”<sup>19</sup>

Se determinan diferentes criterios para determinar el daño o la incidencia que se produce al organismo, pero todos ellos consideran, entre otros los siguientes factores:

- a) **Tipo De Agente:** Hace referencia a un agente físico, químico y biológico. Dentro de ellos hay variados agentes que producen diferentes daños al organismo, dependiendo del agente se cataloga como de mayor o menor gravedad.
- b) **Vía De Entrada:** Hace referencia al estado físico del agente, ya que dependiendo de este estado físico, puede ingresar por diferentes vías al organismo, y de acuerdo a esto dependerá la cantidad de agente que ingresa, los daños que ocasione y los posteriores efectos.
- c) **Tiempo De Exposición:** Para el tiempo de exposición, al agente causal de la enfermedad se le determina la dosis, ósea la cantidad de agente que ingresa al cuerpo.
- d) **Intensidad De La Exposición:** No es lo mismo permanecer durante mucho tiempo ante un agente que tiene poca intensidad, que ante uno que tiene gran intensidad.

---

<sup>19</sup> Definición tomada de **HERNANDEZ Z, Alfonso**. Seguridad e higiene industrial

**Tabla 9. Clasificación de agentes causales de enfermedades ocupacionales.**

<b>AGENTES FÍSICOS</b>	<b>Ruido</b>	<b>Ventilación</b>
	Radiaciones ionizantes	Iluminación
	Radiaciones no ionizantes	Presión
	Vibraciones	Temperatura
<b>AGENTES QUÍMICOS</b>	Humos	Gases
	Vapores	Polvo
<b>AGENTES BIOLÓGICOS</b>	Bacterias	Insectos
	Hongos	
<b>AGENTES ERGONÓMICOS</b>	Operaciones inadecuadas	Mal diseño

Fuente: Autores.

### 1.10.1 Agentes Químicos

Para clasificar los agentes químicos se tiene dos clases: los que se encuentran en estado gaseoso y los que se presentan como aerosoles. Los aerosoles están constituidos por partículas sólidas o líquidas, y se clasifican por lo general, como polvo, humo, rocío y niebla.

- **Inhalación:** Entre los mayores peligros de los compuestos químicos esta la inhalación de ellos, en ejemplo si una persona respira digamos vapor; de acuerdo con sus efectos fisiológicos puede clasificarse en venenosos, asfixiantes, irritantes y anestésicos. Los venenosos son los que provocan intoxicaciones agudas directamente o por descomposición en el organismo. Para los asfixiantes se tienen los que interfieren con el suministro de oxígeno, sin obstaculizar el mecanismo respiratorio. Son anestésicos los que producen efectos depresivos sobre el sistema nervioso central; y para los irritantes, son los de acción local sobre la piel y las mucosas.
- **Polvos:** Para la higiene Industrial, el problema del polvo es uno de los más comunes y de los más importantes, debido a que muchos polvos ejercen un efecto, de deterioro sobre la salud del personal; y así aumentar el índice de mortalidad por tuberculosis y los índices de enfermedades respiratorias.

Se determina una clasificación simple de los polvos, que se basa en los efectos físico-patológicos de los polvos:

- Polvos, como el plomo, que producen intoxicaciones.
- Polvos que pueden producir alergias, tales como la fiebre de heno, asma y dermatitis.
- Polvos de materias orgánicas, como el almidón.
- Polvos que pueden causar fibrosis pulmonares, como los de sílice.
- Polvos como los cromatos que ejercen un efecto irritante sobre los pulmones y que pueden causar cáncer.

Polvos que pueden producir fibrosis pulmonares mínimas, entre los que se encuentran los polvos inorgánicos, como el carbón, el hierro, y el bario.

- **Vapores:** Por lo general son sustancias gaseosas que se encuentra normalmente en estado líquido o sólido y que pueden ser retornadas a su estado original mediante un aumento de presión o disminución de la temperatura. Un ejemplo, el benceno que se utiliza ampliamente en la industria, en las pinturas para aviones, como disolvente de goma, resinas, grasas, etc.
- **Humos:** En el humo por lo general hay presencia de gotas, así como de partículas secas. Por ejemplo, el tabaco produce un humo húmedo y que es dañino para la salud de las personas.

### 1.10.2 Agentes Físicos

En términos generales se entiende por alteración física, las variaciones de presión, temperatura, humedad, ventilación, ruido, radiaciones e iluminaciones, entre otras.

- **Presión:** Las variaciones de la presión atmosférica no tienen importancia en la mayoría de las cosas. No existe ninguna explotación industrial a grandes

alturas que produzca alguna molestia entre los trabajadores, ni el caso extremo de minas muy profundas para que la presión de aire pueda incomodar a los obreros. No obstante, estas variaciones presentan algún interés en la construcción de puentes y perforaciones de túneles por debajo del agua.

- **Temperatura:** La temperatura normal para un correcto funcionamiento del cuerpo humano es alrededor de los 37.0 grados centígrados. Sin embargo, el trabajo muscular produce calor y este tiene que ser disipado para mantener el cuerpo a su temperatura normal de funcionamiento. Si la temperatura del ambiente está por debajo de la del cuerpo, se pierde cierta cantidad de calor por conducción, convección y radiación, y la parte en exceso por evaporación del sudor, y exhalación de vapor de agua. El cuerpo humano tiende a mantener su temperatura constante gracias al metabolismo que esta genera y a la acción del esfuerzo muscular.
- **Humedad:** Durante el proceso de la evaporación cierta cantidad de calor se pierde, esta cantidad depende de la temperatura del aire, del movimiento del mismo y de la humedad. Si se presenta un incremento en la temperatura de más de 26,7 grados centígrados, la humedad se transforma en un factor de relevancia. Teniendo en cuenta que bajo condiciones húmedas y calientes disminuye la evaporación que produce enfriamiento, lo cual reduce de cierto modo la posibilidad de que el cuerpo disipe calor y por consiguiente, se hace más difícil sostener la actividad desempeñada o el trabajo durante tiempo más o menos largo. Con un ritmo cardiaco alto, la temperatura del cuerpo también alta, y se llega rápidamente al cansancio y fatiga, siendo lento el proceso de recuperación después de una tarea.
- **Ventilación:** En su mayoría los contaminantes del aire son producidos por operaciones confinadas a áreas relativamente pequeñas, como por ejemplo, pinturas de roció, esmeril, muchos procesos de mezclado y batido, etc.

Los mayores defectos que pueden ocurrir con mayor frecuencia se pueden mencionar como los siguientes:

- El de no atrapar y conducir afuera el contaminante.
- Los conductos se taponean.
- Velocidad incorrecta del aire.
- El no atender a la facilidad de reparación y mantenimiento cuando se diseña el sistema, sin que tenga que interrumpirse la operación.

En los equipos de ventilación y escape, se hace necesario un cuidado especial y de revisiones periódicas, si se desea que siempre funciones en su debida forma.

Al planear un sistema de extracción, existen ciertos principios de aplicación que se deben realizar y son los siguientes:

- El flujo de aire debe pasar lejos de la zona de respiración del operador.
- La forma y tamaño de la cubierta y placas reflectoras, su posición en relación al trabajo y la velocidad del aire, deben ser tales que pueden atrapar todos los contaminantes producidos y llevarlos al ducto de escape para su expulsión al exterior.
- Conviene aprovechar la fuerza de gravedad siempre que sea posible. Esto quiere decir que polvos pesados, emanaciones y vapores deben ser absorbidos hacía abajo.
- Para ser eficaz, la corriente de aire que va hacia el conducto de escape debe incluir toda el área que se requiere librar de la sustancia contaminante.
- La velocidad del aire en el área donde se recoge el contaminante, es la que importa. En el caso de polvos u otros sólidos, la velocidad mínima en los ductos debe ser suficiente para evitar que se depositen las partículas en las paredes de los mismos.

- **Radiación:** Las radiaciones se han constituido hoy en día como un problema de primera magnitud en el ámbito de la salud pública e higiene industrial. La radiación artificial creada por el hombre es la que ofrece el mayor riesgo a los trabajadores y a la población general.

Desde el punto de vista sanitario las radiaciones ionizantes son las que representan mayor riesgo. Estas radiaciones ionizantes, artificialmente producidas a comienzo de siglo, habiéndose generalizado su uso en forma dramática por los ya conocidos avances de la física atómica.

### 1.10.3 Agentes biológicos

Estos son microorganismos u otros seres vivos, causante de enfermedades a los trabajadores de tipo infecciosa, y se contraen por el contacto directo en las zonas de trabajo, los principales agentes biológicos son:

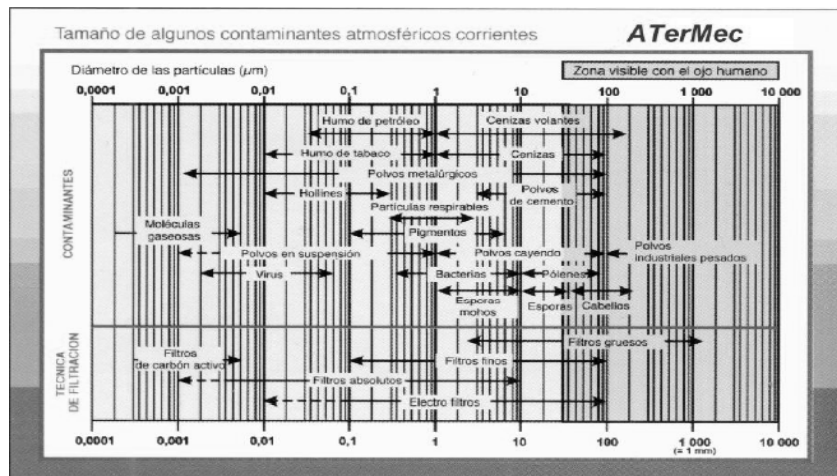
- **Bacterias:** Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos, que se encuentran en la mayoría de los ambientes en donde habita el hombre, incluso una gran mayoría de ella viven normalmente en los intestinos y garganta, sin embargo no son capaces de producir daño alguno, puesto se encuentran en equilibrio con las defensas del organismo.

La capacidad de reproducción de una bacteria, representa un peligro para el ser humano, puesto cae en la condición de virulencia. La rapidez de reproducción de una bacteria depende de condiciones como la temperatura del ambiente en la que habita.

- **Virus:** Son organismos de menor tamaño que las bacterias, pero de la misma forma son unicelulares.

- **Hongos:** Los hongos son más evolucionados que las bacterias y pueden ser unicelulares o multicelulares, como los champiñones. Estos son más evolucionados y se pueden reproducir por medio de esporas. Estos actúan igual que las bacterias al momento de entrar al organismo y necesitan de mucha humedad para la reproducción.

**Figura 30. Tamaño de algunos contaminantes atmosféricos corrientes.**



Fuente: Movimiento y tratamiento de aire en hospitales, clínicas y sanatorios, [www.ATERMEC.com.ar](http://www.ATERMEC.com.ar) pdf.

### 1.11 FILTROS

Es un dispositivo, que tiene la capacidad de eliminar partículas sólidas del aire, tales como, polen, bacterias y polvo, entre otros.

Son elementos esenciales en un diseño de aire acondicionado donde la calidad del aire interior es de gran relevancia por ejemplo: en ambientes en que se manipula material biológico y está en riesgo la salud de los ocupantes.

### **1.11.1 Filtros de aire para sistemas de aire acondicionado**

Se pueden diferenciar cuatro tipos de materiales usados en la construcción de los filtros para sistemas de aire acondicionado:

- Papel.
- Espuma.
- Fibras sintéticas.
- Algodón.

La eficacia de los filtros desciende con el uso permitiendo el paso de un mayor tamaño de partículas, estos requieren mantenimiento.

Muchos de los filtros montados en los conductos están hechos de fibra de vidrio cruzada, estos son filtros desechables, económicos y de fácil acceso, pero al ser de baja densidad permiten un mayor flujo de aire y por ende filtran menos impurezas. Los filtros de alta densidad retienen partículas de menor tamaño, pero al no dejar pasar mucho aire, tienen la desventaja de ensuciarse más rápido.

### **1.11.2 Filtros de alta eficiencia**

En los ambientes en que exista el riesgo de infección de los pacientes a causa de agentes externos presentes en el aire, se implementa un sistema de filtrado por etapas, una primera etapa de pre-filtrado, y una etapa final que puede estar dispuesta en la unidad manejadora.

Como se mencionó antes la falta de ventilación adecuada contribuye a la infección de los pacientes. De aquí que se hace necesario implementar un número adecuado de renovaciones de aire, a través de filtros que sean capaces de suspender mayor número de partículas, y de menor tamaño.

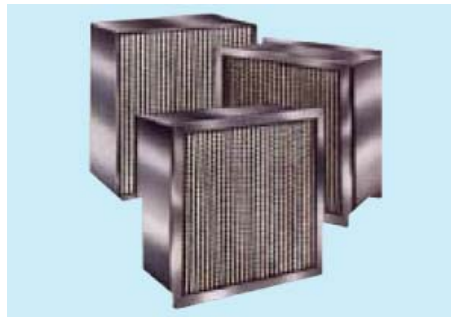
Por lo general, es suficiente la utilización de filtros de eficiencia ASHRAE de 95%, capaces de cumplir con el propósito deseado, pero en casos severos se debe implementar filtros de la mayor eficiencia posible.

**Figura 31. Filtros de alta eficiencia. HEPA<sup>20</sup>.**



Fuente: INDUSTRIA HOSPITALARIA. Aplicaciones y recomendaciones sobre el uso de filtros.  
INDUSTRIAS BELLMOR SA. [www.bellmor.com.ar](http://www.bellmor.com.ar)

**Figura 32. Filtros de alta eficiencia. Hepa**

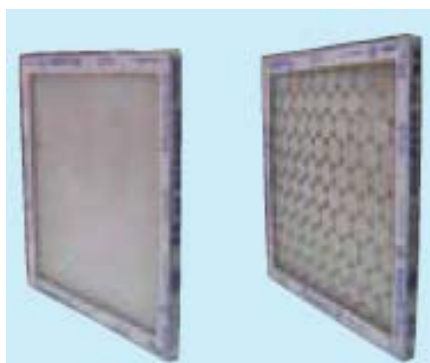


Fuente: INDUSTRIA HOSPITALARIA. Aplicaciones y recomendaciones sobre el uso de filtros.  
INDUSTRIAS BELLMOR SA. [www.bellmor.com.ar](http://www.bellmor.com.ar)

---

<sup>20</sup>HEPA: High-Efficiency Particulate Air

**Figura 33. Filtros planos tipo LE.**



Fuente: INDUSTRIA HOSPITALARIA. Aplicaciones y recomendaciones sobre el uso de filtros.  
INDUSTRIAS BELLMOR SA. [www.bellmor.com.ar](http://www.bellmor.com.ar)

### 1.11.3 Requisitos para filtración eficiente

Estos requisitos se encuentran contemplados en la norma ASHRAE 52.2, que fue creada para otorgar un procedimiento para medir eficiencias en filtros de aire, determinando el número de partículas y el tamaño aceptado en la industria.

**Tabla 10. Mínima eficiencia (MER<sup>21</sup>) y su clasificación.**

CLASIFICACIÓN MER	E1 0,3 - 1,0 MN	E2 1,0 - 3,0 MN	E3 3,0 - 10 MN	ARRESTANCIA PROMEDIO (ASHRAE 52.1)	MÍNIMA RESISTENCIA FINAL (1" C.A.)
MER 1	-	-	MENOR 20%	MENOR 65%	0.6"
MER 2	-	-	MENOR 20%	65-69.9%	0.6"
MER 3	-	-	MENOR 20%	70-74.9%	0.6"
MER 4	-	-	MENOR 20%	75% o MAYOR	0.6"
MER 5	-	-	20 - 34.9 %		0.6"
MER 6	-	-	35 - 49.9 %		0.6"
MER 7	-	-	50 - 69.9 %		0.6"
MER 8	-	-	70 - 84.9 %		0.6"
MER 9	-	-	85% o MAYOR		1.0"
MER 10	-	50 - 64.9 %	85% o MAYOR		1.0"
MER 11	-	65 - 75.9 %	85% o MAYOR		1.0"
MER 12	-	80 - 89.9 %	90% o MAYOR		1.0"
MER 13	-	90% o MAYOR	90% o MAYOR		1.4"
MER 14	75-84.9%	90% o MAYOR	90% o MAYOR		1.4"
MER 15	85-94.9%	90% o MAYOR	90% o MAYOR		1.4"
MER 16	95% o MAYOR	95% o MAYOR	95% o MAYOR		1.4"

Fuente: ASHRAE estándar 52.2. INDUSTRIAS BELLMOR SA. [www.bellmor.com.ar](http://www.bellmor.com.ar)

<sup>21</sup> MER: Minimun efficiency reporting.

**Tabla 11. Requisitos propuestos para una filtración eficiente, retorno, circulación de aire, transferencia de aire.**

CLASIFICACIÓN	REQUISITOS DE EFICIENCIA EN FILTRACIÓN	EQUIVALENTE ASHRAE 52.1. EFICIENCIA PART. DE POLVO
CLASE 1	Mínimo 60% en 3,0 micrones.	
	Donde el diseño del sistema puede alojar niveles de eficiencia más altos (por ej.: resistencia), se recomienda mayor a 65% en 1,0 - 3,0 micrones.	
	Donde hubiera concentraciones potencialmente grandes de partículas respirables, se recomienda mayor a 65% en 0,3 micrones.	25-30%
	Excepción: Para equipos de aire unitario o individuales con marco de filtro incapaz de alojar filtros que se aproximen a los requisitos de eficiencia especificados para filtros de la Clase 1, los requisitos de eficiencia de esta sección no se aplican a unidades fabricadas hasta 2 años después de la publicación de este standard. Por lo tanto, después de 2 años deben, o bien alcanzarse los requisitos de eficiencia de clase 1, o el equipo debe ser rediseñado para poder ajustarse a filtros que cumplan con estos requisitos de eficiencia.	70% 95%
CLASE 2	80% sobre 1.0- 3.0 micrones.	85%
	Aire extraído de cuartos de impresión y copiado, se requiere 65% sobre 0.3 micrones. Además, el aire de Clase 2 debe limpiarse con filtros de absorción en fase gaseosa, tal como el carbón activado para eliminar olores.	95%
CLASE 3	Solo puede recircularse si se hallan los requisitos de eficiencia de Clase 1. Donde esté permitido fumar, deben alcanzarse los requisitos de filtrado de clase 2.	
CLASE 4	No puede ser recirculado, a menos que se alcancen los requisitos de eficiencia de Clase 1.	
CLASE 5	No puede ser recirculado. Debe ser disipado directamente a la atmósfera.	

Fuente: ASHRAE estándar 62.1989R. INDUSTRIAS BELLMOR SA. [www.bellmor.com.ar](http://www.bellmor.com.ar)

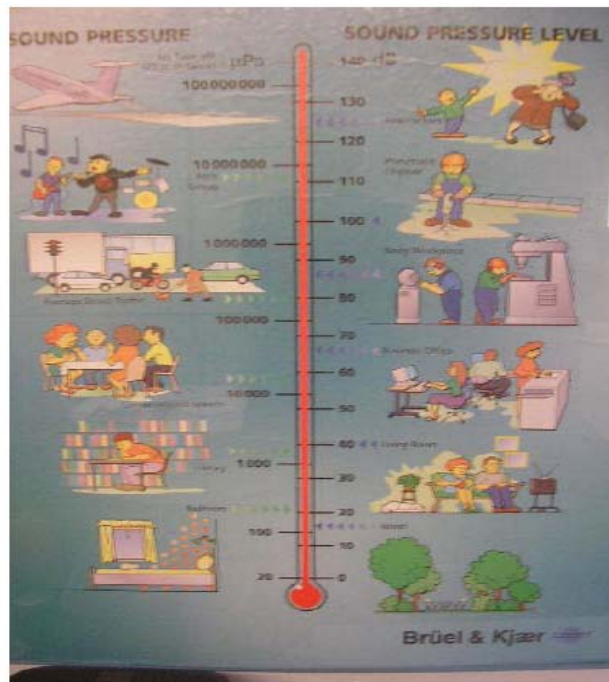
## 1.12 RUIDO Y VIBRACIONES.

Estos dos aspectos que no se consideran funciones principales del acondicionamiento de un local, se han transformado en tema de estudio para el diseño de aire acondicionado; puesto que las vibraciones pueden causar el deterioro de la instalación y la intensidad de ruido puede resultar molesta para el confort.

Para que un diseño resulte óptimo, los ocupantes del lugar de implementación no deben ser afectados por la actividad del sistema en cuanto a ruido y vibración se refiere. Es sabido que algunos espacios se pueden tolerar altos niveles de ruido, por ejemplo, los talleres en donde operan maquinarias robustas, pero en otras

instalaciones no son permitidos tales niveles. Por esto se han creado escalas estandarizadas para cada aplicación.

**Figura 34. Escala de presión y nivel de sonido.**



Fuente: Manual de aplicación Brüel & Kjaer.

El ruido proveniente de una instalación de aire acondicionado en funcionamiento, es producido por los equipos como: bombas, ventiladores, compresores, además del aire fluyendo por los ductos y los elementos de soporte.

Este ruido se puede controlar desde diferentes puntos de vista, ya sea colocando materiales capaces de absorber el ruido o como en otros casos realizando ajustes pertinentes.

Las vibraciones se pueden minimizar aislando los soportes con materiales flexibles y con bases inerciales, que logran disminuir su transmisión.

## **2. ANALISIS Y CUANTIFICACION DE VARIABLES.**

Es indispensable analizar factores que influyen en los ambientes de forma decisiva, y que nos ayudaran a evaluar y cuantificar las variables que interviene en el desarrollo del proyecto. Iniciamos la clasificación de los recintos en críticos, intermedios y no críticos o estándar, según las condiciones de operación. Como segunda instancia pasamos a un esquema donde se muestran los parámetros críticos a evaluar; después evaluaremos mediante un cuadro de comparación y selección de criticidad de ambientes, cada recinto.

Con los parámetros críticos evaluados, se diseñó un formato que con la ayuda y supervisión de las directivas del Departamento de Patología de la Universidad Industrial de Santander, se buscaba incluir todas las posibles consideraciones a tener en cuenta en el momento del diseño.

Finalmente nos encontramos con una clasificación por zonas, la cual es una conclusión del análisis y cuantificación de las variables en donde además de guiarnos por las variables de diseño, nos guiamos por los recintos más críticos y su cercanía con otros de iguales o de similares características para el tratamiento del aire.

### **2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS RECINTOS SEGÚN SUS CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

En este punto consideramos un clasificación preliminar en tres grupos según las condiciones de operación, así como la naturaleza de la misma identificando tres

grados de criticidad, es decir, la importancia y el cuidado que se debe tener en cuenta para mantener el ambiente propicio para el desarrollo de dicha actividad.

### **2.1.1 Críticos**

- a) Sala de autopsias (morgue).
- b) Cuarto de trasvase-Cuarto intermedio.
- c) Área Levantamiento (nevera).
- d) IHQ.
- e) Histopatología.
- f) Laboratorio citología.
- g) Laboratorio macro.
- h) Museo-Almacén.
- i) Laboratorio Macro.
- j) Archivo bloque lámina.
- k) Archivo Documental.
- l) Laminas colección.

### **2.1.2 Intermedios**

- a) Lavado camillas.
- b) Área sucia.
- c) Área limpia.
- d) Cuarto de mantenimiento.

### **2.1.3 No Críticos(Estándar)**

- a) Área de atención al público.
- b) Psicología.
- c) Técnico.

- d) Vestieres.
- e) Lockers.
- f) Baños.
- g) Recibo de muestras.

## 2.2. PARÁMETROS CRÍTICOS DE OPERACIÓN

En este punto pasaremos a desarrollar un esquema en el que se muestran cuáles son los parámetros críticos de operación, que tuvimos en cuenta para la posterior comparación de los recintos.

**Figura 35. Esquema parámetros críticos de operación.**



Fuente: Autores

### 2.2.1. Clasificación De Los Parámetros Críticos (Criticidad De Ambientes).

Previo a esto se hace la siguiente clasificación:

**A. Condiciones de Operación:**

A1. Actividades Desarrolladas: si la actividad propia del recinto presenta un alto o bajo nivel de importancia en el desarrollo de la operación.

A2. Elementos de Manipulación: si los elementos utilizados en el desarrollo de la operación son alta peligrosidad química (emisiones debidas a reacciones químicas).

A3. Equipos: si se presenta una alta o baja presencia de equipos técnicos y tecnológicos.

**B. Flujo de Elementos:**

B1. Diversidad de Elementos: si presenta una alta o baja variedad de elementos de operación.

B2. Cantidad: si maneja un flujo alto (una cantidad alta o considerable) o bajo de elementos.

B3. Tiempo: si hay prolongados tiempos de operación o tiempos cortos.

**C. Condiciones Críticas:**

C1. Factores de Riesgo Contaminantes (emisiones): si las emisiones producidas por lo elementos químicos de manipulación representan una alta o baja peligrosidad.

C2. Factor de Higiene: representa en qué grado de importancia está catalogado el recinto, en cuanto a higiene respecta.

Se plantean las siguientes condiciones para el análisis y desarrollo del cuadro:

- Se utiliza una escala de 1 -10 para describir la importancia de ese parámetro dentro de las consideraciones del diseño. Siendo 10: máxima importancia y 1: mínima importancia.
- Se sumaran los valores parciales del análisis de cada parámetro, donde se tomaran en cuenta los máximos valores. El valor máximo me representa la condición más crítica o de más importancia a la hora de cuantificar las variables para diseñar el sistema; esto sin restarle importancia a las variables de valor intermedio o valor mínimo, ya que ellas son de consideración para el desarrollo del proyecto.
- Se plantea la generalización de las variables teniendo en cuenta las condiciones críticas por los sectores más cercanos en cuanto a su distribución, buscando que sean las variables más importantes y de mayor relevancia, y que por su ubicación de una mayor facilidad en el desarrollo.

### 2.2.2. Cuadro De Criticidad En Ambientes.

**Tabla 12. Criticidad en ambientes.**

CLASIFICACIÓN DE RECINTOS	CONDICIONES DE OPERACIÓN			FLUJO DE ELEMENTOS			CONDICIONES CRÍTICAS	
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2
<b>CRÍTICOS</b>								
Sala de autopsias (morgue)	10	10	4	6	10	6	10	10
Cuarto de trasvase-cuarto intermedio	10	10	4	6	6	4	10	8
Área de levantamiento nevera	8	8	8	6	8	6	10	10
IHQ	10	10	10	10	10	8	8	8
Histopatología	10	10	10	10	10	8	8	8
Laboratorio citología	8	10	10	10	10	8	8	10
Museo-Almacén	6	8	6	8	10	4	8	8
Laboratorio macro	6	8	8	10	8	6	6	8
Archivo bloque lámina	8	6	6	8	10	6	6	6
Archivo Documental	6	6	4	6	10	6	6	4
Láminas colección	8	6	6	6	10	6	6	4
<b>INTERMEDIOS</b>								
Lavado camillas	6	6	4	4	8	6	6	8
Área sucia	8	8	4	10	8	4	8	10
Área limpia	6	6	4	10	8	4	4	10

CLASIFICACIÓN DE RECINTOS	CONDICIONES DE OPERACIÓN			FLUJO DE ELEMENTOS			CONDICIONES CRÍTICAS	
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2
Cuarto de mto.	6	6	8	10	6	2	4	6
<b>NO CRÍTICOS-ESTÁNDAR</b>								
Área de atención al público	5	4	6	6	10	8	6	10
Psicología	5	4	6	6	4	6	6	6
Técnico	5	4	8	6	4	6	6	6
Vestieres	6	6	4	8	8	8	6	10
Lockers	6	6	4	8	8	8	6	10
Baños	6	6	4	8	8	8	8	10
Recibo de muestras	5	4	6	10	10	10	6	8

Fuente: Autores.

### 2.2.3. Cuadro De Resultados.

**Tabla 13. Resultados de criticidad en ambientes.**

CRÍTICOS	TOTALES	INTERMEDIOS	TOTALES
Sala de autopsias (morgue)	66	Lavado camillas	48
Cuarto de trasvase-cuarto intermedio	58	Área sucia	60
Área de levantamiento nevera	64	Área limpia	60
IHQ	74	Cuarto de mantenimiento	48
Histopatología	74	Recibo de muestras	59
Laboratorio citología	74	<b>NO CRÍTICOS</b>	<b>TOTALES</b>
Museo-Almacén	58	Área de atención al público	55
Laboratorio macro	60	Psicología	43
Archivo bloque lámina	56	Técnico	45
Archivo Documental	48	Vestieres	56
Láminas colección	52	Lockers	56
		Baños	58

Fuente: Autores.

En los resultados consignados en el Cuadro 2, se presenta los tres tipos de clasificaciones que se tienen para cada una de los recintos. En los críticos se consignaron los recintos que por sus condiciones de operación se presentaron como los más considerables a la hora de determinar una condición de criticidad. De la misma manera se consignaron los recintos Intermedios y los no críticos, teniendo en cuenta que para clasificarlos entre ellos, prevalecen las condiciones

de operación; ya que por ejemplo, el lavado de camillas tiene un valor de criticidad de 48, comparado como el de 58 de los baños, pero la incidencia que tiene la operación que se desarrolla en cada uno de ellos es diferente, siendo más sobresaliente la del lavado de camillas.

## **2.3 CUADRO DE VARIABLES**

Después de la clasificación previamente hecha, se resaltan los recintos con condiciones críticas según su operación. En el siguiente cuadro se agruparan los recintos según su distribución en el plano y semejanza de condiciones, predominando las de los recintos más críticos.

### **2.3.1 Temperatura**

Se precisan los intervalos de temperatura permisibles en los recintos, para la operación así como la temperatura promedio diaria de los recintos. Es importante en este punto tener en cuenta factores como:

- Equipos, ya que estos contribuyen a la ganancia de calor de los recintos.
- Materiales de almacenamiento, ya que la temperatura a los que se deben mantener, para su conservación es de vital importancia.
- Personas, la cantidad de personas que circulan por el recinto, ya sean ajenas a las instalaciones o propias de las mismas.

### **2.3.2 Humedad**

Se requieren los intervalos de humedad, máxima y mínima permisible, según recinto crítico, teniendo también en cuenta los factores antes mencionados, agregando especial cuidado en el tratamiento de las muestras en los laboratorios.

### 2.3.3 Olores

Se piden los olores fuertes producidos en los procesos, ya sean por emisiones de elementos químicos o material biológico.

### 2.3.4 Contaminantes de aire

En este punto se requieren los posibles agentes microscópicos que pueden estar presentes en el aire y que son de carácter perjudicial para la salud humana.

**Tabla 14. Variables para los recintos.**

RECINTOS	VARIABLES
Sala de autopsias, cuarto de trasvase, área de levantamiento, cuarto intermedio.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura.</li><li>• Humedad.</li><li>• Contaminantes del aire (Bacterias).</li><li>• Olores fuertes.</li></ul>
IHQ, laboratorio citología, laboratorio macro.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura</li><li>• Humedad</li><li>• Olores</li><li>• Contaminantes del aire (bacterias)</li></ul>
Histopatología, colección láminas, recibo de muestras, almacén.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura</li><li>• Humedad</li><li>• Olores</li></ul>
Archivo bloque láminas, archivo documental, museo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Temperatura</li><li>• Humedad</li><li>• Olores</li></ul>




Fuentes: autores.

### 2.3.5. Formato Variables

Luego de haber realizado un estudio de la criticidad de los ambientes, analizando las variables relevantes para el desarrollo del proyecto, pasamos a la cuantificación de las mismas.




Para esta etapa se diseñaron formatos que nos permitieron consignar las variables evaluadas. Para la recolección de los datos de estas variables, las Directivas del Departamento de Patología consignaron los valores recomendados (asesorados y revisados por los gestores del proyecto) para cada uno de los recintos que se especificaron en los formatos.

Tabla 15. Cuantificación de variables para cada recinto.

ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES		  
AUTORES	RICARDO NIETO BUSTAMANTE JORGE GÓMEZ ROJAS	
DIRECTOR	ING. NESTOR D' CROZ	
RECINTOS	VARIABLES	
Sala de autopsias	Humedad	45-50 %
	Temperatura	22-24 °C
	Olores	Formol, Materia Fecal, Sangre
	Contaminantes de aire	Toxina Bacterianas, Virus, Hongos
Cuarto de travesa	Humedad	45-50 %
	Temperatura	22-25 °C
	Olores	Formol, Alcohol, Xilol
	Contaminantes de aire	Vapores Químicos
Área de levantamiento	Humedad	50-55%
	Temperatura	23-25 °C
	Olores	Formol, Materia Fecal, Sangre
	Contaminantes de aire	Toxina Bacterianas, Virus, Hongos
IHQ	Humedad	55-60 %
	Temperatura	22-25 °C
	Olores	Formol, Alcohol, Xilol
	Contaminantes de aire	Vapores Químicos: Diaminobencidina (hay cámara extractora), Alcohol, Xilol
Laboratorio de citología y laboratorio macro	Temperatura	22-25 °C
	Humedad	55-60 %
	Olores	Alcohol, Xilol, Grasa, Parafina, Materia Fecal, Putrefacción, Sangre
	Contaminantes de aire	Toxinas Bacterianas, Microbacterias, Virus, Hongos, Vpores Químicos
Histopatología	Temperatura	21-23 °C
	Humedad	60-65 %
	Olores	Químicos: Xilol, Parafina, Alcohol
	Contaminantes de aire	Vapores Químicos: Diaminobencidina (hay cámara extractora), Alcohol, Xilol
Archivo bloque láminas y museo	Temperatura	21-23 °C
	Humedad	55-60 %
	Olores	Formol, Alcohol, Putrefacción
	Contaminantes de aire	Vapores Químicos

Fuente: autores.

Tabla 16. Cuantificación de variables para cada recinto.

ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES			 
AUTORES	RICARDO NIETO BUSTAMANTE		
	JORGE GÓMEZ ROJAS		
DIRECTOR	ING. NESTOR D' CROZ		
RECINTOS	VARIABLES	INFORMACIÓN	CUANTIFICACIÓN
Área de atención al público	Temperatura	<b>Temperatura:</b> Se especifica los rangos permisibles de temperatura. Valores máximos, mínimos y promedio, por recinto crítico.	23 -25 °C 50% Propios del recinto Acaros
	Humedad		
	Olores		
	Contaminantes del aire		
Recibo de muestras	Temperatura	<b>Humedad:</b> Se piden los rangos permisibles de humedad. Valores máximos, mínimos y promedio, por aplicación del recinto	23 -25 °C 50% Propios del recinto Acaros
	Humedad		
	Olores		
	Contaminantes del aire		
Lockers y baños	Temperatura	<b>Olores:</b> Se pide especificar la naturaleza de los olores.  <b>Contaminantes de aire:</b>	23 -25 °C 50% Propios del recinto Acaros
	Humedad		
	Olores		
	Contaminantes del aire		
Oficinas	Temperatura	En este punto se requiere, los posibles agentes microscopicos, que pueden estar presentes en el aire, así como cualquier tipo de impurezas.	23 -25 °C 50% Propios del recinto Acaros
	Humedad		
	Olores		
	Contaminantes del aire		

Fuente: autores.

### **2.3.6. Parámetros Cuantitativos**

Buscamos una cuantificación de ciertos parámetros importantes a tener en cuenta para el diseño, en el siguiente cuadro se cuantifican variables operacionales como:

- El tiempo, que nos permite determinar períodos de operación sobre las actividades desarrolladas y de mayor consideración en el diseño.
- La cantidad, que nos permite tener una idea general de las personas que circulan normalmente, así como la cantidad de cadáveres procesados y las muestras.
- La diversidad de elementos, encaminada a la búsqueda de posibles agentes contaminantes, causadas por muestras o emisiones propias de los procesos, igualmente determinaremos la diversidad en el flujo de personas, para facilitar un análisis de la incidencia que estas tiene sobre las condiciones térmicas de las instalaciones.

Es importante resaltar que los datos son suministrados por las directivas del Departamento de Patología de la Universidad Industrial de Santander, como se había mencionado anteriormente, además los valores mencionados son en términos generales, y tiene como objetivo, darnos una visualización general de las actividades desarrolladas en las instalaciones teniendo como referencia una cuantificación general.

Tabla 17. Cuantificación de variables de flujo de elementos.

ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES			
AUTORES	RICARDO NIETO BUSTAMANTE		
	JORGE GÓMEZ ROJAS		
DIRECTOR	ING. NESTOR D' CROZ		
<b>Variables de flujo de elementos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Información</b>	<b>Cuantificación</b>
Tiempo	Autopsias	Cuántas autopsias se hacen al día en promedio y la duración de las mismas	Una (1) en día promedio. Rango 0-2
	Nevera	Cuántas veces abren la nevera en promedio diario	10-12 veces al día
	Laboratorios	Horarios de operación	SE ADJUNTA TABLA DE HORARIO DE OPERACIÓN GENERALES Y ESPECIFICOS
Cantidad	Muestras	Cuántas muestras se reciben, promedio diario	60
	Cadáveres	Cuántos cadáveres entran a las instalaciones en promedio diario	entre 6 y 10
	Personas	Circulantes, promedio diario	10-35 Estudiantes
Diversidad de elementos	Muestras	Tipos de muestras recibidas	Líquidos Corporales: para Citología. Biopsias: Fragmentos de tejido. Órganos: Provenientes de cirugía Cadáveres.
	Personas	Personas circulantes, ajenas o pertenecientes a las instalaciones	Del servicio: 7 Ajenas al servicio 8 a 35 (estudiantes de distintas carreras)
	Emisiones	Se hace referencia al tipo de emisión que se produce en los recintos	Gases de los cadáveres frescos, Gases de los cadáveres pendientes por reclamar, Gases de cadáveres en procedimiento de autopsia, Formaldehído.

Fuente: Autores.

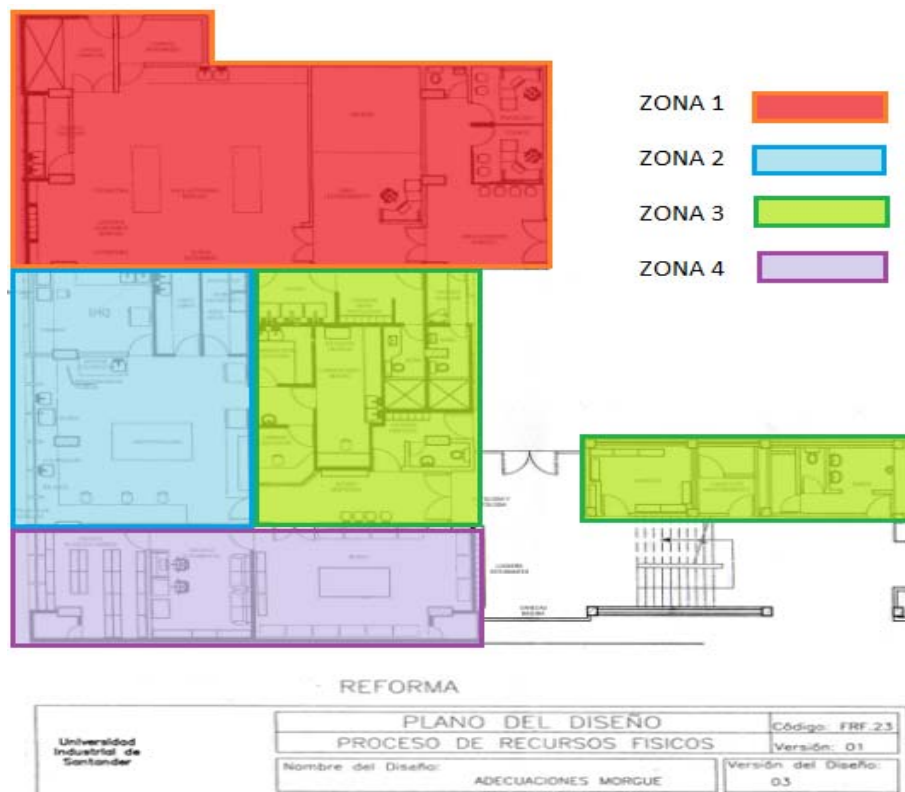
## 2.4 ZONAS DE ANALISIS Y DISEÑO.

Para terminar con este análisis y cuantificación de variables, se determinó que una estratificación o una zonificación de los diferentes recintos que intervienen en el proyecto nos permitirían un mejor análisis, control y diseño de los sistemas de aire acondicionado y extracción de olores.

Para esta zonificación se tuvieron en cuenta:

- Condiciones de criticidad.
- Condiciones de diseño similares.
- Proximidad entre recintos.
- Facilidad en el análisis de las condiciones de diseño.

**Figura 36. Plano de la planta físicas zonificado.**



Fuente: Plano, Directivas Departamento Patología. Zonificación: Autores.

### **2.4.1. Zona 1**

Los recintos clasificados en esta son:

- Lavado De Camillas.
- Cuarto Intermedio.
- Sala De Autopsias Morgue.
- Cuarto De Trasvase.
- Nevera.
- Área De Levantamiento.
- Área De Atención Al Público.
- Psicólogo.
- Técnico.

### **2.4.2. Zona 2**

Los recintos incluidos en esta zona son:

- Inmunohistoquímica (IHQ).
- Área Limpia.
- Área Sucia.
- Histopatología.

### **2.4.3. Zona 3**

Los recintos incluidos en esta zona son:

- Lavado.
- Lockers Para Patólogos.
- Vestier Auxiliar.
- Baños.
- Laboratorio De Macro.

- Laboratorio Citología.
- Laminas Colección.
- Recibo Muestras.
- Lockers Histoteca.
- Almacén.
- Cuarto De Mantenimiento.

#### **2.4.4. Zona 4**

Los recintos para esta zona son:

- Archivo Bloques Láminas.
- Archivo Documental.
- Museo.

### 3. CONSIDERACIONES INICIALES DE DISEÑO.

En este punto se pasa a hacer la recopilación de los datos y consideraciones a emplear en la ejecución del diseño contemplado en este proyecto.

- Características de la edificación:
  - Materiales de construcción.
  - Tamaño de los componentes.
  - Colores externos de fuentes.
  
- Ubicación espacial:
  - Ubicación.
  - Orientación catastral.
  - Sombra externa.
    - Otros edificios.
    - Permanencia.
  
- Condiciones externas de diseño:
  - Información climática de Bucaramanga.
  - Condiciones generales de Bucaramanga.
  - Selección condiciones de diseño exterior.
  
- Consideraciones de diseño interior:
  - Selección consideraciones de diseño interior por zonas:
    - Temperatura de bulbo húmedo.
    - Temperatura de bulbo seco.
    - Tasa de ventilación.

- Rutina de operación:
  - Iluminación.
  - Ocupantes.
  - Equipo interno.
  - Aplicaciones y procesos.
  - Horario de operación.
  
- Fecha y tiempo para el diseño.

### 3.1 CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION

#### 3.1.1 Materiales de construcción

Los materiales utilizados para la construcción de la edificación son los siguientes:

**Tabla 18. Materiales utilizados en la construcción.**

COMPONENTES DE LA EDIFICACION	MATERIALES	OBSERVACIONES
MUROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exterior: Ladrillo M29 o tipo Santa Fe (arcilla).</li> <li>➤ Interior: Frisado, estucado y pintado.</li> </ul>	Algunas partes como la placa y las esquinas del edificio están pintadas en vinilo.
ESTRUCTURA	Estructura aporticada en concreto reforzado.	
TECHO	Placa aligerada en casetón	Espesor 40 cm, para todas las áreas de análisis.
VENTANERIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Marcos: Lamina Cold Roll</li> <li>➤ Ventanas: Vidrio claro de 4 milímetro.</li> </ul>	Ventanería solo en zona Norte, sur, Este y toda de las mismas características

Fuente: Autores.

### 3.1.2 Tamaño de los componentes

- MUROS: Como dato importante para este punto, es la cota de altura que tiene la edificación a trabajar la cual es de 2, 80 metros de altura.

Por otra parte el espesor de los muros, teniendo en cuenta la configuración completa: Ladrillo a la vista, frisado, estucado y pintado es de 15 centímetros.

- Costado norte:

**Figura 37. Costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado este:

**Figura 38. Extensión total costado Este de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado sur:

**Figura 39. Costado Sur de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado oeste:

**Figura 40. Extensión total costado Oeste de la edificación.**



Fuente: Autores.

- ESTRUCTURA: Para la instalaciones del Departamento de Patología y Morgue se determinan aproximadamente 336.62 m<sup>2</sup> de área construida.

- TECHO: Para todas las instalaciones se considera el techo, como una placa aligerada de casetón de un espesor de 40 cm. Este valor del espesor será utilizado para todas las áreas de análisis.
- VENTANERIA: existen dos tipos de ventanas:
  - a) 1.20 m \* 0.45 m
  - b) 1.00 m \* 0.80 m

Es importante tener en cuenta que solo se analizan las partes Norte y Oeste de la edificación, en referencia a la incidencia de la luz del día. En la parte sur como se mencionó en el cuadro de Componentes de la Edificación, a pesar de poseer ventanería, esta no tiene ninguna incidencia con la plena luz del día.

- Costado Norte:

**Figura 41. Ventanas costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 42. Ventanas costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado este:

**Figura 43. Costado Este de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado sur:

**Figura 44. Ingreso a las Instalaciones, costado Sur.**



Fuente: Autores.

**Figura 45. Ventanas costado Sur de la edificación.**



Fuente: Autores.

- o Costado oeste:

**Figura 46. Ventanas costado Oeste de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 47. Ventanas costado Oeste de la edificación.**



Fuente: Autores.

### **3.1.3 Colores Externos De Fuentes**

La fachada del edificio y de las edificaciones aledañas, son de similares materiales y características:

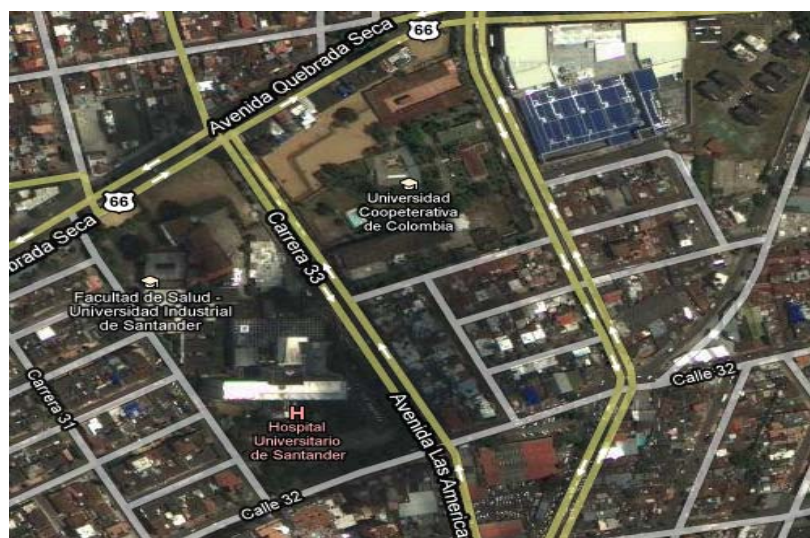
- Ladrillo a la vista.
- Pintada en las columnas, vigas y placas en vinilo.
- Ventanería en lámina Cold roll, de color negro.

## **3.2 UBICACIÓN ESPACIAL**

### **3.2.1 Ubicación Catastral**

Determinamos la ubicación espacial del predio donde se encuentran las instalaciones del departamento de patología y morgue de la Universidad Industrial de Santander. Inicialmente nos ubicamos en la ciudad Bucaramanga, fijando los puntos de referencia más importante. El departamento de patología está ubicado en la zona Norte-Este de la ciudad de Bucaramanga, entre las carreas 33 y 32 y sobre la avenida Quebrada Seca y la calle 32 cerca de las instalaciones del Hospital Universitario de Santander.

**Figura 48. Imagen satelital ubicación catastral Departamento de Patología.**

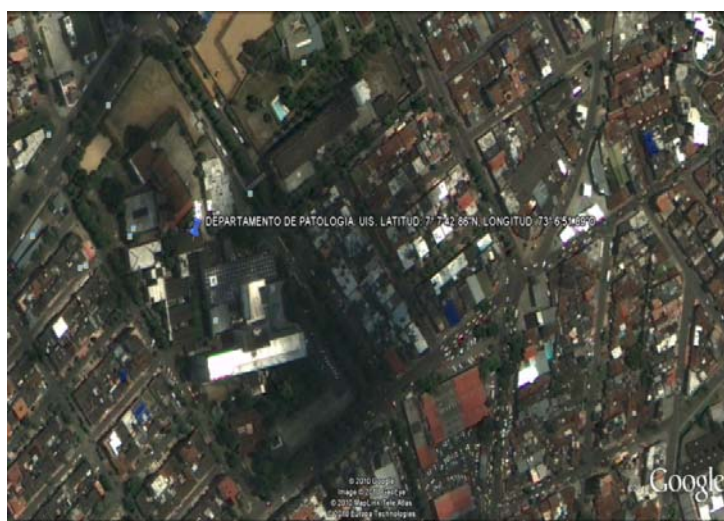


Fuente: Google Earth.

### 3.2.2 Orientación

Coordenadas Geográficas.

**Figura 49. Imagen satelital coordenadas geográficas del Departamento de Patología.**



Fuente: Google Earth.

Datos:

- Coordenadas Geográficas:

Latitud: 7° 7' 42.86" N

Longitud: 73° 6' 51.89" O

- Altitud:

1035S.N.M) Metros Sobre El Nivel Del Mar.

### 3.2.3 Sombra Externa

- Costado norte:

**Figura 50. Incidencia estructural costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 51. Incidencia estructural costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 52. Incidencia estructural, frente del costado norte de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado este:

**Figura 53. Incidencia estructural, frente del costado Este de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 54. Incidencia estructural del costado Este de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 55. Incidencia estructural, frente del costado Este de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado sur:

**Figura 56. Costado Sur de la edificación.**



Fuente: Autores.

**Figura 57. Incidencia estructural del costado Sur de la edificación.**



Fuente: Autores.

- Costado oeste:

**Figura 58. Incidencia estructural enfrente del costado Oeste de la edificación.**



Fuente: Autores.

### 3.3 CONSIDERACIONES EXTERNAS DE DISEÑO:

#### 3.3.1 Información Climática Bucaramanga

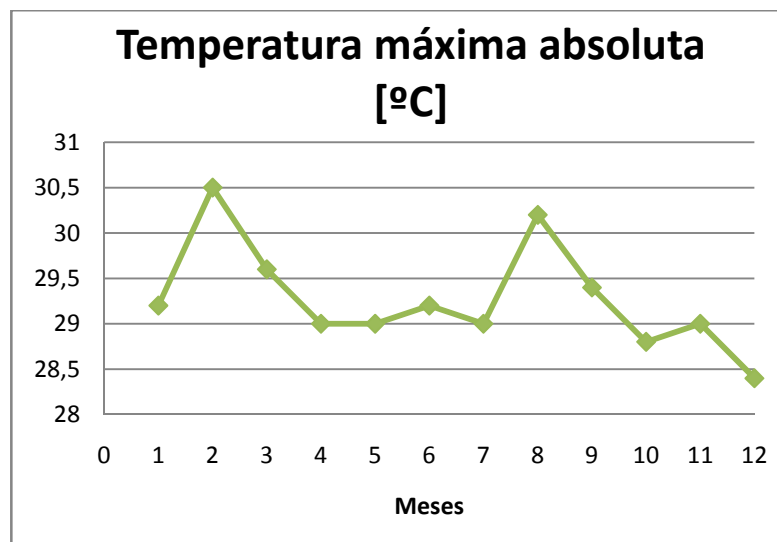
La información climática es tomada de los datos de promedios anuales para las ciudades colombianas dados por el IDEAM.

**Tabla 19. Principales condiciones climáticas, Bucaramanga.**

MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP. MEDIA	21.1	21.4	21.6	21.4	21.3	21.3	21	21.3	21	21	20.7	20.7
T.MED MAX	27.3	27.6	27.9	27.5	27.6	27.6	28	28.2	28	28	26.9	26.9
T.MED MIN	16.7	16.9	16.9	17.2	17.3	17	17	16.4	17	16	17	16.8
T.MAX ABS	29.2	30.5	29.6	29	29	29.2	29	30.2	29	29	29	28.4
T.MIN ABS	15	15.4	15.6	16.7	16.6	15.6	14	12.4	16	13	15.8	15.6
PRECIPITACION	52.4	70.6	132	153	124	89	84	91.8	93	157	111	57.9
No. DIAS	8	9	14	18	19	17	18	20	18	20	14	9
HUMEDAD	82	83	84	87	88	87	85	84	86	89	90	88
BRILLO	216	163	149	133	152	143	172	156	154	145	148	189
EVAPORACION	136	129	135	118	123	110	124	122	121	116	128	117
NUBOSIDAD	4	5	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5

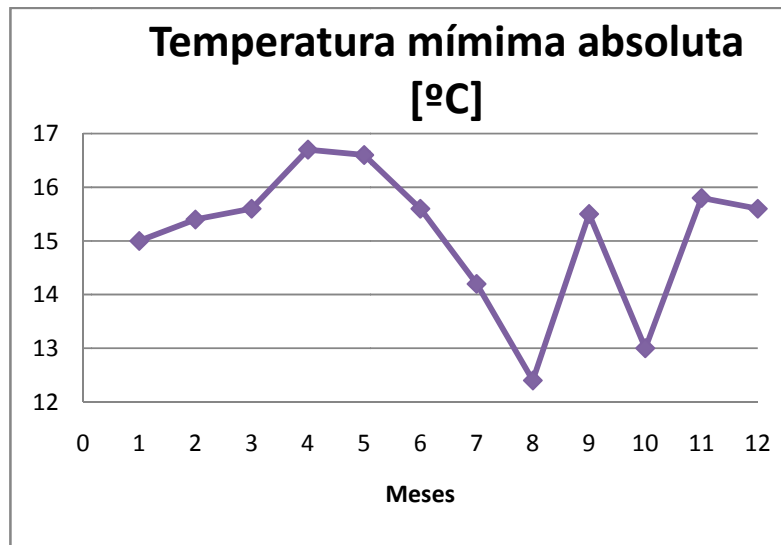
Fuente: IDEAM

**Figura 59. Temperaturas máximas absolutas, Bucaramanga.**



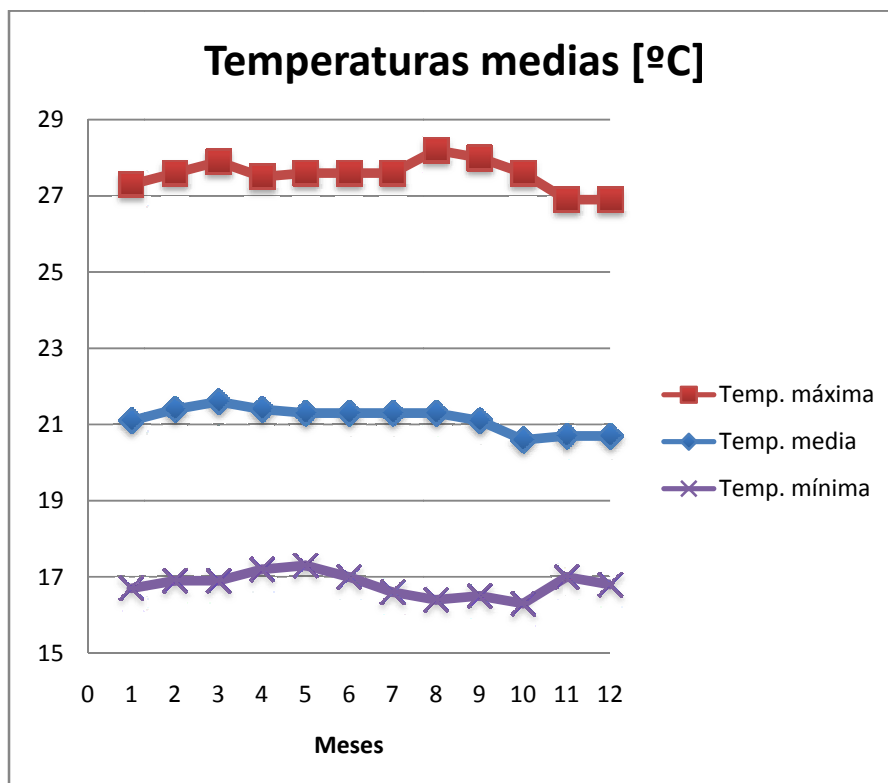
Fuente: IDEAM.

Figura 60. Temperaturas mínimas absoluta, Bucaramanga.



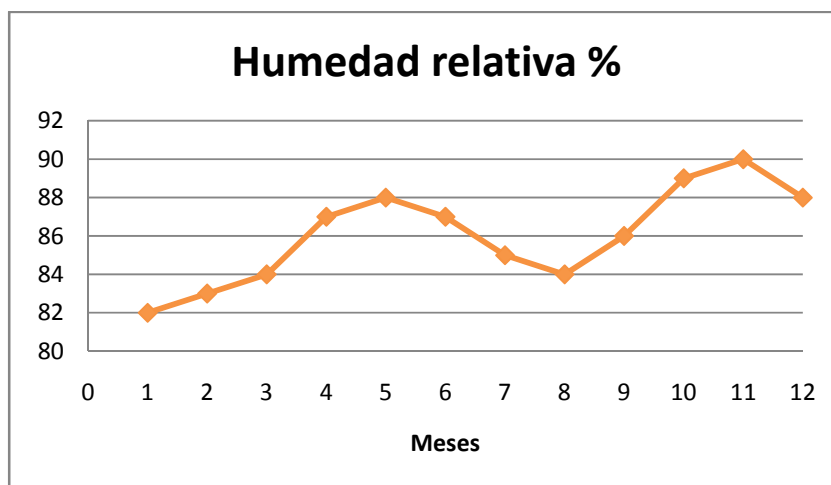
Fuente: IDEAM.

Figura 61. Temperaturas medias de Bucaramanga.



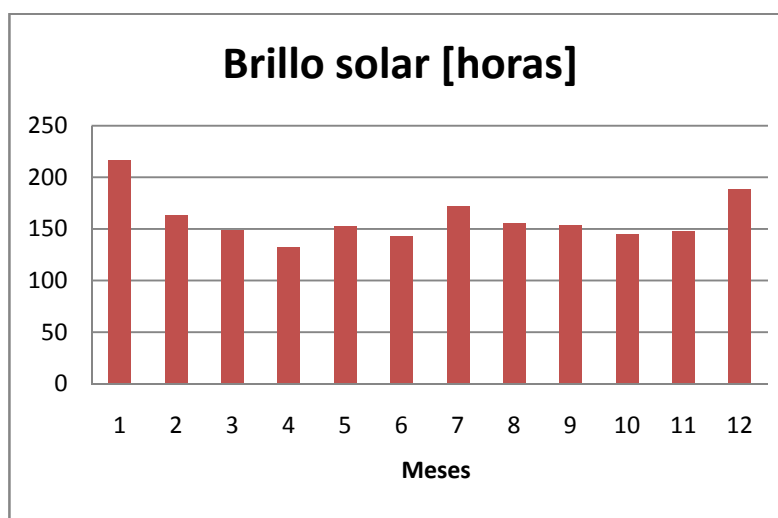
Fuente: IDEAM.

Figura 62. Humedad relativa, Bucaramanga.



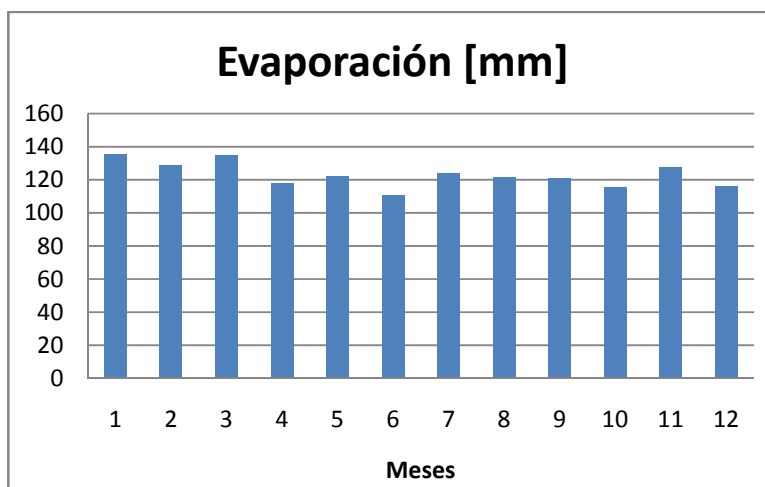
Fuente: IDEAM.

Figura 63. Brillo solar, Bucaramanga.



Fuente: IDEAM.

**Figura 64. Evaporación Bucaramanga.**



Fuente: IDEAM.

### 3.3.2 Condiciones Generales de Bucaramanga:

- Temperatura Máxima Bucaramanga: 31<sup>0</sup>C.
- Temperatura Mínima Bucaramanga: 12.5<sup>0</sup>C.
- Sensación térmica: 21<sup>0</sup>C.
- Índice UV: 2 Mínimo.
- Viento del: Noroeste 11 Km/h. [6.835 mph]
- Humedad: 88 %.
- Barómetro: 1017 milibar.
- Visibilidad: 10 Km
- Observación astronómica: Sol

**Tabla 20. Observación Astronómica: Sol en Bucaramanga.**

Salida del sol	05 h 45
Hora de transición	11 h 52
Puesta del sol	17 h 59
Principio del crepúsculo civil	05 h 24
Fin del crepúsculo civil	18 h 21
Duración del sol	12 h 14

Fuente: IDEAM

- Coordenadas geográficas generales:

Latitud            7° 08' norte

Longitud          73° 10' oeste

### **3.3.3 Selección Condiciones De Diseño Exterior**

Para esta selección se tiene en cuenta los dos factores más importantes en el diseño del aire acondicionado, Humedad Relativa y Temperatura de Bulbo Seco; para este caso nuestro criterio de selección será tomar los valores más altos entre estos dos, valores que tomamos de la Tabla 12, principales condiciones climáticas de la ciudad de Bucaramanga, es importante aclarar que en la selección, el resultado no serán los valores más altos individualmente analizados, sino en conjunto de tal modo, que para el valor seleccionado posiblemente existan valores más altos, pero solo de manera individual.

## Selección de la condición exterior.

**Tabla 21. Selección de la condición de diseño exterior.**

MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMP. MEDIA	21.1	21.4	21.6	21.4	21.3	21.3	21	21.3	21	21	20.7	20.7
T.MED MAX	27.3	27.6	27.9	27.5	27.6	27.6	28	28.2	28	28	26.9	26.9
T.MED MIN	16.7	16.9	16.9	17.2	17.3	17	17	16.4	17	16	17	16.8
T.MAX ABS	29.2	30.5	29.6	29	29	29.2	29	30.2	29	29	29	28.4
T.MIN ABS	15	15.4	15.6	16.7	16.6	15.6	14	12.4	16	13	15.8	15.6
PRECIPITACION	52.4	70.6	132	153	124	89	84	91.8	93	157	111	57.9
No. DIAS	8	9	14	18	19	17	18	20	18	20	14	9
HUMEDAD	82	83	84	87	88	87	85	84	86	89	90	88
BRILLO	216	163	149	133	152	143	172	156	154	145	148	189
EVAPORACION	136	129	135	118	123	110	124	122	121	116	128	117
NUBOSIDAD	4	5	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5

Fuente: Autores.

- Meses de Diseño: Agosto.
- Temperatura Máxima Absoluta: 30.2 °C
- Humedad: 84 %

### 3.4 CONDICIONES INTERNAS DE DISEÑO:

En este punto nos remitimos al análisis y cuantificación de variables, y los valores de diseño se consignan en la siguiente tabla, conservando la clasificación por zonas.

### 3.4.1 Selección Consideraciones De Diseño Interior Por Zonas:

**Tabla 22. Condiciones internas de diseño**

ZONA	RECINTOS	CRITICO	VARIABLES	CUANTIFICACION
1	Sala de autopsias	Sala de autopsias	Humedad Relativa	45%-50%
	cuarto de trasvase			
	Área. Levantamiento		Tasa de ventilación	20 ren/hora
	Área. Atención Publi.		Temp. Bulbo seco	22°C-24°C
	Ofic. Técnico			
	Ofic. Psicólogo			
2	IHQ	IHQ	Humedad Relativa	55%-60%
	Histopatología		Tasa de ventilación	30 m <sup>3</sup> /hora
	Área Limpia			
	Área sucia		Temp. Bulbo seco	22°C-25°C
3	Lab citología	Lab citología Lab macro	Humedad Relativa	55%-60%
	Lab macro			
	Baños y lockers		Tasa de ventilación	30 m <sup>3</sup> /hora
	Laminas colección			
	Recibo de muestras			
	Almacén		Temp. Bulbo seco	22°C-25°C
	Cuarto de manteni.			
4	Archivo documental	Archivo Bloque Lamina	Humedad Relativa	55%-60%
	Arch. Bloque laminas		Tasa de ventilación	30 m <sup>3</sup> /hora
	Museo	Museo		

Fuente: Autores.

### 3.5 RUTINA DE OPERACIÓN:

#### 3.5.1 Iluminación.

**Tabla 23. Iluminación de las instalaciones por zonas y recinto.**

ZONA	RECINTOS	ILUMINACIÓN
1	Sala de autopsias	10 lámparas fluorescentes (cada una con 2 tubos)
	cuarto de trasvase	1 lámpara fluorescente
	Área Levantamiento	3 lámparas fluorescentes (área compartida con el cuarto frío)
	Área Atención Público	2 lámparas fluorescentes
	Ofic. Técnico	2 lámparas fluorescentes
	Ofic. Psicólogo	2 lámparas fluorescentes
2	IHQ	1 lámparas fluorescentes
	Histopatología	6 lámparas fluorescentes
	Área Limpia	1 lámparas fluorescentes
	Área sucia	1 lámparas fluorescentes
3	Lab citología	1 lámparas fluorescentes
	Lab macro	2 lámparas fluorescentes
	Baños y Lockers	4 lámparas fluorescentes
	Laminas colección	1 lámparas fluorescentes
	Recibo de muestras	1 lámparas fluorescentes
	Almacén	2 bombillos
	Cuarto de mantenimiento	2 lámparas fluorescentes
4	Archivo documental	3 (ésta área se comparte con la de archivo de láminas)
	Arch. Bloque laminas	1 lámparas fluorescentes
	Museo	3 lámparas fluorescentes

Fuente: Autores.

### 3.5.2 Ocupantes:

**Tabla 24. Cantidad de ocupantes por zonas y recinto**

ZONA	RECINTOS	Personas/área
1	Sala de autopsias	10
	cuarto de trasvase	2
	Área. Levantamiento	10
	Área. Atención Publi.	5
	Ofic. Técnico	2
	Ofic. Psicólogo	5
2	IHQ	2
	Histopatología	8
	Área Limpia	1
	Área sucia	1
3	Lab citología	2
	Lab macro	5
	Baños y lockers	10
	Laminas colección	1
	Recibo de muestras	3
	Almacén	4
	Cuarto de mantenimiento	2
4	Archivo documental	6
	Arch. Bloque laminas	2
	Museo	30

.Fuente: Directivas Departamento de Patología y Autores.

### 3.5.3 Equipo Interno:

**Tabla 25. Área de influencia, recinto, equipos, cantidad y consumo de potencia para las zonas 1 y 2.**

ZONA	RECINTO	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA[Watts]
1	Sala de autopsias	Lámpara cielitica	2	700
		Nevera 10 pies	1	1800
		peso digital	1	400
	Área de levantamiento	Nevera	1	1800
		computador	1	250
	Área trasvase	Reciclador solvente	1	200
Balanza Electronic.		1	400	
2	IHQ	Horno	1	2200
		Olla Vapor Electri.	1	1000
		Microscopio	1	20
		Cámara Extract.	1	400
		Balanza Electronic.	1	400
		Nevera 10 pies	1	1800
		Micrótopo	1	120
		Baño de flotación	1	250
	Histopatología	Procesador tejido	1	960
		Centro de inclusión	1	1280
		Criostato	1	1152
		Afilador de cuchilla	1	120
		Horno	1	2200
		micrótopo	4	120
		nevera de 10 pies	2	1800
		estación de trabajo	1	240
		Microscopio luz	1	20
		cocineta	1	700
		Autoclave	1	950
		Baño de flotación	4	250
		Dispensador parafina	2	640
		Cubre Objeto Automático	1	900
		Coloreador lamin. Auto	1	40
		Horno	1	2200
		Computador	1	250

Fuente: Directivas Departamento de Patología y Autores.

**Tabla 26. Área de influencia, recinto, equipos, cantidad y consumo de potencia para las zonas 3 y 4.**

ZONA	RECINTO	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA[Watts]
3	Lab. citología	Estación trabajo	1	240
		Citocentrifugas	1	200
		Plato secado	1	250
		Centrifuga 12 tubos	1	120
		microscopio	1	20
	Lab. macro	Estación trabajo	1	240
		cocineta	1	700
		Balanza electrónica	1	400
		Computador	1	250
Recibo muestras	Computador	1	250	
4	Archivo Documental	Computador	1	250

Fuente: Directivas Departamento de Patología y Autores.

### 3.5.4 Aplicaciones y procesos

- Análisis de muestras de patología, referente al tejido humano, mediante la utilización de un telescopio y equipo especializado.
- Tratamiento e identificación de muestras patológicas, mediante tratamientos químicos y físicos, para determinar sustancias específicas en los tejidos.
- Procesamiento y estudio de las distintas células del cuerpo humano.
- Análisis desde el punto de vista macroscópico (dimensiones, peso, color, textura, densidad, etc.), las muestras tomadas de los distintos órganos del cuerpo humano.
- Tratamiento y almacenamiento de instrumentos usados en los procesos.
- Reconocimiento por parte de los entes judiciales, y el examen externo por parte del personal facultativo del occiso.

- Inspección, disección y análisis, del cadáver con el fin de obtener información anatómica sobre la causa, naturaleza, extensión y complicaciones, de las enfermedades que sufrió en vida el sujeto autopsiado.
- Preparación de sustancias químicas utilizadas en el área de autopsias.
- Almacenamiento de muestras y resultados anatomopatológicos, para fines de docencia, evidencia y análisis microscópicos.

### 3.5.5 Horarios De Operación

**Tabla 27. Horarios de operación por zonas y recintos.**

ZONA	RECINTOS	HORARIO	HORARIO DE REFERENCIA	DIAS
1	Sala de autopsias	8 am-6 pm	24 horas	lunes-sábado
	Cuarto de trasvase	8 am-6 pm		
	Área de levantamiento	24 horas		
	Oficinas	7 am-7 pm		
2	IHQ	8am- 6pm	6am-7pm	lunes-sábado
	Histopatología	6am-7pm		
	Área limpia y sucia	6 am-7pm		
3	Lab. Citología	8 am-6 pm	7 am- 6 pm	lunes-sábado
	Lab. Macro	8 am-6 pm		
	Laminas colección	8 am-6 pm		
	Recibo de muestras	7 am-6 pm		
	Cuarto de mantenimiento	8 am-6 pm		
	Baños y lockers	24 horas		
4	Archivo documental	6:30am-7 pm	6:30am- 7pm	lunes-viernes
	Archivo Bloque laminas	6:30am-7pm		
	Museo	6:30am-7pm		

Fuente: Directivas Departamento de Patología y Autores.

### **3.6 FECHA Y TIEMPO DE CALCULOS.**

Teniendo en cuenta la Selección De Las Consideraciones De Diseño Externas, tratadas anteriormente, se determina que el mes para realizar el cálculo de las cargas terminas es Agosto; por otra parte el tiempo de para este cálculo se determinó entre las 15:00 horas (3:00 P.M.) y las 17:00 horas (5:00P.M.).

## **4. DISEÑO BASICO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION.**

### **4.1 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO**

Para iniciar con el desarrollo del diseño es importante resaltar los criterios y consideraciones que se resaltaron durante esta fase.

Inicialmente se toman en cuenta los recintos que se establecieron para el tratamiento del aire. En una primera clasificación se incluyeron todos los recintos que hacen parte de las instalaciones y finalmente en consenso con las Directivas del Departamento de Patología se excluyeron algunas áreas en las cuales se evidenció el innecesario acondicionamiento, debido a las actividades que se desarrollan en ellas.

A continuación se mencionan las áreas que no fueron dispuestas para el desarrollo:

- Baños.
- Lockers Patólogos.
- Lockers Histoteca.
- Recibo de Muestras.
- Lavado.
- Área Limpia.

En el desarrollo se recopilaron datos de las cargas internas como la iluminación, los equipos y las personas que ocupan cada recinto, teniendo en cuenta el flujo y horario de las mismas, así como las ventanas y las diferentes ubicaciones y

configuraciones que éstas tienen; además cargas externas como la incidencia que tiene el sol sobre la edificación.

Para los requerimientos de ventilación se contó con las recomendaciones recopiladas en el Standard 62.1 de la ASHRAE, en donde algunos por su específica actividad, no se encontraban referenciados en la norma, pero se adoptaron las condiciones estipuladas para zonas de similar aplicación.

## **4.2. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS**

Para la realización de los cálculos se hizo necesaria la cuantificación de los criterios y consideraciones antes mencionados, de esto se presenta la tabla 28. en la cual se consignan los datos necesarios para calcular un estimado de la carga de refrigeración de cada uno de los recintos que se consideraron para el desarrollo del proyecto.

### **4.2.1. Metodología De Cálculo Y Resultados**

Para la metodología de cálculo, se desarrolló la presentada por dos distintas herramientas computacionales para el cálculo de estas cargas térmicas, las cuales recopilan las consideraciones espaciales, operacionales y físicas antes expuestas.

- Programa De Cálculo De Cargas Térmicas De Carrier: Es un software comercial, de fácil maniobrabilidad y permite el cálculo de las cargas térmicas por recintos o considerando la suma de varios de estos como un sistema. Permite la fácil corrección de errores en la entrada de datos.

Los resultados obtenidos con el software para las diferentes cargas térmicas se muestran en la tabla 29. Esta se encuentra organizada por recintos y el

respectivo valor de calor sensible y latente para las diferentes fuentes de aportación de calor, estos valores se suman para hallar la carga total de refrigeración del sistema.

- Herramienta Computacional Pedagógica Para El Diseño De Sistemas De Aire Acondicionado: fue desarrollada en la Universidad Industrial de Santander, se utiliza para los cálculos involucrados en el diseño de sistemas de aire acondicionado, es de maniobrabilidad moderada, ofrece un entorno de trabajo amigable y agrupa las diferentes fuentes de aportaciones en módulos de trabajo.

En la tabla 30, se encuentran los resultados arrojados por este software; agrupados del mismo modo que la tabla anterior.

**Tabla 28. Cuantificación de datos sobre criterios y consideraciones.**

Recintos	Datos	Área pisos [ft <sup>2</sup> ]	Requerimientos ventilación	Altura [ft]	Iluminación [Watts]	Equipos [Watts]	Personas	Orientación Pared	Área Pared [ft <sup>2</sup> ]	Ventanas # y ubicación	Shades	Área techo [ft <sup>2</sup> ]	Utecho	Perímetro expuesto [ft]	Partición Pared [ft <sup>2</sup> ]	Upared
ZONA 1																
Sala de autopsias	887,4	100% renovación	9,2	1200	1740	10	Norte	104,3	3 superior	S2	887,4	0,55	25,6	241,12	0,21	
							Este	115,43	Norte							
Cuart trasvase	54,63	30% renovación	9,2	120	360	2	Norte	105,5	3 superior	S2	54,63	0,55	11,5	22,6	0,21	
									Norte							
Área de levantamiento	344,1	30% renovación	9,2	360	1350	10	Este	116,7	N/A	N/A	344,1	0,55	N/A	N/A	N/A	
Área de atención público	292,3	15 cfm/persona	9,2	240	250	5	Sur	104,28	N/A	N/A	292,3	0,55	23,5	165,8	0,21	
							Oeste	88,6								
Técnico	64,6	20 cfm/persona	9,2	240	250	2	Sur	72,63	N/A	N/A	64,6	0,55	7,9	N/A	N/A	
Psicologo	64,6	20 cfm/persona	9,2	240	250	5	Sur	72,63	N/A	N/A	64,6	0,55	16,1	39,2	0,21	
							Este	75,4								
ZONA 2																
Histopatología	562,25	30% renovación	9,2	720	4200	8	Norte	211	6 Superior	S1	562,25	0,55	23	45,21	N/A	
									Norte inferi	S2						
IHQ	162,6	30% renovación	9,2	120	1800	2	Norte	107,6	3 Norte	S1	162,6	0,55	11,71	N/A	N/A	
									sup, inf	S2						
área sucia	60,4	10 cfm/persona	9,2	120	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	60,4	0,55	N/A	72,34	N/A	
ZONA 3																
Laboratorio citología	55,1	30% renovación	9,2	120	498	2	N/A	N/A	N/A	N/A	55,1	0,55	N/A	64,8	N/A	
Laminas colección	60,2	15 cfm/persona	9,2	120	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	60,2	0,55	N/A	64,8	N/A	
Laboratorio macroscopia	133,8	30% renovación	9,2	240	800	5	N/A	N/A	N/A	N/A	133,8	0,55	N/A	324	N/A	
Vestier Auxiliar	33,1	0.5 cfm/ft <sup>2</sup>	9,2	120	N/A	2	Sur	65,7	2 sup Sur	S2	33,1	0,55	7,15	116,34	0,21	
Almacén	112,84	0.15 cfm/ft <sup>2</sup>	9,2	120	N/A	4	Este	100	N/A	N/A	112,84	0,55	12,6	196,27	0,21	
ZONA 4																
Archivo bloque láminas	194	0.05 cfm/ft <sup>2</sup>	9,2	120	N/A	2	Norte	103,34	3 Norte	S2	194	0,55	24,5	54,25	0,21	
							Oeste	75	Sup, inf	S1						
Archivo documental	171,9	15 cfm/persona	9,2	360	250	6	Oeste	108	1 oeste	S1	171,9	0,55	24,5	N/A	N/A	
Museo	369,7	30% renovación	9,2	360	N/A	30	Oeste	185,4	1 oeste	S1	369,7	0,55	20,172	395,11	0,21	

Fuente: Autores.

**Tabla 29. Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 1 y 2. Software: Carrier.**

	ZONA 1												ZONA 2					
	Sala de autopsias		Cuarto trasvase		Area levant.		A aten. Publico		Tecnico		Psicologo		Histopatología		IHO		Área sucia	
	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.
Paredes	1208	0	189	0	451	0	834	0	76	0	452	0	251	0	82	0	202	0
Vidrios	807	0	807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4042	0	1928	0	0	0
Techo	2970	0	183	0	1161	0	986	0	200	0	200	0	1882	0	547	0	204	0
Q externas	4985	0	1179	0	1612	0	1820	0	276	0	652	0	6175	0	2557	0	406	0
Alumbrado	1629	0	163	0	693	0	462	0	646	0	249	0	977	0	167	0	231	0
Personas	1521	2160	166	205	1411	1640	705	820	403	540	529	615	998	1230	172	205	176	205
Equipos	5429	0	1123	0	4263	0	597	0	597	0	239	0	13105	0	5651	0	0	0
Infiltración	0	0	0	0	0	0	428	1835	85	445	85	404	989	4231	0	0	0	0
Q internas	8579	2160	1452	205	6367	1640	2192	2655	1731	985	1102	1019	16069	5461	5990	205	407	205
SUBTOTAL	13565	2160	2631	205	7979	1640	4012	2655	2007	985	1754	1019	22244	5461	8547	205	813	205
Recinto acondicionado	13392	2160	2516	205	8054	1640	3646	2655	2047	1034	1613	1019	21449	5461	8386	205	777	205
Ventilación	8616	44655	475	2674	1254	8795	444	2456	254	1798	379	2448	3968	21415	1437	8943	73	492
ARGAS TOTAL	22008	46815	2991	2879	9308	10435	4090	5111	2301	2832	1992	3467	25417	26876	9823	9148	850	697
<b>TOTALES</b>	<b>68823</b>		<b>5870</b>		<b>19743</b>		<b>9201</b>		<b>5133</b>		<b>5459</b>		<b>52293</b>		<b>18971</b>		<b>1547</b>	

Fuente: Autores.

**Tabla 29 (continuación). Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 3 y 4. Software: Carrier.**

	ZONA 3								ZONA 4								Total cargas	
	Lab. Citología		Laminas Colecc.		Lab. Macro		Vestier Aux.		Arch. Bloque		Arch. Docum.		Museo		Almacén			
	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.
Paredes	32	0	181	0	0	0	386	0	352	0	191	0	1591	0	907	0	7385	0
Vidrios	0	0	0	0	0	0	423	0	2436	0	508	0	215	0	0	0	11166	0
Techo	184	0	203	0	451	0	112	0	652	0	578	0	1247	0	378	0	12138	0
Q externas	216	0	384	0	451	0	921	0	3440	0	1277	0	3053	0	1285	0	30238	0
Alumbrado	163	0	231	0	462	0	231	0	167	0	500	0	693	0	163	0	7827	0
Personas	166	205	176	205	705	820	166	120	343	410	858	1025	4232	4920	190	270	12917	15595
Equipos	1560	0	0	0	2526	0	0	0	0	0	594	0	0	0	0	0	35090	0
Infiltración	0	0	16	78	196	966	0	0	324	1375	287	1140	542	2250	0	0	2665	12724
Q internas	1889	205	423	283	3889	1786	397	120	834	1785	2239	2165	5467	7170	353	270	58499	28319
SUBTOTAL	2105	205	807	283	4340	1786	1318	120	4274	1785	3516	2165	8520	7170	1638	270	90070	28319
Recinto acondicionado	2032	205	765	283	4284	1786	1204	120	3915	1785	3465	2165	8211	7170	1615	270	87371	28368
Ventilación	397	2178	110	705	616	4007	124	842	86	448	670	3244	1247	6632	160	854	20310	112586
CARGAS TOTALES	2429	2383	875	988	4900	5793	1328	962	4001	2233	4135	5409	9458	13802	1775	1124	107681	140954
<b>TOTALES</b>	<b>4812</b>		<b>1863</b>		<b>10693</b>		<b>2290</b>		<b>6234</b>		<b>9544</b>		<b>23260</b>		<b>2899</b>			

TOTAL CARGAS	248635	[Btu/hr]
TOTAL TON. R.	207196	[TON.R.]

Fuente: Autores.

**Tabla 30. Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 1 y 2.**  
**Software: Herramienta Computacional Pedagógica.**

	ZONA 1												ZONA 2					
	Sala de autopsias		Cuarto trasvase		Area levant.		A aten. Publico		Tecnico		Psicologo		Histopatología		IHQ		Área sucia	
	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.
Paredes	1100	0	170	0	370	0	729	0	92	0	386	0	305	0	87	0	186	0
Vidrios	955	0	976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4320	0	2029	0	0	0
Techo	3152	0	225	0	1238	0	1124	0	295	0	275	0	2150	0	579	0	241	0
Q externas	5207	0	1371	0	1608	0	1853	0	387	0	661	0	6775	0	2695	0	427	0
Alumbrado	1722	0	221	0	439	0	395	0	543	0	216	0	1356	0	178	0	213	0
Personas	1631	2025	219	375	1165	1713	645	956	356	498	486	735	1362	1228	184	228	143	188
Equipos	4893	0	921	0	2965	0	462	0	487	0	197	0	11200	0	5132	0	0	0
Q internas	8246	2025	1361	375	4569	1713	1502	956	1386	498	899	735	13918	1228	5494	228	356	188
Ventilación	6150	38960	457	2441	1765	9600	398	1297	195	675	345	1530	3450	11632	1501	5640	108	546
Infiltración	0	0	0	0	0	0	545	2798	112	523	105	513	1195	4989	36	98	0	0
Q otras	6150	39210	457	2441	1765	9600	943	4095	307	1198	450	2043	4645	16621	1537	5738	108	546
SUBTOTAL	19603	41235	3189	2816	7942	11313	4298	5051	2080	1696	2010	2778	25338	17849	9726	5966	705	734
Carga ductos	664.65	0	155.8	0	212.9	0	152.75	0	50.35	0	75.74	0	886.3	0	364.7	0	31.65	0
Carga ventila.	798.58	0	186.96	0	255.48	0	183.3	0	60.42	0	89.7	0	1063.56	0	437.64	0	37.98	0
Carga f. seguridad	664.65	93.85	155.8	18.75	212.9	93.85	152.75	46.9	50.35	18.75	74.75	46.9	886.3	61.4	364.7	18.75	31.65	9.4
ARGAS TOTAL	21730.88	41328.85	3687.56	2834.75	8623.28	11406.85	4786.8	5097.9	2241.12	1714.75	2250.19	2824.9	28174.16	17910	10893	5984.75	806.28	743.4
<b>TOTALES</b>	<b>63059.73</b>	<b>6522.31</b>	<b>20030.13</b>	<b>9884.7</b>	<b>3955.87</b>	<b>5075.09</b>	<b>46084.56</b>	<b>16877.79</b>	<b>1549.68</b>									

Fuente: Autores.

**Tabla 30 (continuación). Resultados cargas térmicas para los recintos de la zonas 3 y 4. Software: Herramienta Computacional Pedagógica.**

	ZONA 3								ZONA 4								Total cargas	
	Lab. Citología		Laminas Colecc.		Lab. Macro		Vestier Aux.		Arch. Bloque		Arch. Docum.		Museo		Almacén			
	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.	Q.sens.	Q.laten.
Paredes	39	0	154	0	57	0	315	0	325	0	200	0	1503	0	886	0	6904	0
Vidrios	0	0	0	0	0	0	375	0	3016	0	574	0	279	0	0	0	12524	0
Techo	203	0	275	0	523	0	115	0	1066	0	605	0	1312	0	405	0	13783	0
Q externas	242	0	429	0	580	0	805	0	4407	0	1379	0	3094	0	1291	0	32211	0
Alumbrado	187	0	208	0	403	0	211	0	324	0	536	0	635	0	192	0	7979	0
Personas	178	231	126	188	630	846	167	131	401	307	801	978	4120	4606	203	307	12817	15540
Equipos	1230	0	0	0	2013	0	0	0	0	0	501	0	0	0	0	0	30001	0
Q internas	1595	231	334	188	3046	846	378	131	725	307	1838	978	4755	4606	395	307	50797	15540
Ventilación	428	2234	85	659	726	4163	132	814	152	814	601	2123	1301	6900	152	832	179946	90860
Infiltración	0	0	46	189	0	0	0	0	412	2200	302	1211	0	0	86	120	2839	12641
Q otras	428	2234	131	848	726	4163	132	814	564	3014	903	3334	1301	6900	238	952	20785	103751
SUBTOTAL	2265	2465	894	1036	4352	5009	1315	945	5696	3321	4120	4312	9150	11506	1924	1259	104607	119291
Carga ductos	75.9	0	31.4	0	102.3	0	29.05	0	256.6	0	246.2	0	373.65	0	78.85	0	3788.79	0
Carga ventila.	91.08	0	37.68	0	122.76	0	34.86	0	307.92	0	295.44	0	448.38	0	94.62	0	4546.36	0
Carga f. seguridad	75.9	18.75	31.4	9.4	102.3	46.9	29.05	15.35	256.6	15.35	246.2	46.05	373.65	230.3	78.85	15.35	3787	806
CARGAS TOTALES	2507.88	2483.75	994.48	1045.4	4679.36	5055.9	1408	960.35	6517.12	3336.4	4907.84	4358.05	10345.7	11736.3	2176.32	1274.35	116730	120097
<b>TOTALES</b>	<b>4991.63</b>	<b>2039.88</b>	<b>9735.26</b>	<b>2368.31</b>	<b>9853.47</b>	<b>9265.89</b>	<b>22081.98</b>	<b>3450.67</b>										

TOTAL CARGAS	236827	[Btu/hr]
TOTAL TON.R.	19.7356	[TON.R.]

Fuente: Autores.

#### **4.2.2. Análisis De Resultados**

Para el análisis de los resultados se toman en cuenta los criterios que manejan cada uno de los programas antes mencionados para sus cálculos; por este motivo se determina que los utilizados en la Herramienta Computacional Pedagógica, son las recomendaciones expuestas en la normas Standard 62.1 del 2004, y que a pesar de no variar en gran medida con los expuestos por el Standard 62.1 del 2007, no me permite la aplicación de criterios de ventilación, como el expuesto en las consideraciones de diseño; por este motivo la carga de refrigeración obtenida con este programa es menor en comparación con el de Carrier, pero es importante resaltar que este valor es el mínimo requerido según la norma, así que es un importante punto de referencia para determinar la carga mínima de refrigeración.

Carrier permite una aplicación menos rigurosa en cuanto a los criterios mencionados, ya que permite aplicar los criterios que se crean más convenientes para esta aplicación, como los expuestos en los criterios del diseño. Pero la razón más importante para la utilización de este tipo de software en el cálculo de las cargas térmicas, es la importancia y relevancia que este tiene en el ámbito industrial y comercial del Diseño del Aire Acondicionado.

Para determinar la utilización de los cálculos obtenidos en esta fase, se realizó un cuadro comparativo entre las distintas herramientas utilizadas, donde se consignan las ventajas y desventajas que se encontraron durante la utilización de estas.

**Tabla 31. Comparación entre las Herramientas utilizadas en los cálculos.**

PROGRAMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CARRIER	Fácil maniobrabilidad	Ofrece un entorno poco amigable
	Permite cálculos por separado y en conjunto	Poco pedagógico
	Fácil corrección de errores en la entrada de datos	Interfaz compacta, en cuanto a fuentes de energía
	Precisión en cuanto a ajustes de criterios de ventilación	
	Creado en base a normas ASRAE 2007	
	Variación en reporte de resultados	
	Mayor flexibilidad	
HERRAMIENTA COMPUTACIONAL	Maniobrabilidad moderada	Creado en base a normas ASHRAE 2004
	Interfaz gráfica amigable	Limitado en cuanto al empalme con lo comercial
	Pedagógico	Dificultad para corregir errores de entrada de datos
	Hace diferencia entre fuentes de energía, ya que las agrupa por módulos	Solo permite cálculos por recintos separados
	Reporte gráfico de resultados	
	Fácil actualización.	

Fuente: Autores.

Por las razones expuestas anteriormente, se determina la utilización de los datos arrojados en el Programa De Cálculo De Cargas Térmicas De Carrier, para la continuación del desarrollo del proyecto.

### **CALCULOS SEGÚN CARRIER:**

Según los datos arrojados por el programa de Carrier se obtiene los siguientes resultados:

- Total Cargas Térmicas: 248635 [Btu/Hr].
- Total Toneladas de Refrigeración: 20.72 [Ton].

Para estas cifras se tiene datos de comprobación para nos permiten justificar que tan cerca o lejos estamos de los datos que se tuvieron:

- a) Como primer dato se obtiene que teóricamente para una aplicación del tipo de clínica y/o Hospital (similar a la que estamos trabajando) se tiene 250 ft<sup>2</sup>

/ton<sup>22</sup>, y para nuestro caso se tiene que para los 3623.4 ft<sup>2</sup> nos da 14.5 ton, siendo este el valor mínimo recomendado. Se debe tener en cuenta que es solo una estimación o comprobación y no el valor preciso. Además se tiene ciertas condiciones específicas de ventilación lo cual me determina una carga un poco mayor (9).

- b) Por otra parte se obtiene de la Industria que se debe obtener mínimo 12 m<sup>2</sup>/ ton<sup>23</sup>, en este caso para los 336.62 m<sup>2</sup> que tenemos obtenemos un estimado de 16.24 m<sup>2</sup>/ ton; teniendo en cuenta para este las consideraciones antes mencionadas (9).

Las anteriores comprobaciones nos permiten determinar la validez de los cálculos, ya que se justificaron los valores mínimos recomendados para esta aplicación.

Asimismo Carrier permite cargar en un solo análisis los datos de todos los recintos que intervienen en el proyecto, haciendo un estudio general de las condiciones necesarias para la refrigeración total de las instalaciones, teniendo en cuenta las especificaciones de cada uno de estos. Cabe mencionar que el programa asume ciertas condiciones de análisis propias para este tipo de situación, lo cual se ve representado en un pequeño incremento de las cargas térmicas totales y por consiguiente en la carga de refrigeración.

- Total Cargas Térmicas: 255200 [Btu/Hr].
- Total Toneladas de Refrigeración: 21.3 [Ton].

Para las siguientes fases del diseño tendremos como valores de referencia estos dos últimos mencionados, los que se obtuvieron de manera individual y los obtenidos de modo general.

---

<sup>22</sup> Reglas de cálculo rápido en aire acondicionado, HVAC equations, data, and rules of thumb

<sup>23</sup> Dato sugerido especialistas en refrigeración.

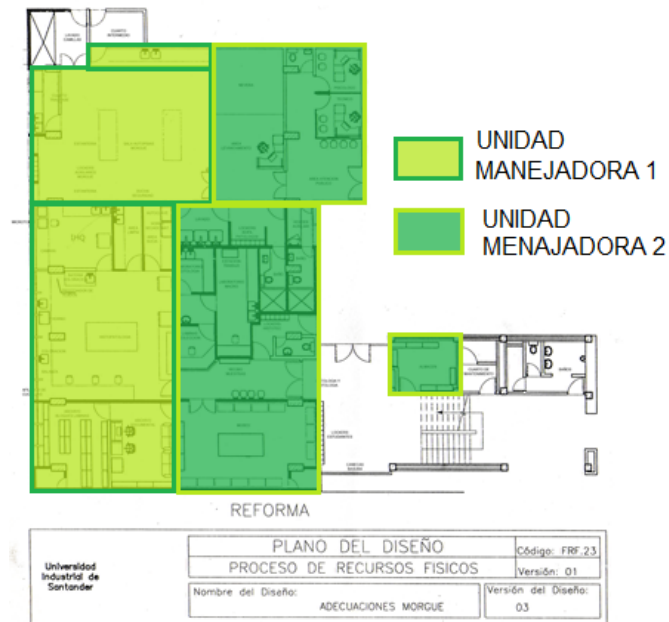
## **5. DISEÑO DETALLADO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCION.**

### **5.1. UNIDADES ACONDICIONADORAS**

Como punto de partida para esta sección, determinamos la importancia de la realización de los cálculos de manera individual para cada uno de los recintos involucrados en el diseño. Por este motivo, se facilita la agrupación final de las zonas de acondicionamiento.

Para la agrupación final se tiene en cuenta la zonificación inicial que se realizó en la sección 2, ya que esta facilita la identificación de los recintos críticos y una posible agrupación de los mismos. Como criterio final de agrupación se tomó la importancia de separar los lugares de operación más críticos, como la Sala de Autopsia, Cuarto Trasvase, IHQ, Histopatología, Museo, y Laboratorios; de los menos críticos, como oficinas, salas de recepción, Zonas de Transición, entre otras. Para esto se dispuso de dos unidades manejadoras que me permiten manejar el aire de cada una de estas zonas de manera individual.

**Figura 65. Zonas de aplicación de las unidades manejadoras.**



Fuente: Autores.

**Tabla 32. Áreas y parámetros por unidad manejadora.**

UNIDAD MANEJADORA 1	PARAMETROS		UNIDAD MANEJADORA 2	PARAMETROS	
	RECINTOS	CFM		TONELADAS REF.	RECINTOS
Sala de Autopsias y Morgue	940	5,7	Psicologo	108	0,5
Cuarto Trasvase	173	0,5	Tecnico	130	0,4
Area Limpia	53	0,1	Area de Atencion Publico	262	0,8
IHQ	561	1,6	Area Levantamiento	522	1,6
Histopatologia	1454	4,4	Vestier Auxiliar	86	0,2
Archivo Bloque Lamina	279	0,5	Lab. Citologia	144	0,4
Archivo Documental	243	0,8	Lab. Macroscopia	284	0,9
			Laminas Colección	53	0,2
			Museo	557	1,9
			Almacen	114	0,2
<b>TOTALES</b>	<b>3703</b>	<b>13,6</b>	<b>TOTALES</b>	<b>2260</b>	<b>7,1</b>

Fuente: Autores.

### 5.1.1. Selección de Equipos

Para la selección de equipos en lo referente al sistema de aire acondicionado se buscan 2 unidades manejadoras de expansión directa, con refrigerante 410<sup>a</sup>, sistema Split Central.

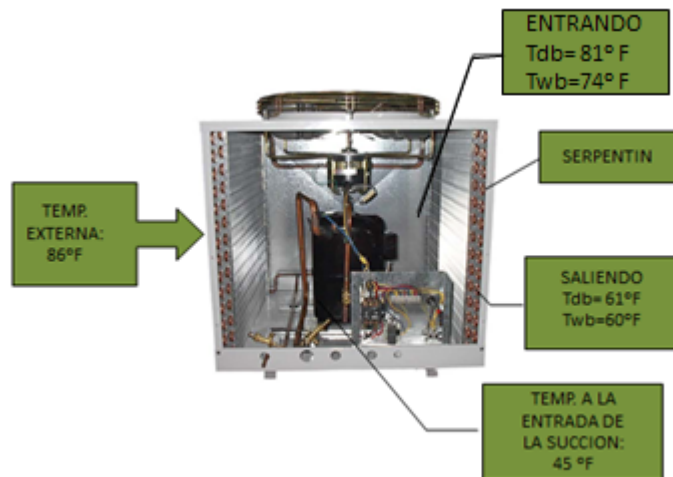
## SISTEMA 1:

Para este sistema se seleccionara una unidad manejadora de aire y su respectiva condensadora de la marca **YORK** de la serie Predator. Para la selección es indispensable mínimo los siguientes datos:

- CAPACIDAD: 13.8 TR = 165.4 MBTU.
- Temperatura Exterior: 86 °F.
- Temperatura A La Succión Del Compresor: 45 °F.

Estos valores se obtuvieron de los datos del programa de Carrier. En el siguiente esquema se realiza una indicación de la ubicación de los valores que se obtiene, con respecto a una unidad condensadora estándar.

**Figura 66. Ubicación valores de selección.**



Fuente: Autores

**Tabla 33. Selección de condensadoras YORK. Serie Predator.**

Condenser Only Cooling Capacities

Condenser Only Ratings

Model	Suction Press. and Corresponding Temp.		Temperature of Air on Condenser Coil °F																	
	PSIG	°F	65			75			85			95			105			115		
			MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER
YC090	108	35	78	4.8	16.1	75	5.3	14.2	72	5.8	12.4	68	6.5	10.3	61	7.6	8.1	55	8.6	6.4
	120	40	88	5.0	17.6	84	5.5	15.5	81	5.9	13.6	76	6.7	11.4	70	7.7	9.1	64	8.7	7.3
	131	45	98	5.1	19.1	94	5.6	16.7	89	6.1	14.7	85	6.8	12.4	79	7.8	10.0	72	8.9	8.2
	143	50	108	5.3	20.5	103	5.8	17.8	98	6.2	15.7	93	6.9	13.4	87	8.0	10.9	81	9.0	9.0
	157	55	118	5.4	21.8	112	5.9	18.9	107	6.4	16.7	102	7.1	14.4	96	8.1	11.8	90	9.2	9.8
YC120	108	35	102	6.5	15.8	95	7.3	13.1	89	8.0	11.1	84	9.0	9.3	78	10.3	7.6	73	11.4	6.4
	120	40	120	6.6	18.1	111	7.4	15.1	104	8.2	12.8	97	9.1	10.6	90	10.4	8.7	84	11.5	7.3
	131	45	138	6.7	20.4	128	7.5	17.1	119	8.3	14.4	110	9.3	11.9	102	10.5	9.7	94	11.6	8.1
	143	50	155	6.9	22.6	145	7.6	19.0	134	8.4	16.0	123	9.4	13.2	114	10.6	10.8	105	11.7	8.9
	157	55	173	7.0	24.7	161	7.7	20.8	149	8.5	17.5	136	9.5	14.4	126	10.7	11.8	115	11.8	9.7
YD120	108	35	106	6.4	16.3	96	7.2	13.4	88	7.9	11.2	82	8.8	9.3	73	9.8	7.5	65	11.1	5.9
	120	40	120	6.5	18.4	111	7.3	15.2	103	8.0	12.8	95	9.0	10.5	85	10.0	8.5	78	11.3	6.9
	131	45	136	6.7	20.5	126	7.4	17.0	117	8.2	14.3	108	9.1	11.8	97	10.2	9.5	90	11.5	7.9
	143	50	152	6.8	22.5	142	7.5	18.7	132	8.3	15.8	120	9.3	13.0	109	10.4	10.5	103	11.6	8.8
	157	55	168	6.9	24.4	157	7.7	20.4	146	8.5	17.2	133	9.4	14.1	121	10.6	11.4	115	11.8	9.8
YC150	108	35	190	8.2	23.2	190	9.1	20.8	113	9.8	11.5	105	11.1	9.5	102	12.4	8.2	98	13.8	7.1
	120	40	190	8.5	22.4	190	9.4	20.3	127	10.1	12.6	118	11.3	10.4	113	12.6	8.9	108	14.1	7.7
	131	45	190	8.8	21.7	190	9.6	19.8	140	10.3	13.6	131	11.5	11.3	123	12.8	9.6	118	14.4	8.2
	143	50	190	9.1	21.0	190	9.8	19.3	154	10.6	14.5	144	11.8	12.2	134	13.0	10.3	127	14.6	8.7
	157	55	190	9.3	20.3	190	10.1	18.9	168	10.9	15.4	155	12.0	13.0	145	13.2	10.9	137	14.9	9.2
YD150	108	35	132	8.4	15.7	124	9.2	13.5	119	9.9	11.9	109	11.0	9.9	103	12.4	8.3	94	13.6	6.9
	120	40	149	8.6	17.4	140	9.4	14.9	133	10.2	13.1	123	11.2	10.9	116	12.7	9.1	107	13.9	7.7
	131	45	166	8.7	19.0	156	9.6	16.3	148	10.4	14.2	136	11.5	11.8	128	13.0	9.9	119	14.3	8.3
	143	50	183	8.9	20.5	173	9.8	17.6	163	10.7	15.2	149	11.7	12.7	141	13.3	10.6	131	14.6	9.0
	157	55	200	9.1	21.9	189	10.0	18.8	177	10.9	16.2	163	12.0	13.6	153	13.5	11.3	144	14.9	9.6
YC180	108	35	169	9.7	17.4	153	10.8	14.3	135	11.5	11.7	125	12.7	9.8	116	14.5	8.0	104	16.0	6.5
	120	40	184	10.1	18.2	170	11.0	15.4	154	11.9	13.0	142	13.0	10.9	133	14.8	9.0	121	16.4	7.4
	131	45	198	10.4	19.1	186	11.3	16.4	172	12.2	14.1	160	13.4	12.0	149	15.1	9.9	137	16.7	8.2
	143	50	215	10.7	19.8	203	11.6	17.3	191	12.6	15.2	178	13.7	13.0	166	15.4	10.7	153	17.0	9.0
	157	55	227	11.0	20.6	219	11.9	18.4	210	12.9	16.2	196	14.0	14.0	182	15.7	11.6	169	17.3	9.8
YD180	108	35	160	10.1	15.9	149	11.0	13.6	141	11.8	12.2	136	12.8	10.6	127	14.5	8.8	121	16.3	7.4
	120	40	179	10.2	17.6	168	11.2	15.0	158	11.9	13.3	151	13.1	11.5	141	14.8	9.5	133	16.6	8.0
	131	45	199	10.3	19.2	186	11.3	16.5	175	12.2	14.4	166	13.4	12.3	154	15.1	10.2	145	16.8	8.6
	143	50	218	10.5	20.8	205	11.5	17.8	192	12.5	15.4	180	13.8	13.1	168	15.4	10.9	157	17.1	9.2
	157	55	238	10.6	22.4	224	11.7	19.2	209	12.8	16.4	195	14.1	13.9	181	15.7	11.5	169	17.4	9.7
YC240	108	35	215	12.5	17.2	200	13.6	14.7	185	14.8	12.5	171	16.3	10.5	155	18.2	8.5	139	19.7	7.0
	120	40	244	13.1	18.7	228	14.2	16.1	213	15.3	13.9	197	16.9	11.7	180	18.8	9.6	163	20.5	7.9
	131	45	274	13.6	20.1	257	14.8	17.4	240	15.9	15.2	223	17.4	12.8	204	19.4	10.5	186	21.2	8.8
	143	50	303	14.2	21.4	286	15.4	18.6	268	16.4	16.4	249	18.0	13.8	229	20.0	11.4	210	21.9	9.6
	157	55	332	14.8	22.5	315	15.9	19.7	296	17.0	17.5	275	18.6	14.8	253	20.6	12.3	233	22.6	10.3
YD240	108	35	210	12.4	17.0	196	13.6	14.3	184	15.1	12.2	173	16.7	10.4	157	18.9	8.3	137	21.2	6.5
	120	40	237	12.7	18.6	221	14.0	15.8	208	15.4	13.5	195	17.0	11.5	179	19.2	9.4	161	21.4	7.5
	131	45	264	13.1	20.1	247	14.3	17.3	231	15.7	14.8	217	17.3	12.6	201	19.5	10.3	184	21.7	8.5
	143	50	291	13.5	21.6	273	14.7	18.6	255	15.9	16.0	239	17.6	13.6	223	19.8	11.3	207	22.0	9.4
	157	55	317	13.8	22.9	299	15.0	19.9	279	16.2	17.2	261	17.9	14.6	245	20.1	12.2	230	22.3	10.4

Fuente: YORK.

Comprobando los valores antes mencionado, se obtiene de la tabla una condensadora de la serie **YC180**.

Para esta condensadora se tiene su respectiva manejadora la cual YORK, presenta de manera combinada con la condensadora. Para esta selección se tiene los siguientes datos:

- Caudal: 3703 CFM.
- Temperatura exterior: 86 °F
- Temperatura de bulbo seco antes del serpentín: 79 °F
- Temperatura de bulbo Húmedo antes del serpentín: 72 °F

**Tabla 34. Selección de manejadoras/condensadoras YORK. Serie Predator.**

YC180/NC180

Air on Evaporator Coil		Temperature of Air on Condenser Coil															
CFM	WB (°F)	Total Capacity (MBh)	Total Input (kW) <sup>2</sup>	Sensible Capacity (MBh)						Total Capacity <sup>1</sup> (MBh)	Total Input (kW) <sup>2</sup>	Sensible Capacity (MBh)					
				Return Dry Bulb (°F)								Return Dry Bulb (°F)					
				90	85	80	75	70	65			90	85	80	75	70	65
		75°F							85°F								
4500	77	223.5	11.8	104.0	85.0	66.0	-	-	214.6	13.1	101.2	82.2	63.3	-	-		
	72	207.2	11.5	132.3	113.3	94.4	75.4	-	198.3	12.8	129.0	110.1	91.2	72.2	-		
	67	191.0	11.1	160.6	141.7	122.7	103.7	84.7	181.9	12.4	150.0	137.9	119.0	100.1	81.1		
	62	176.0	10.8	176.0	171.9	151.4	132.5	113.5	168.5	12.2	168.5	166.4	147.5	128.6	109.7	90.8	
	57	175.0	10.8	175.0	175.0	158.1	139.1	120.1	168.1	12.1	168.1	168.1	150.6	131.7	112.8	93.8	
5250	77	229.4	11.9	113.7	92.3	70.8	-	-	220.1	13.2	110.7	89.4	68.1	-	-		
	72	212.8	11.6	144.1	122.7	101.2	79.7	-	203.3	12.8	140.7	119.4	98.1	76.8	-		
	67	196.1	11.2	174.5	153.0	131.6	110.1	88.7	186.5	12.5	170.6	149.3	128.0	106.7	85.4		
	62	180.7	11.0	180.7	178.6	162.4	141.9	119.5	172.7	12.2	172.7	171.7	158.7	137.4	116.1	94.8	
	57	179.7	10.9	179.7	179.7	169.6	149.6	126.6	172.4	12.2	172.4	172.4	162.0	140.7	119.4	98.1	
6000	77	235.4	12.0	123.5	99.5	75.6	-	-	225.5	13.3	120.3	96.6	72.9	-	-		
	72	218.3	11.7	155.9	132.0	108.0	84.1	-	208.3	12.9	152.3	128.6	105.0	81.3	-		
	67	201.2	11.3	188.3	164.4	140.5	116.5	92.6	191.1	12.6	184.4	160.7	137.0	113.4	89.7		
	62	185.4	11.1	185.4	185.4	173.4	151.3	125.5	177.0	12.3	177.0	177.0	169.9	146.2	122.6	98.9	
	57	184.4	11.0	184.4	184.4	181.0	160.1	133.2	176.6	12.3	176.6	176.6	173.5	149.8	126.1	102.4	
6750	77	221.3	11.3	165.2	139.4	113.7	88.0	-	213.7	13.6	165.8	140.1	114.5	88.8	-		
	72	204.0	11.0	197.5	174.0	147.8	122.0	96.3	196.0	13.3	192.7	175.1	149.4	123.8	98.1		
	67	187.9	10.7	187.9	187.9	181.9	157.1	130.4	181.5	13.0	181.5	181.5	178.0	152.4	126.7	101.1	
	62	186.8	10.6	186.8	186.8	185.2	161.0	133.7	181.2	13.0	181.2	181.2	179.6	153.9	128.3	102.6	
	57	186.8	10.6	186.8	186.8	185.2	161.0	133.7	181.2	13.0	181.2	181.2	179.6	153.9	128.3	102.6	
7500	77	224.2	10.9	174.4	146.9	119.4	91.8	-	219.0	14.3	179.2	151.6	123.9	96.3	-		
	72	206.7	10.6	206.7	183.6	155.1	127.6	100.0	201.0	14.0	201.0	189.4	161.8	134.1	106.5		
	67	190.4	10.3	190.4	190.4	190.4	162.8	135.3	186.1	13.7	186.1	186.1	186.1	158.5	130.9	103.2	
	62	189.3	10.3	189.3	189.3	189.3	161.8	134.3	185.7	13.7	185.7	185.7	185.7	158.1	130.5	102.9	
	57	189.3	10.3	189.3	189.3	189.3	161.8	134.3	185.7	13.7	185.7	185.7	185.7	158.1	130.5	102.9	
		95°F							105°F								
4500	77	205.8	14.4	98.3	79.5	60.6	-	-	195.5	15.9	95.5	76.6	57.7	-	-		
	72	189.3	14.0	125.7	106.8	87.9	69.1	-	179.9	15.7	122.5	103.6	84.7	65.9	-		
	67	172.8	13.7	153.0	134.1	115.3	96.4	77.5	164.3	15.4	149.5	130.7	111.8	92.9	74.0		
	62	161.0	13.5	161.0	161.0	143.6	124.7	105.9	153.2	15.2	153.2	153.2	139.8	120.9	102.0	83.1	
	57	161.3	13.5	161.3	161.3	143.1	124.3	105.4	154.3	15.2	154.3	154.3	136.3	117.4	96.5	79.6	
5250	77	210.7	14.4	107.7	86.5	65.4	-	-	199.9	16.0	107.5	83.6	62.4	-	-		
	72	193.8	14.1	137.2	116.1	94.9	73.8	-	183.9	15.8	134.0	112.8	91.6	70.4	-		
	67	176.9	13.8	166.7	145.6	124.4	103.3	82.2	168.0	15.5	160.4	142.0	120.8	99.6	78.3		
	62	164.8	13.5	164.8	164.8	155.0	132.9	112.7	156.6	15.2	156.6	156.6	151.0	129.4	108.6	87.4	
	57	165.1	13.6	165.1	165.1	154.5	131.9	112.2	157.7	15.2	157.7	157.7	147.2	125.3	104.8	83.6	
6000	77	215.5	14.5	117.1	93.7	70.2	-	-	204.2	16.1	119.5	90.5	67.0	-	-		
	72	198.3	14.2	148.7	125.3	101.9	78.5	-	187.9	15.8	145.4	121.9	98.4	74.9	-		
	67	181.0	13.8	180.4	157.0	133.6	110.2	86.8	171.6	15.6	171.3	153.3	129.7	106.2	82.7		
	62	168.6	13.6	168.6	168.6	166.4	141.1	119.6	160.0	15.3	160.0	160.0	162.3	137.8	115.3	91.7	
	57	168.9	13.6	168.9	168.9	165.9	139.4	119.1	161.2	15.3	161.2	161.2	158.2	133.2	111.2	87.6	
6750	77	205.1	15.9	166.4	140.8	115.2	89.7	-	192.5	16.7	159.1	133.4	107.7	82.0	-		
	72	188.1	15.6	187.8	176.1	151.0	125.5	99.9	175.8	16.4	175.7	166.6	142.0	116.3	90.7		
	67	175.2	15.3	175.2	175.2	174.1	147.6	123.0	164.0	16.2	164.0	164.0	165.1	139.0	113.7	88.1	
	62	175.5	15.3	175.5	175.5	174.0	146.9	122.9	165.1	16.2	165.1	165.1	163.6	137.2	112.3	86.6	
	57	175.5	15.3	175.5	175.5	174.0	146.9	122.9	165.1	16.2	165.1	165.1	163.6	137.2	112.3	86.6	
7500	77	213.9	17.7	184.0	156.3	128.5	100.8	-	197.2	17.6	172.7	144.9	117.0	89.2	-		
	72	195.2	17.3	195.2	195.2	168.5	140.7	113.0	180.0	17.3	180.0	180.0	154.3	126.5	96.6		
	67	181.9	17.0	181.9	181.9	181.9	154.1	126.4	167.9	17.0	167.9	167.9	167.9	140.1	112.2	84.4	
	62	182.2	17.0	182.2	182.2	182.2	154.4	126.7	169.0	17.0	169.0	169.0	169.0	141.2	113.4	85.6	
	57	182.2	17.0	182.2	182.2	182.2	154.4	126.7	169.0	17.0	169.0	169.0	169.0	141.2	113.4	85.6	

Fuente: YORK.

Para esta manejadora surge una situación en particular. Nótese que el valor de los CFM'S mínimos para la selección son de 4500 CFM, este valor es superior al valor de selección. Teóricamente si la manejadora operar con este valor superior al de diseño, se puede ver transformado en un congelamiento de la maquina en particular la sección del serpentín. Aunque posiblemente en la práctica puede no ocurrir esto, se quiere dar una solución a esta situación.

Se decide realizar una consulta directamente con la compañía representante de YORK en Bogotá, sobre esta situación; para ello se envían los datos de diseño para la selección de esta unidad, en respuesta se obtuvo que la

selección arrojó la misma condensadora y unidad manejadora que se desarrolló anteriormente. Atendiendo a la consulta sobre los valores de los CFM, se determinó que es posible alcanzar ese valor de CFM con un serpentín especialmente diseñado por la empresa, sobre la base de la maquina anteriormente mencionada.

Por este motivo se determina la unidad manejadora de la serie **NC180**.

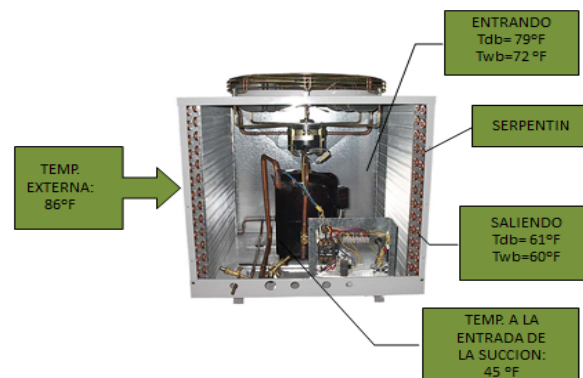
## SISTEMA 2:

Para este sistema se seleccionara una unidad manejadora de aire y su respectiva condensadora de la marca **YORK** de la serie Predator. Para la selección es indispensable mínimo los siguientes datos:

- CAPACIDAD: 7.3 TR = 87.7 MBTU.
- Temperatura Exterior: 86 °F.
- Temperatura A La Succión Del Compresor: 45 °F.

Estos valores se obtuvieron de los datos del programa de Carrier. En el siguiente esquema se realiza una indicación de la ubicación de los valores que se obtiene, con respecto a una unidad condensadora estándar.

**Figura 67. Ubicación valores de selección.**



Fuente: Autores

**Tabla 35. Selección de condensadoras YORK. Serie Predator.**

Condenser Only Cooling Capacities

Condenser Only Ratings

Model	Suction Press. and Corresponding Temp.		Temperature of Air on Condenser Coil °F																	
	PSIG	°F	65			75			85			95			105			115		
			MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER	MBH	KW	EER
YC090	108	35	78	4.8	16.1	75	5.3	14.2	72	5.8	12.4	68	6.5	10.3	61	7.6	8.1	55	8.6	6.4
	120	40	88	5.0	17.5	84	5.5	15.5	81	5.9	13.6	76	6.7	11.4	70	7.7	9.1	64	8.7	7.3
	131	45	98	5.1	19.1	94	5.6	16.7	89	6.1	14.7	85	6.8	12.4	79	7.8	10.0	72	8.9	8.2
	143	50	108	5.3	20.5	103	5.8	17.8	98	6.2	15.7	93	6.9	13.4	87	8.0	10.9	81	9.0	9.0
	157	55	118	5.4	21.8	112	5.9	18.9	107	6.4	16.7	102	7.1	14.4	96	8.1	11.8	90	9.2	9.8
YC120	108	35	102	6.5	15.8	95	7.3	13.1	89	8.0	11.1	84	9.0	9.3	78	10.3	7.6	73	11.4	6.4
	120	40	120	6.6	18.1	111	7.4	15.1	104	8.2	12.8	97	9.1	10.6	90	10.4	8.7	84	11.5	7.3
	131	45	138	6.7	20.4	128	7.5	17.1	119	8.3	14.4	110	9.3	11.9	102	10.5	9.7	94	11.6	8.1
	143	50	155	6.9	22.5	145	7.6	19.0	134	8.4	16.0	123	9.4	13.2	114	10.6	10.8	105	11.7	8.9
	157	55	173	7.0	24.7	161	7.7	20.8	149	8.5	17.5	136	9.5	14.4	126	10.7	11.8	115	11.8	9.7
YD120	108	35	106	6.4	16.3	96	7.2	13.4	88	7.9	11.2	82	8.8	9.3	73	9.8	7.5	65	11.1	5.9
	120	40	120	6.5	18.4	111	7.3	15.2	103	8.0	12.8	95	9.0	10.5	85	10.0	8.5	78	11.3	6.9
	131	45	136	6.7	20.5	126	7.4	17.0	117	8.2	14.3	108	9.1	11.8	97	10.2	9.5	90	11.5	7.9
	143	50	152	6.8	22.5	142	7.5	18.7	132	8.3	15.8	120	9.3	13.0	109	10.4	10.5	103	11.6	8.8
	157	55	168	6.9	24.4	157	7.7	20.4	146	8.5	17.2	133	9.4	14.1	121	10.5	11.4	115	11.8	9.8
YC150	108	35	190	8.2	23.2	190	9.1	20.8	113	9.8	11.5	105	11.1	9.5	102	12.4	8.2	98	13.8	7.1
	120	40	190	8.5	22.4	190	9.4	20.3	127	10.1	12.6	118	11.3	10.4	113	12.6	8.9	108	14.1	7.7
	131	45	190	8.8	21.7	190	9.6	19.8	140	10.3	13.6	131	11.5	11.3	123	12.8	9.6	118	14.4	8.2
	143	50	190	9.1	21.0	190	9.8	19.3	154	10.6	14.5	144	11.8	12.2	134	13.0	10.3	127	14.6	8.7
	157	55	190	9.3	20.3	190	10.1	18.9	168	10.9	15.4	156	12.0	13.0	145	13.2	10.9	137	14.9	9.2
YD150	108	35	132	8.4	15.7	124	9.2	13.5	119	9.9	11.9	109	11.0	9.9	103	12.4	8.3	94	13.6	6.9
	120	40	149	8.6	17.4	140	9.4	14.9	133	10.2	13.1	123	11.2	10.9	116	12.7	9.1	107	13.9	7.7
	131	45	166	8.7	19.0	156	9.6	16.3	148	10.4	14.2	136	11.5	11.8	128	13.0	9.9	119	14.3	8.3
	143	50	183	8.9	20.5	173	9.8	17.6	163	10.7	15.2	149	11.7	12.7	141	13.3	10.6	131	14.6	9.0
	157	55	200	9.1	21.9	189	10.0	18.8	177	10.9	16.2	163	12.0	13.6	153	13.5	11.3	144	14.9	9.6
YC180	108	35	169	9.7	17.4	153	10.8	14.3	135	11.5	11.7	125	12.7	9.8	116	14.5	8.0	104	16.0	6.5
	120	40	184	10.1	18.2	170	11.0	15.4	154	11.9	13.0	142	13.0	10.9	133	14.8	9.0	121	16.4	7.4
	131	45	198	10.4	19.1	186	11.3	16.4	172	12.2	14.1	160	13.4	12.0	149	15.1	9.9	137	16.7	8.2
	143	50	213	10.7	19.8	203	11.6	17.5	191	12.6	15.2	178	13.7	13.0	166	15.4	10.7	153	17.0	9.0
	157	55	227	11.0	20.5	219	11.9	18.4	210	12.9	16.2	196	14.0	14.0	182	15.7	11.6	169	17.3	9.8
YD180	108	35	160	10.1	15.9	149	11.0	13.6	141	11.6	12.2	136	12.8	10.6	127	14.5	8.8	121	16.3	7.4
	120	40	179	10.2	17.5	168	11.2	15.0	158	11.9	13.3	151	13.1	11.5	141	14.8	9.5	133	16.6	8.0
	131	45	199	10.3	19.2	186	11.3	16.5	175	12.2	14.4	166	13.4	12.3	154	15.1	10.2	145	16.8	8.6
	143	50	218	10.5	20.8	205	11.5	17.8	192	12.5	15.4	180	13.8	13.1	168	15.4	10.9	157	17.1	9.2
	157	55	238	10.6	22.4	224	11.7	19.2	209	12.8	16.4	195	14.1	13.9	181	15.7	11.5	169	17.4	9.7
YC240	108	35	215	12.5	17.2	200	13.6	14.7	185	14.8	12.5	171	16.3	10.5	155	18.2	8.5	139	19.7	7.0
	120	40	244	13.1	18.7	228	14.2	16.1	213	15.3	13.9	197	16.9	11.7	180	18.8	9.6	163	20.5	7.9
	131	45	274	13.6	20.1	257	14.8	17.4	240	15.9	15.2	223	17.4	12.8	204	19.4	10.5	186	21.2	8.8
	143	50	303	14.2	21.4	286	15.4	18.6	268	16.4	16.4	249	18.0	13.8	229	20.0	11.4	210	21.9	9.6
	157	55	332	14.8	22.5	315	15.9	19.7	296	17.0	17.5	275	18.6	14.8	253	20.6	12.3	233	22.6	10.3
YD240	108	35	210	12.4	17.0	196	13.6	14.3	184	15.1	12.2	173	16.7	10.4	157	18.9	8.3	137	21.2	6.5
	120	40	237	12.7	18.5	221	14.0	15.8	208	15.4	13.5	195	17.0	11.5	179	19.2	9.4	161	21.4	7.5
	131	45	264	13.1	20.1	247	14.3	17.3	231	15.7	14.8	217	17.3	12.6	201	19.5	10.3	184	21.7	8.5
	143	50	291	13.5	21.5	273	14.7	18.6	255	15.9	16.0	239	17.6	13.6	223	19.8	11.3	207	22.0	9.4
	157	55	317	13.8	22.9	299	15.0	19.9	279	16.2	17.2	261	17.9	14.6	245	20.1	12.2	230	22.3	10.4

Fuente: YORK.

Comprobando los valores antes mencionado, se obtiene de la tabla una condensadora de la serie **YC090**.

Para esta condensadora se tiene su respectiva manejadora la cual YORK, me la presenta de manera combinada con la condensadora. Para esta selección se tiene los siguientes datos:

- Caudal: 2275 CFM.
- Temperatura exterior: 86 °F
- Temperatura de bulbo seco antes del serpentín: 79 °F

- Temperatura de bulbo Húmedo antes del serpentín: 72 °F

**Tabla 36. Selección de manejadoras/condensadoras YORK. Serie Predator.**

**Condenser and Air Handling Cooling Capacities**

**YC090/NC090**

Air on Evaporator Coil		Temperature of Air on Condenser Coil															
CFM	WB (°F)	Total Capacity <sup>1</sup> (MBh)	Total Input (kW) <sup>2</sup>	Sensible Capacity (MBh)						Total Capacity <sup>1</sup> (MBh)	Total Input (kW) <sup>2</sup>	Sensible Capacity (MBh)					
				Return Dry Bulb (°F)								Return Dry Bulb (°F)					
				90	85	80	75	70	65			90	85	80	75	70	65
		76°F							86°F								
2250	77	110.8	6.0	51.5	42.0	32.6	-	-	-	107.2	6.5	49.8	40.4	30.9	-	-	-
	72	103.3	5.7	66.5	57.0	47.5	38.1	-	-	95.9	6.3	64.9	55.4	45.0	35.5	-	-
	67	95.9	5.5	81.5	72.0	62.6	53.1	43.6	-	92.6	6.2	80.0	70.5	61.0	51.6	42.1	-
	62	88.0	5.4	88.0	76.8	67.3	57.8	48.3	-	84.8	6.1	84.8	83.9	74.5	65.0	55.5	46.1
	57	77.7	5.2	77.7	77.7	72.2	62.8	53.3	43.8	80.1	6.0	80.1	80.1	73.1	63.6	54.2	44.7
2625	77	114.0	6.0	56.3	45.6	34.8	-	-	-	110.2	6.5	54.6	44.0	33.3	-	-	-
	72	106.3	5.7	72.3	61.6	50.9	40.1	-	-	102.7	6.3	70.8	60.2	49.6	38.9	-	-
	67	98.7	5.4	88.4	77.6	66.9	56.2	45.5	-	95.2	6.2	87.1	76.4	65.8	55.2	44.5	-
	62	90.6	5.4	90.6	89.7	82.2	71.9	60.7	50.0	87.1	6.1	87.1	86.7	80.3	69.6	59.0	48.3
	57	79.9	5.2	79.9	79.9	77.2	67.3	55.8	45.0	82.3	6.0	82.3	82.3	78.8	68.2	57.5	46.9
3000	77	117.2	5.9	61.0	49.1	37.1	-	-	-	113.1	6.5	59.4	47.5	35.7	-	-	-
	72	109.3	5.7	78.1	66.2	54.2	42.2	-	-	105.4	6.4	76.8	65.0	53.1	41.3	-	-
	67	101.4	5.4	95.2	83.2	71.3	59.3	47.3	-	97.7	6.2	94.2	82.4	70.5	58.7	46.9	-
	62	93.1	5.4	93.1	93.1	87.5	76.5	63.6	51.6	89.5	6.1	89.5	89.5	86.1	74.2	62.4	50.6
	57	82.2	5.2	82.2	82.2	82.2	71.7	58.3	46.3	84.5	6.0	84.5	84.5	84.5	72.7	60.8	49.0
3375	72	109.2	5.8	83.0	70.2	57.3	44.4	-	-	105.4	6.4	81.6	68.8	56.0	43.2	-	-
	67	101.3	5.5	98.2	88.2	75.3	62.5	49.6	-	97.7	6.3	96.0	87.2	74.3	61.5	48.7	-
	62	93.0	5.5	93.0	93.0	90.2	77.8	64.5	51.6	89.5	6.2	89.5	89.5	87.8	75.0	62.1	49.3
	57	82.1	5.3	82.1	82.1	82.1	70.0	56.4	43.5	84.5	6.1	84.5	84.5	84.5	71.7	58.9	46.0
	72	109.1	5.9	87.9	74.2	60.4	46.6	-	-	105.5	6.5	86.5	72.6	58.8	45.0	-	-
3750	67	101.2	5.6	101.2	93.2	79.4	65.7	51.9	-	97.8	6.3	97.8	91.9	78.1	64.3	50.5	-
	62	92.9	5.6	92.9	92.9	92.9	79.1	65.3	51.6	89.5	6.2	89.5	89.5	89.5	75.7	61.9	48.1
	57	82.0	5.4	82.0	82.0	82.0	68.2	54.4	40.7	84.5	6.1	84.5	84.5	84.5	70.7	56.9	43.1
			86°F							106°F							
	2250	77	103.7	6.9	48.1	38.7	29.2	-	-	-	99.2	8.0	47.5	38.1	28.6	-	-
72		96.5	6.9	63.3	53.8	44.4	35.0	-	-	92.2	8.0	62.1	52.6	43.2	33.7	-	-
67		89.4	6.9	78.4	69.0	59.5	50.1	40.7	-	85.2	8.0	76.6	67.2	57.7	48.3	38.8	-
62		81.6	6.7	81.6	81.6	72.1	62.7	53.3	43.8	77.9	7.7	77.9	77.9	69.2	59.7	50.3	40.9
57		82.5	6.7	82.5	82.5	74.0	64.5	55.1	45.7	78.8	7.6	78.8	78.8	70.0	60.5	51.1	41.6
2625	77	106.4	7.0	52.9	42.3	31.8	-	-	-	101.7	8.1	53.5	41.7	31.1	-	-	-
	72	99.0	7.0	69.4	58.8	48.2	37.7	-	-	94.5	8.1	68.1	57.5	46.9	36.3	-	-
	67	91.7	6.9	85.8	75.3	64.7	54.1	43.6	-	87.3	8.0	82.8	73.3	62.7	52.1	41.5	-
	62	83.7	6.8	83.7	83.7	78.4	67.3	57.2	46.7	79.9	7.8	79.9	79.9	75.2	64.4	54.0	43.4
	57	84.6	6.7	84.6	84.6	80.4	69.1	59.2	48.7	80.7	7.9	80.7	80.7	76.1	65.1	54.8	44.2
3000	77	109.0	7.1	57.7	46.0	34.3	-	-	-	104.1	8.1	59.4	45.4	33.6	-	-	-
	72	101.5	7.0	75.5	63.8	52.1	40.4	-	-	96.8	8.1	74.2	62.5	50.7	38.9	-	-
	67	94.0	7.0	93.3	81.5	69.8	58.1	46.4	-	89.4	8.1	89.0	79.5	67.8	56.0	44.3	-
	62	85.8	6.8	85.8	85.8	84.6	72.0	61.2	49.5	81.8	7.9	81.8	81.8	81.2	69.0	57.7	46.0
	57	86.8	6.8	86.8	86.8	86.8	73.6	63.4	51.7	82.7	7.9	82.7	82.7	82.1	69.6	58.6	46.9
3375	72	101.7	7.1	80.2	67.5	54.7	41.9	-	-	96.9	8.1	79.2	66.3	53.5	40.7	-	-
	67	94.2	7.0	93.8	86.1	73.3	60.5	47.7	-	89.5	8.1	89.4	83.7	71.5	58.7	45.8	-
	62	86.0	6.8	86.0	86.0	85.4	72.1	59.8	47.0	82.0	7.9	82.0	82.0	81.7	68.6	56.0	43.2
	57	86.9	6.8	86.9	86.9	86.9	73.4	61.4	48.6	82.8	7.9	82.8	82.8	82.6	69.3	56.9	44.1
	72	101.9	7.1	85.0	71.1	57.3	43.4	-	-	97.1	8.1	84.1	70.2	56.3	42.4	-	-
3750	67	94.3	7.0	94.3	90.7	76.8	62.9	49.1	-	89.7	8.1	89.7	87.9	75.3	61.4	47.4	-
	62	86.1	6.9	86.1	86.1	86.1	72.3	58.4	44.5	82.1	7.9	82.1	82.1	82.1	68.2	54.3	40.4
	57	87.1	6.9	87.1	87.1	87.1	73.2	59.4	45.5	83.0	7.9	83.0	83.0	83.0	69.1	55.2	41.2

Fuente: YORK.

Según la tabla se obtiene una manejadora de la serie **NC090**.

## VENTILADOR SISTEMA DE EXTRACCION:

Para la selección del ventilador, se utiliza la herramienta de selección COMPUTE-A-FAN v9.0, desarrollada por la compañía LOREN COOK, para facilitar la correcta selección de un ventilador.

Para iniciar con la selección, se introducen los siguientes datos:

- Tipo de ventilador: Ventilador Centrifugo (CPS)
- CFM: 2515
- Altitud: 1035 m.s.n.m. (3396 ft.)
- Perdidas por fricción en el ventilador: 1.5 in de H<sub>2</sub>O.

Es importante resaltar que este valor varía un poco con respecto al calculado más adelante, ya que en este valor incluimos un pequeño incremento debido a una condición de saturación crítica en el filtro instalado en este sistema.

- Temperatura exterior: 84 °F.

Como preselección, se necesita determinar el tipo de ventilador específico de la serie CPS, para ello se cuenta con valores como los decibeles y precio de cada uno de los ventiladores. Buscando determinar un ventilador de un precio no tan elevado y con unas buenas características en sus decibeles, se determina un CPS 150.

**Figura 68. Selección serie del ventilador.**

Model	Volume	SP	Power	Motor	RPM	OVEL	TSPD	SE	Weight	Relative	Budget	Operate	Payback
	CFM	inwc	HP	HP		fpm	fpm		lbs	Cost	Price	Cost/Yr	(Years)
120 CPS	2515	1	1.53	2.00	3071	3003	9647	39%	170	1.00	\$1.300	\$124	-
135 CPS	2515	1	1.19	1	2295	2380	8111	50%	200	1.00	\$1.300	\$124	-
150 CPS	2515	1	1	1	1805	1926	7088	53%	220	108.00	\$1.400	\$124	Never
165 CPS	2515	1	.894	1	1481	1588	6397	66%	250	117.00	\$1.510	\$	1.69
180 CPS	2515	1	.838	1	1255	1337	5914	71%	310	125.00	\$1.610	\$	2.50
195 CPS	2515	1	.818	1	1095	1137	5590	73%	335	133.00	\$1.720	\$	3.39

Fuente: LOREN COOK.

Por otra parte es posible agregar accesorios, entre el que se destaca la utilización de un recubrimiento especial para proteger el ventilador de los agentes contaminantes presentes durante su operación.

Para la selección de este recubrimiento se dispone de una serie de productos, que dependiendo de las condiciones o elementos contaminantes presentes en la operación del ventilador se determina cual es el más apropiado.

A continuación se presenta una tabla con los productos y su recomendación, dependiendo del elemento contaminante. Es importante aclarar que a pesar de realizar el análisis con una tabla de la compañía GREENHECK, los productos solo varían de nombre mas no de características, entre las diferentes compañías.

**Tabla 37. Recubrimiento y su recomendación para diferentes solventes.**

NOTE: Greenheck's Powder Coatings are labeled #1 through #7 (see Product Application Article FA/110-00)  
 Greenheck's Liquid Coatings are labeled #8 through #18  
 Coatings are listed in order of cost; economical to the most expensive

8. High Temperature Aluminum	12. Epoxy Phenolic (Two Component)	16. Fluorocarbon
9. Zinc Rich Paint	13. Polyurethane	17. Plastisol (PVC)
10. Coal Tar Epoxy	14. Baked Phenolic	18. Vinylidene Fluoride
11. Anti-Condensate	15. Modified Epoxy Phenolic	

Resistance to Corrosive:

E = Excellent	F = Fair	NR = Not Recommended
G = Good	P = Poor	ND = No Data Available

SOLVENTS	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Butanol (Butyl Acetate)	G	G	ND	NR	NR	G	E	G	ND	ND	ND
Carbon Disulfide	ND	NR	ND	ND	NR	ND	E	G	ND	ND	F
Carbon Tetrachloride	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	G	ND	ND	ND
Ethanol (Ethyl Alcohol)	G	G	ND	ND	G	G	E	G	G	NR	E
Ethyl Acetate	G	G	ND	NR	NR	G	E	G	G	NR	NR
Ethylene Glycol	G	ND	ND	ND	ND	G	F	G	G	ND	ND
Formaldehyde	ND	NR	NR	G	E	ND	E	NR	ND	G	E
Gasoline	G	G	G	NR	NR	G	E	G	G	NR	E
Glycerol (Glycerin)	ND	NR	ND	ND	G	G	E	ND	ND	G	ND
Jet Fuel	G	G	G	ND	G	F	E	G	ND	ND	E
Kerosene	G	G	NR	NR	G	F	E	G	ND	ND	E
Ketones	G	G	NR	NR	NR	F	E	F	G	NR	NR
Methanol (Methyl Alcohol)	G	NR	ND	ND	G	G	E	G	G	NR	E
Methyl Acetate	G	NR	ND	ND	NR	G	E	G	G	ND	ND
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	ND	G	ND	ND	NR	G	E	G	G	ND	G
Napthalene	ND	G	ND	ND	NR	G	E	G	ND	ND	G
Sulfuric Chloride	NR	NR	ND	ND	NR	ND	G	NR	NR	ND	NR
Toluol (Toluene)	G	G	ND	NR	NR	G	E	G	G	NR	E
Trichloroethylene	G	NR	ND	ND	NR	NR	E	P	NR	NR	E
Turpentine	G	G	ND	ND	NR	F	E	G	ND	ND	E
Water, Fresh	F	G	F	E	E	E	F	F	G	F	F
Xylol (Xylene)	G	NR	ND	NR	NR	G	E	G	G	NR	E

Fuente: GREENHECK.

Para esta aplicación se recomienda un BAKED PHENOLIC o VINYLIDENE FLUORIDE, donde se determina utilizar el recubrimiento BAKED PHENOLIC por su versatilidad y buena respuesta a cualquier otro solvente presente en el ambiente.

Para la selección con la herramienta de LOREN COOK se determina un recubrimiento similar al antes mencionado, el cual se muestra incluido en los accesorios del ventilador seleccionado.

Después de recopilar los datos anteriormente descritos, la herramienta me arroja un resumen de la selección del ventilador, donde se destacan los siguientes datos:

#### CARACTERISTICAS FISICAS:

- Ventilador Centrífugo de Arreglo Horizontal
- Arreglo 10
- Clase 1

#### RENDIMIENTO:

- Rpm ventilador: 1838 rpm
- Hp ventilador: 1 hp

#### MOTOR:

- Rpm: 1725
- Hp: 1
- 230 Volts - 1Fase – 60 Hz

#### DECIBELES

- 86 db.

Figura 69. Resumen de selección del ventilador extractor.

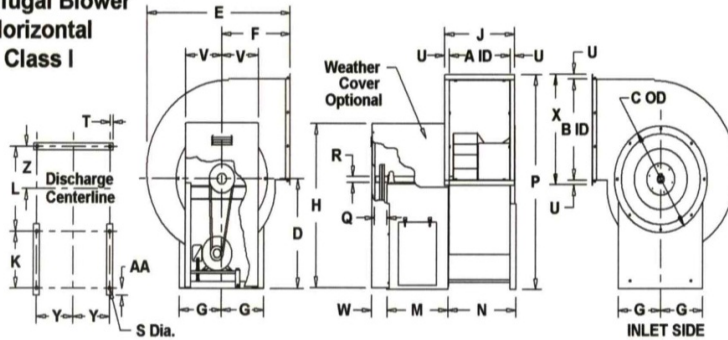
**COOK**



MARK: ING. MECANICA UIS
PROJECT: DEP.PATOLOGIA Y MORGUE
DATE: 10-27-2010

**CPS**

Flat Blade Centrifugal Blower  
Clockwise Top Horizontal  
Arrangement 10, Class I



**Performance**

Qty	Catalog Number	Flow (CFM)	SP (inwc)	Fan RPM	Bhp (HP)
1	150 CPS	2515	1,50	1838	,973

Altitude (ft): 3396 Temperature (F): 84

**Motor Information**

HP	RPM	Volts/Ph/Hz	Enclosure	Mounted
1	1725	230/1/60	ODP	Yes

**Fan Information**

Class	OVel(fpm)	Rotation	Discharge	Access
I	1926	CW	Top Horz.	9:00

**Sound Data** 8 Octave Bands dB (10<sup>-12</sup> Watts)

1	2	3	4	5	6	7	8	LwA
81	84	86	82	80	80	75	68	86

**Accessories:**

- STD DISCONNECT
- PHENOLIC EPOXY W/UV
- STEEL FLANGED INLET
- BELT GUARD-STEEL
- RF-120 SET(6) - ISOLATORS

**Notes:**

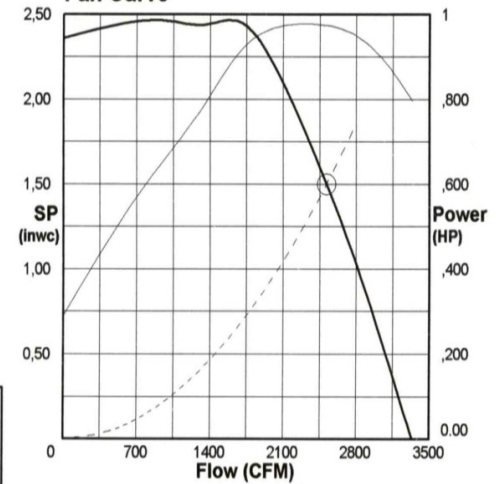
DEP. PATOLOGIA Y MORGUE

**Dimensions (inches)**

A	11-7/16	P	37-1/8
B	16-7/16	Q	3
C	19-1/8	R	1
D	19-1/16	S	9/16
E	29-9/16	T	3/4
F	15-5/16	U	1-5/8
G	9-3/8	V	8-1/16
H	29-1/16	W	4-1/16
J	14-11/16	X	19-9/16
K	12	Y	8-5/8
L	14-1/8	Z	6-5/8
M	15-1/8	AA	1-1/2
N	13-1/4	Unit Wt(lbs)***	364

\*\*\*Includes fan, motor & accessories.

**Fan Curve**



**Fan Curve Legend**

CFM vs SP	—
CFM vs HP	—
System Curve	---
Point of Operation	○

v9.0.417.0

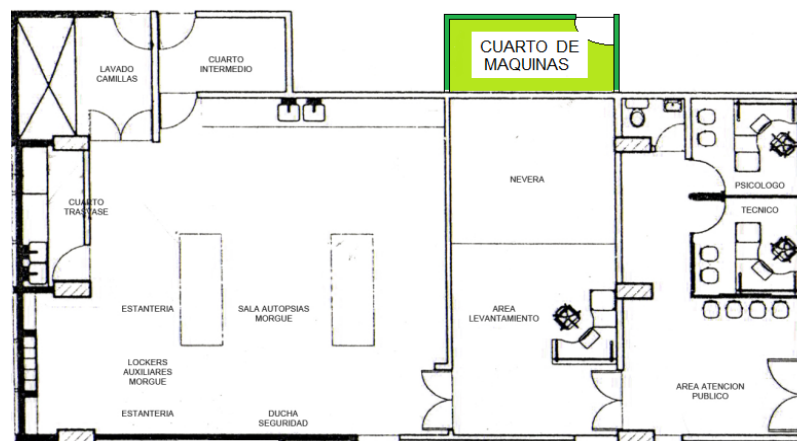
Fuente: LOREN COOK

### 5.1.2. Cuarto De Maquinas

Para el cuarto de máquinas se dispuso un lugar especial, el cual se determinó buscando la mejor ubicación espacial para los equipos, donde se permita una fácil accesibilidad para su mantenimiento y supervisión, y buena ventilación, para su correcto funcionamiento.

El lugar seleccionado se sugirió a la directivas del Departamento de Patología, el cual fue verificado y aprobado. Se buscaba comprobar la correcta ubicación de los equipos, según las actividades desarrolladas alrededor de las instalaciones.

**Figura 70. Ubicación cuarto de máquinas.**



Fuente: Autores.

### 5.2. TRAZADO DE DUCTOS

En este trazado se incluyeron las líneas de suministro, retorno y extracción; en el diseño de estos trazados se tuvieron en cuenta parámetros como:

- La ubicación de los recintos.
- El diseñar las líneas lo más corto posible para evitar altos valores de pérdidas en estas.

- Determinar espacialmente la ubicación de cada una de las líneas para evitar interferencia entre ellas.
- Como se llega a la determinación de la no utilización de cielo raso para este diseño, debido a factores económicos, operacionales y de espacio, se buscó realizar un trazado lo más discreto y estéticamente acorde con el espacio a acondicionar.

De acuerdo con los parámetros mencionados anteriormente se llegó a la disposición final, que se adjunta en el siguiente listado de planos.

#### **LISTADO DE PLANOS:**

AA-01: Distribución En Planta De Ductos De Suministro Y Ductos De Retorno.

AA-02: Distribución En Planta De Los Ductos Del Sistema De Extracción.

AA-03: Detalles De Instalación Y Ubicación De Equipos.

### **5.3. DISEÑO DE DUCTOS**

Los sistemas de conductos se diseñan para poder llevar un caudal de aire desde la unidad manejadora hasta el área a acondicionar, estos sistemas están formados por los ductos de impulsión y retorno.

Para el diseño de ductos de sistemas de aire acondicionado usualmente se utilizan tres métodos, cuyo fin es determinar la sección transversal del mismo, estos son:

- Método de reducción de velocidad.
- Método de pérdida por fricción constante.
- Método de recuperación estática.
- Método de pérdida por fricción constante:  
Se puede aplicar en conductos de impulsión, suministro y ventilación, y consiste en implementar un factor de pérdida por fricción constante por

unidad de longitud de ducto, a lo largo de la red. Este método permite corregir la sección transversal del ducto de manera que se mantenga el coeficiente friccional constante.

En este proyecto se va a utilizar el método de pérdida por fricción constante, utilizando un factor de 0.15 in. de H<sub>2</sub>O por 100 ft. de ducto y la herramienta de diseño de **LOREN COOK COMPANY**.

**Figura 71. Ducturador herramienta de diseño de ductos por LOREN COOK COMPANY**



Fuente: Autores.

A continuación se relacionan algunas de las múltiples secciones que se pueden escoger con la herramienta de selección de ductos, para determinados CFM y considerando la pérdida constante de 0.15 in de H<sub>2</sub>O por 100 ft de ducto.

**Tabla 38. Selecciones para la línea de suministro usando el ducturador**

Sistema	Linea principal [CFM]	sección	Derivaciones	sección
Suministro 1	3703	30" X 13"	1113	20" X 8"
		35" X 12"		11" X 14"
		25" X 16"		10" X 16"
		50" X 9"		12" X 13"
	2590	20" X 16"	173	6" X 6"
		30" X 11"		10" X 4"
		24" X 13"		14" X 3"
		18" X 18"		7" X 5"
	1976	20" X 12"	614	14" X 7"
		25" X 10"		12" X 8"
		18" X 13"		17" X 6"
		15" X 16"		8" X 12"
	522	15" X 6"	1454	25" X 8"
		7" X 12"		16" X 12"
		25" X 4"		14" X 13"
		9" X 9"		18" X 11"
	279	9" X 6"	243	5" X 10"
		15" X 4"		6" X 8"
11" X 5"		10" X 5"		
8" X 7"		13" X 4"		
suministro 2	2260	11" X 25"	108	9" X 3"
		21" X 13"		5" X 5"
		19" X 14"		9" X 3"
		17" X 16"		
	2152	20" X 13"	130	11" X 3"
		15" X 17"		6" X 5"
		9" X 30"		8" X 4"
		25" X 10"		
	1758	15" X 14"	262	9" X 6"
		9" X 25"		14" X 4"
		14" X 16"		9" X 6"
		17" X 13"		11" X 5"
	1238	15" X 11"	86	5" X 4"
		14" X 12"		7" x 3"
		17" X 10"		
		19" X 9"		
	1152	13" X 12"	144	8" X 4"
		16" X 10"		12" X 3"
14" X 11"				
20" X 8"				
1008	12" X 12"	522	20" X 5"	
	16" X 9"		10" X 9"	
	14" x 10"		11" X 8"	
	18" X 8"		13" X 7"	
724	12" X 9"	53		
	14" X 8"		6" x 3"	
	12" X 9"			
	11" x 10"			
557	13" X 7"	114	10" X 3"	
	10" X 9"		7" X 4"	
	16" X 6"			
	11" X 8"			

Fuente: Autores.

**Tabla 39. Selecciones para las líneas de retorno usando el ducturador**

SISTEMA	LINEA PRINCIPAL [CFM]	SECCIÓN	LINEA PRINCIPAL [CFM]	SECCIÓN
RETORNO 1	243	7" X 7"	1986	17" X 14"
		8" X 6"		20" X 14"
		5" X 10"		16" X 15"
		4" X 13"		20" X 12"
	522	10" X 9"	2107	16" X 16"
		7" X 12"		18" X 14"
		6" X 15"		20" X 13"
		8" X 11"		25" X 10"
	1593	20" X 10"		
		14" X 14"		
		17" X 12"		
		16" X 13"		
RETORNO 2A	390	7" X 10"	743	14" X 8"
		6" X 12"		17" X 7"
		5" X 15"		10" X 11"
		4" X 20"		20" X 6"
	443	6" X 13"	1108	13" X 12"
		5" X 16"		20" X 8"
		7" X 11"		14" X 11"
		8" X 9"		17" X 9"
	642	9" X 11"		
		10" X 10"		
		12" X 8"		
		15" X 7"		
RETORNO 2B	86	4" X 6"	478	8" X 10"
		3" X 7"		7" X 12"
				5" X 18"
				9" X 9"
	348	8" X 8"	586	8" X 12"
		7" X 9"		7" X 14"
		5" X 14"		9" X 10"
		6" X 11"		6" X 16"

Fuente: Autores.

**Tabla 40. Selecciones para las líneas de extracción usando el ducturador**

SISTEMA	LINEA PRINCIPAL [CFM]	SECCIÓN	LINEA PRINCIPAL [CFM]	SECCIÓN
EXTRACCIÓN 1	582	16" X 6"	1323	20" X 9"
		14" X 7"		18" X 10"
		20" X 5"		16" X 11"
		12" X 8"		15" X 12"
	806	18" X 7"	1392	16" X 12"
		16" X 8"		25" X 8"
		12" X 10"		19" X 10"
		14" X 9"		14" X 13"
EXTRACCIÓN 2	223	12" X 4"	604	12" X 8"
		9" X 5"		17" X 6"
		18" X 3"		14" X 7"
	281	15" X 4"	1121	20" X 8"
		9" X 6"		25" X 7"
		11" X 5"		13" X 12"
		8" X 7"		14" X 11"
	395	10" X 7"		
		12" X 6"		
		15" X 5"		
		20" X 4"		

Fuente: Autores.

### 5.3.1. Ducto De Suministro

Para el ducto de suministro se aplica el criterio de 0.15 in. De H2O por 100 ft de ducto. Los caudales de impulsión se encuentran relacionados en la tabla c.

**Tabla 41. Caudales de impulsión**

Sistema	Recinto	Caudal [CFM]
1	Sala de autopsias	940
	Cuarto de trasvase	173
	IHQ	561
	Área limpia	53
	Histopatología	1454
	Archivo Bloq. Lámin.	279
	Archivo Documental.	243
2	Psicólogo	108
	Técnico	130
	Área de aten. Publico	262
	Área levantamiento	522
	Vestier Auxiliar	86
	Lab. Macro	284
	Lab. Citología	144
	Láminas colección	53
	Museo	557
	Almacén	114

Fuente: Autores

La sección de los ductos se seleccionó pensando en mantener uniformidad en cuanto a la construcción, tratando al máximo de mantener una dimensión constante de la sección rectangular. La selección se encuentra consignada en la tabla x. para los dos sistemas seleccionados.

**Tabla 42. Selección de ductos, por recinto, según caudal y factor de pérdida por fricción constante e igual a 0.15 in. De H2O por 100 ft de ducto.**

Sistema 1	caudal	Secc. Principal	Derivaciones	Caudal	Secc. Derivación
unidad manejadora	3703	30" X 13"	Sala de autopsias	940	13" X 12"
			Cuarto trasvase	173	10" X 4"
Línea principal	2590	24" X 13"	Área limpia	53	6" X 6"
			IHQ	561	
	1976	18" X 13"	Histopatología	1454	14" X 13"
			Archivo Documental	243	10" X 5"
	552	7" X 12"	Arch. Bloque Lam.	279	11" X 5"
Sistema 2	caudal	Secc. principal	Derivaciones	Caudal	Secc. Derivación
unidad manejadora	2260	21" X 13"	Psicólogo	108	9" X 3"
Línea principal	2152	20" X 13"	Técnico	130	10" X 7"
			Área de aten. Publico	262	
	1758	17" X 13"	Área levantamiento	522	N/A
	1238	14" X 12"	Vestier auxiliar	86	7" X 3"
	1152	14" X 11"	Laboratorio Citología	144	12" X 3"
	1008	14" X 10"	Laboratorio Macro	284	N/A
			Laminas colección	53	6" X 3"
	724	11" X 10"	Almacén	114	7" X 4"
			Museo	279	11" X 5"
557	11" X 8"	Museo	278	11" X 5"	

Fuente: Autores.

## PERDIDA DE PRESIÓN EN DUCTOS DE SUMINISTRO

### Manejadora 1:

Teniendo en cuenta el tramo más largo en el trazado del ducto de suministro para la manejadora 1 se tiene que:

- Longitud: 25.97 [m]
  - Derivación: 2.10 [m]
  - Transición: 3.00 [m]
  - Codos: 5.18 [m]
- TOTAL  $\frac{36.25 [m]}{36.25 [m]} = 118.93 [ft]$

Según los cálculos de los ductos se determinó que la pérdida por fricción es de 0.15" de H2O por cada 100 ft de ducto por esto se tiene que:

$$118.93 \text{ ft} * \frac{0.15 \text{ de H2O}}{100 \text{ ft}} = 0.1784 \text{ de H2O.}$$

A este cálculo se le debe agregar la pérdida de la última rejilla del tramo más largo. Además la caída de presión por los filtros:

Rejilla = 0.03" de H2O.

Filtros= 0.8

GRAN TOTAL= 1.008" de H2O

### Manejadora 2:

Según los datos referenciados anteriormente, para la manejadora 2 se obtiene que:

- Longitud: 19.96 [m]
- Derivación: 8.80 [m]
- Transición: 4.80 [m]

- Codos: 2.79 [m]
- 
- TOTAL 36.35 [m] = 119.26 [ft]

$$119.26 \text{ ft} * \frac{0.15" \text{ de H}_2\text{O}}{100 \text{ ft}} = 0.18" \text{ de H}_2\text{O}$$

Rejilla= 0.04" de H2O

Filtros=0.75

GRAN TOTAL=0.97" de H2O

### 5.3.2. Ducto De Retorno

Para el diseño de la línea de retorno, se toman los caudales de impulsión menos el caudal de extracción. Igualmente al tratarse de dos unidades manejadoras de aire, se requieren dos líneas de recirculación para cada sistema. En la siguiente tabla se listan los caudales de aire a recircular por recinto.

**Tabla 43. Caudales de retorno por recinto para los dos sistemas.**

Sistema	Recinto	Caudal retorno [CFM]
1	Sala de autopsias	0
	Cuarto de trasvase	121
	Área sucia	53
	IHQ	393
	Área limpia	53
	Histopatología	1018
	Arch. Bloque Lam.	279
	Archivo Documental.	243
2	Psicólogo	108
	Técnico	130
	Área de aten. Publico	262
	Área levantamiento	365
	Vestier Auxiliar	86
	Lab. Macro	199
	Lab. Citología	101
	Láminas colección	53
Museo	390	

Fuente: Autores.

En la siguiente tabla se listan los caudales conducidos por las líneas de retorno y la sección del ducto.

**Tabla 44. Recintos, caudal de retorno y sección de ductos.**

Sistema	Recinto	Caudal línea[CFM]	Sección ducto [ft]	
1	Archivo Documental	243	8" X 6"	
	Archivo Bloque Lam.	522	10" X 9"	
	Histopatología	1593*	17" X 12"	
	IHQ	1986	17" X 14"	
	Cuarto trasvase	2107	18" X 14"	
	Sala de autopsias	0	18" X 14"	
2	2a	Museo	390	7" X 10"
		Laminas colecc.	443	7" X 11"
		Laboratorio Macro	642	9" X 11"
		Laboratorio citología	743	10" X 11"
		Área levantamiento	1108	14" X 11"
	2b	Vestier auxiliar	86	4" X 6"
		Área atención publico	348	7" X 9"
		Técnico	478	7" X 12"
		Psicólogo	586	7" X 14"

Fuente: Autores.

Para realizar el diseño del ducto de recirculación del sistema 2, se pensó en hacer una subdivisión del mismo, para facilidad de construcción, por razones de espacio y pensando en un diseño más económico.

El caudal de Extracción de histopatología es influenciado por el área limpia, debido a la dificultad de hacer una derivación, por razones de espacio. Se propone la utilización de una puerta con rejillas para que la cantidad de aire de recirculación del área limpia pueda ser recolectado en histopatología.

Para el laboratorio de macroscopia se hace necesaria la implementación de una derivación de 10" X 4".

## PERDIDA DE PRESIÓN EN DUCTOS DE RETORNO

### Manejadora 1:

Teniendo en cuenta el tramo más largo en el trazado del ducto de retorno en la manejadora 1 se tiene que:

• Longitud:	35.80 [m]
• Derivación:	0 [m]
• Transición:	3.60 [m]
• Codos:	1.44 [m]
	<hr/>
TOTAL	40.84 [m] = 134 [ft]

$$134 \text{ ft} * \frac{0.15" \text{ de H2O}}{100 \text{ ft}} = 0.201" \text{ de H2O}$$

Rejilla= 0.023" de H2O

GRAN TOTAL=0.224" de H2O

### Manejadora 2:

Según el tramo más largo en el trazado del ducto de retorno en la manejadora 2 se tiene que:

• Longitud:	26.35 [m]
• Derivación:	0 [m]
• Transición:	2.40 [m]
• Codos:	2.72 [m]
	<hr/>
TOTAL	31.47 [m] = 103.25 [ft]

Según los cálculos de los ductos se determinó que la pérdida por fricción es de 0.15" de H<sub>2</sub>O por cada 100 ft de ducto por esto se tiene que:

$$103.25 \text{ ft} * \frac{0.15" \text{ de H}_2\text{O}}{100 \text{ ft}} = 0.1548" \text{ de H}_2\text{O}.$$

A este cálculo se le debe agregar la pérdida de la última rejilla del tramo más largo. Además la caída de presión por los filtros:

Rejilla = 0.038" de H<sub>2</sub>O.

GRAN TOTAL= 0.1928" de H<sub>2</sub>O

## **5.4. SISTEMA DE EXTRACCION**

El sistema de extracción se va a implementar en los recintos con un alto grado de criticidad en cuanto a la emanación de vapores y olores, estos exigen un mayor control en cuanto a la calidad de aire, gracias a la actividad que en ellos se lleva a cabo. En la tabla 43 se encuentra la relación de estas áreas.

### **5.4.1 Ducto De Extracción**

Para determinar los caudales de extracción, hay que tener en cuenta los recintos en los cuales se va a implementar el sistema, y el valor de la extracción.

Una exigencia particular para distintas áreas de hospitales es la necesidad de implementar una presión diferencial negativa, con el fin de que el aire contaminado, no pueda filtrarse a otros espacios.

**Tabla 45. Presiones diferenciales +: positiva, -: negativa, 0: igual presión**

REGULACIONES ASHRAE (U.S.A) PRESIONES DIFERENCIALES Y VENTILACIÓN DE DISTINTAS ÁREAS DE HOSPITALES					
Designación del área	Pres. dif. Respecto al área vecina	Necesidad de 100% de aire exterior	Cant. Min. De aire exterior vol/hr	Cant. Min. De aire total: vol/hr	Necesidad de enviar todo el aire al exterior
Sala de autopsias	-	Optativo	2	12	Si
Laboratorios en general	-	Optativo	2	6	Optativo
Laboratorios de transferencia	+	Optativo	2	4	Optativo

Fuente: ASHRAE (U.S.A)

Con el fin de establecer una presión diferencial negativa con relación a las áreas adyacentes de los recintos de especial cuidado, se establece un caudal de extracción de 40%, es decir un 10% más de lo establecido. La cantidad de aire a retirar en estos recintos se lista en la siguiente tabla.

**Tabla 46: Sistemas de extracción, recintos y caudales del 40%.**

Sistema 1	Recinto	Caudal [CFM]	40% de extracción
	Histopatología	1454	582
IHQ	561	224	
Cuarto trasvase	173	69	
Sala de autopsias	940	1034	
sistema 2	Recinto	Caudal [CFM]	40% de extracción
	Museo	557	223
	Laboratorio Macro	284	114
	Laboratorio Citología	144	58
	Área de levantamiento	522	209

Fuente: Autores.

Para la sala de autopsias en donde no se hace recirculación el caudal de extracción es un 110%, para lograr crear la presión diferencial recomendada.

Se idearon dos líneas de extracción, con el propósito de simplificar la red de ductos. La descripción de las líneas de extracción se muestra a continuación,

en donde la cantidad de aire a remover se va sumando a medida que el ducto pasa por los recintos, también se relaciona la sección de los ductos.

**Tabla 47: Secciones de la línea principal de la red de extracción.**

Sistema 1	Recinto	40% de extracción	Caudal línea [CFM]	Sección Ducto
	Histopatología	582	582	14" X 7"
	IHQ	224	806	18" X 7"
	Sala de autopsias	517	1323	18" X 10 "
	Cuarto de trasvase	69	1392	19" X 10"
sistema 2	Recinto	40% de extracción	Caudal línea [CFM]	Sección Ducto
	Museo	223	223	9" X 5"
	Laboratorio Citología	58	281	11" X 5"
	Laboratorio Macro	114	395	12" X 6"
	Área de levantamiento	209	604	14" X 7"
	Sala de autopsias	517	1121	25" X 7"

Fuente: Autores.

Para el área de Laboratorio de Macroscopía se necesita una derivación de 9" X 3" para conducir los 114 [CFM] hasta la línea principal. En las demás zonas las rejillas de extracción van instaladas en la red principal haciendo la captación directamente.

## PERDIDA DE PRESIÓN EN DUCTOS DE EXTRACCION

Teniendo en cuenta el tramo más largo en el trazado del ducto de extracción se tiene que:

- Longitud: 28.06 [m]
- Derivación: 0 [m]
- Transición: 1.80 [m]
- Codos: 2.90 [m]

---

TOTAL 32.76 [m] = 107.48 [ft]

Según los cálculos de los ductos se determinó que la pérdida por fricción es de 0.15" de H2O por cada 100 ft de ducto por esto se tiene que:

$$107.48 \text{ ft} * \frac{0.15" \text{ de H2O}}{100 \text{ ft}} = 0.1612" \text{ de H2O}.$$

A este cálculo se le debe agregar la pérdida de la última rejilla del tramo más largo. Además la caída de presión por los filtros:

Rejilla = 0.038" de H2O.

Filtros= 0.3

GRAN TOTAL= 0.5

## **5.5. REJILLAS Y DIFUSORES**

### **5.5.1. Suministro**

Para la selección de rejillas de suministro, se utilizará el catalogo de **LAMINAIRE LTDA.**, se escogerá para la impulsión de aire difusores línea 3D marco plano.

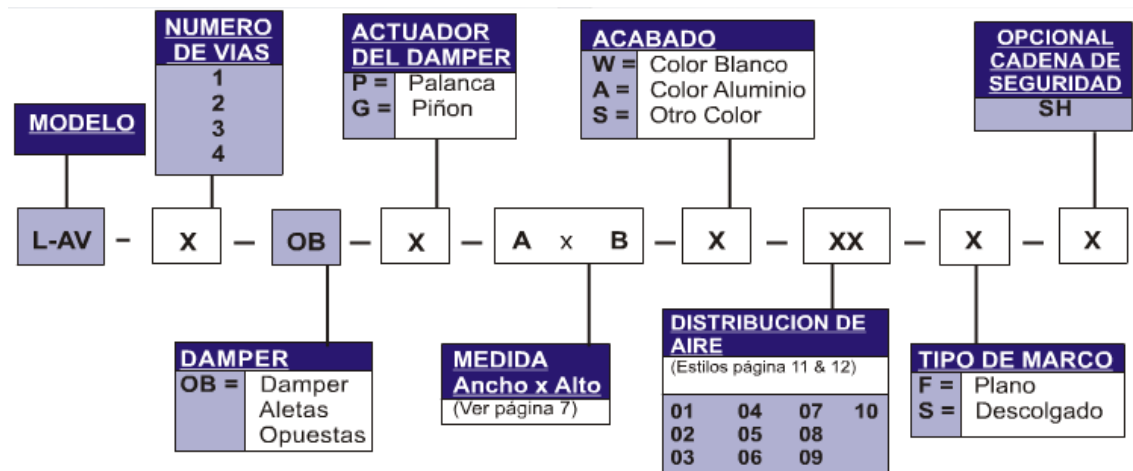
Los difusores línea 3D se fabrican para el suministro de aire a través de techos. Se puede hacer una distinción entre varias tipos:

- Una vía.
- Dos vías 180 grados.
- Dos vías 90 grados.
- Tres vías.
- Cuatro vías.

Las rejillas de suministro Laminaire tienen las siguientes características:

- Los tamaños varían desde 6"X6" hasta 24"X 24" con incrementos de 3" por cada lado.
- El núcleo central se puede remover para efectos de facilitar instalación y accionamiento del dámper.
- Acabado final en pintura electrostática de alta resistencia o color aluminio.
- Construidas en aluminio extruido.

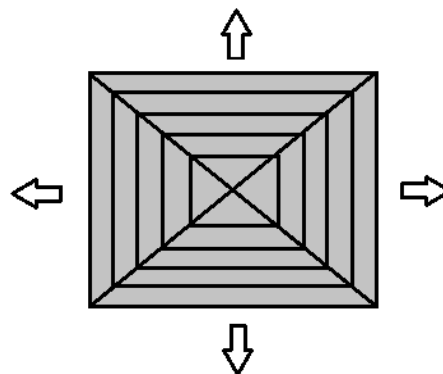
**Figura 72. Matriz de selección difusores de techo.**



Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

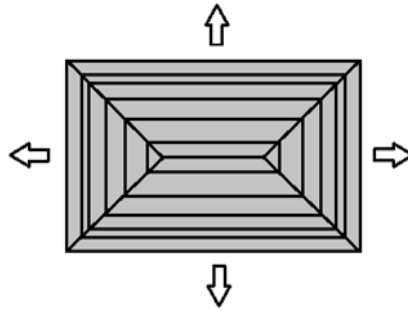
#### 4 VÍAS.

**Figura 73. Difusor línea 3D marco plano.**



Fuente: Autores.

Figura 74. Difusor línea 3D marco descolgado.



Fuente: Autores.

Tabla 48. Guía de selección difusor línea 3D 4 vías.

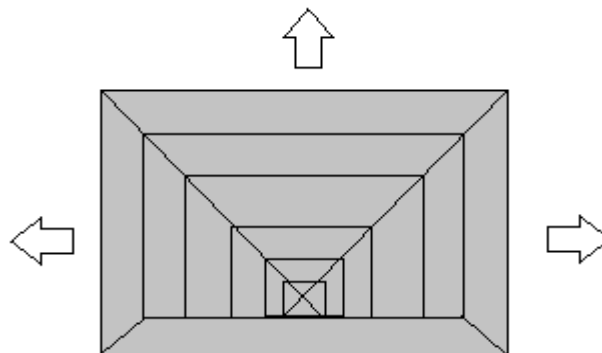
Medida del cuello	Fpm vel. Cuello	200	300	400	500	600	700
	Ps en "H2O	0.005	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06
	Pt en "H2O	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09
6 X 6	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175
	CFM por lado	12	18	25	31	37	44
	TIRO EN PIES	1 a 3	3 a 7	5 a 10	7 a 11	9 a 15	11 a 17
	NC					20	25
9 X 9	TOTAL CFM	110	170	225	280	335	390
	CFM por lado	27	42	56	70	84	97
	TIRO EN PIES	2 a 6	5 a 9	8 a 14	9 a 15	12 a 18	14 a 20
	NC				20	25	30
12 X 12	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700
	CFM por lado	50	75	100	125	150	175
	TIRO EN PIES	3 a 7	6 a 12	9 a 15	11 a 17	14 a 20	15 a 21
	NC				25	30	35
15 X 15	TOTAL CFM	310	470	625	780	935	1090
	CFM por lado	77	117	156	195	234	272
	TIRO EN PIES	4 a 8	8 a 14	10 a 16	13 a 19	16 a 22	16 a 23
	NC				25	30	35
18 X 18	TOTAL CFM	450	675	900	1125	1350	1575
	CFM por lado	112	169	225	281	337	394
	TIRO EN PIES	5 a 9	9 a 15	12 a 18	14 a 20	17 a 23	18 a 24
	NC				25	30	35
21 X 21	TOTAL CFM	610	920	1225	1530	1835	2140
	CFM por lado	152	230	306	382	459	535
	TIRO EN PIES	6 a 12	10 a 16	13 a 19	16 a 22	18 a 24	19 a 26
	NC			25	30	35	40

<b>24 X 24</b>	<b>TOTAL CFM</b>	<b>800</b>	<b>1200</b>	<b>1600</b>	<b>2000</b>	<b>2400</b>	<b>2800</b>
	<b>CFM por lado</b>	200	300	400	500	600	700
	<b>TIRO EN PIES</b>	7 a 13	11 a 17	14 a 20	17 a 23	18 a 26	20 a 28
	<b>NC</b>			25	30	35	40
<b>27 X 27</b>	<b>TOTAL CFM</b>	<b>1010</b>	<b>1520</b>	<b>2025</b>	<b>2530</b>	<b>3035</b>	<b>3640</b>
	<b>CFM por lado</b>	252	380	506	632	759	885
	<b>TIRO EN PIES</b>	8 a 14	12 a 18	15 a 21	18 a 24	19 a 27	22 a 30
	<b>NC</b>		20	25	30	35	40
<b>33 X 33</b>	<b>TOTAL CFM</b>	<b>1510</b>	<b>2270</b>	<b>3025</b>	<b>3780</b>	<b>4535</b>	<b>5290</b>
	<b>CFM por lado</b>	377	567	756	945	1134	1322
	<b>TIRO EN PIES</b>	8 a 15	13 a 19	16 a 22	19 a 25	20 a 28	23 a 31
	<b>NC</b>		20	25	30	35	40

Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

### 3 VÍAS

**Figura 75. Difusor línea 3D marco plano 3 vías.**



Fuente: Autores.

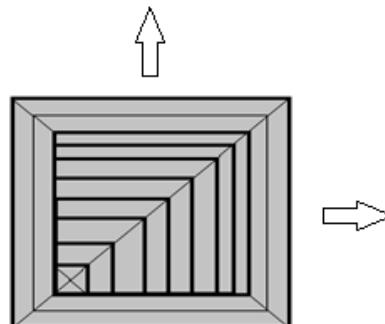
Tabla 49. Guía de selección difusor línea 3D 3 vías.

Medida del cuello	Fpm vel. Cuello	200		300		400		500		600		700	
	Ps en "H2O	0.005		0.01		0.02		0.03		0.05		0.06	
	Pt en "H2O	0.01		0.02		0.03		0.05		0.07		0.09	
	Lado asignado	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
6 X 6	TOTAL CFM	50		75		100		125		150		175	
	CFM por lado	20	10	30	15	40	20	50	25	60	30	70	35
	TIRO EN PIES	2 a 4	1 a 2	1 a 8	2 a 6	7 a 13	5 a 9	8 a 14	6 a 12	10 a 16	8 a 14	12 a 18	10 a 16
	NC									20		25	
9 X 9	TOTAL CFM	110		170		225		280		335		390	
	CFM por lado	44	22	68	34	90	45	112	56	134	67	156	78
	TIRO EN PIES	2 a 6	1 a 3	6 a 12	4 a 8	9 a 15	7 a 13	11 a 17	9 a 15	14 a 20	10 a 17	15 a 22	12 a 18
	NC							20		25		30	
12 X 12	TOTAL CFM	200		300		400		500		600		700	
	CFM por lado	80	40	120	60	160	80	200	100	240	120	280	140
	TIRO EN PIES	4 a 8	2 a 6	8 a 14	6 a 12	10 a 16	8 a 14	14 a 20	10 a 17	16 a 22	12 a 18	17 a 23	15 a 21
	NC							25		30		35	
15 X 15	TOTAL CFM	310		470		625		780		935		1090	
	CFM por lado	124	62	188	94	250	125	312	156	374	187	436	218
	TIRO EN PIES	5 a 9	3 a 7	9 a 15	7 a 13	12 a 18	10 a 16	15 a 21	12 a 18	17 a 23	15 a 21	18 a 24	16 a 22
	NC							25		30		35	
18 X 18	TOTAL CFM	450		675		900		1125		1350		1575	
	CFM por lado	180	90	270	135	360	180	450	225	540	270	630	315
	TIRO EN PIES	6 a 12	4 a 8	10 a 16	8 a 14	14 a 20	11 a 17	16 a 22	14 a 20	18 a 24	16 a 22	20 a 26	18 a 24
	NC							25		30		35	
21 X 21	TOTAL CFM	610		920		1225		1530		1835		2140	
	CFM por lado	244	122	368	184	490	245	612	306	734	367	856	428
	TIRO EN PIES	7 a 13	5 a 9	11 a 17	9 a 15	15 a 21	12 a 18	17 a 23	15 a 21	19 a 26	17 a 23	21 a 28	19 a 25
	NC					25		30		35		40	
24 X 24	TOTAL CFM	800		1200		1600		2000		2400		2800	
	CFM por lado	320	160	480	240	640	320	800	400	960	480	1120	560
	TIRO EN PIES	8 a 14	6 a 12	12 a 18	10 a 16	16 a 22	13 a 19	18 a 24	16 a 22	20 a 28	18 a 24	22 a 30	19 a 27
	NC					25		30		35		40	
27 X 27	TOTAL CFM	1010		1520		2025		2530		3035		3540	
	CFM por lado	404	202	608	304	810	405	1012	506	1214	607	1416	708
	TIRO EN PIES	9 a 15	7 a 13	13 a 19	11 a 17	17 a 23	15 a 21	19 a 26	17 a 23	21 a 29	19 a 26	23 a 31	20 a 28
	NC					25		30		35		40	

Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

2 VÍAS

Figura 76. Difusor línea 3D, 2 vías a 90°



Fuente: Autores.

**Tabla 50. Guía de selección difusor línea 3D 2 vías.**

Medida del cuello	Fpm vel. Cuello	200	300	400	500	600	700
	Ps en "H2O	0.006	0.015	0.03	0.04	0.06	0.08
	Pt en "H2O	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.011
6 X 6	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175
	CFM por lado	25	38	50	63	75	87
	TIRO EN PIES	2 a 5	5 a 9	7 a 11	9 a 15	11 a 17	13 a 19
	NC					20	25
9 X 9	TOTAL CFM	110	170	225	280	335	390
	CFM por lado	55	85	112	140	167	195
	TIRO EN PIES	3 a 7	6 a 12	9 a 15	10 a 16	14 a 20	16 a 22
	NC				20	25	30
12 X 12	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700
	CFM por lado	100	150	200	250	300	350
	TIRO EN PIES	5 a 9	9 a 15	12 a 18	14 a 20	16 a 22	18 a 24
	NC				25	30	35
15 X 15	TOTAL CFM	310	470	625	780	935	1090
	CFM por lado	155	235	312	390	467	545
	TIRO EN PIES	6 a 12	10 a 16	14 a 20	16 a 22	18 a 24	19 a 26
	NC				25	30	35
18 X 18	TOTAL CFM	450	675	900	1125	1350	1575
	CFM por lado	225	337	450	562	675	787
	TIRO EN PIES	7 a 13	11 a 17	15 a 21	17 a 23	19 a 25	20 a 28
	NC				25	30	35
21 X 21	TOTAL CFM	610	920	1225	1530	1835	2140
	CFM por lado	305	460	612	765	917	1070
	TIRO EN PIES	8 a 14	12 a 18	16 a 22	18 a 24	19 a 27	21 a 29
	NC			25	30	35	40
24 X 24	TOTAL CFM	800	1200	1600	2000	2400	2800
	CFM por lado	400	600	800	1000	1200	1400
	TIRO EN PIES	9 a 15	13 a 19	17 a 23	19 a 25	20 a 28	22 a 30
	NC			25	30	35	40
27 X 27	TOTAL CFM	1010	1520	2025	2530	3035	3640
	CFM por lado	505	760	1012	1265	1517	1770
	TIRO EN PIES	10 a 16	14 a 20	18 a 24	19 a 26	21 a 29	24 a 32
	NC			25	30	35	40

Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

**Tabla 51. Selección de rejillas de suministro**

Sistema	Recinto	Caudal [CFM]	Tamaño rejilla [pulg] Vel. Cuello [FPM]	Tipo de rejilla	Cantidad
1	Sala de autopsias	940	470 [CFM] 12" X 12" 500 [FPM]	4 vías	2
	Cuarto de trasvase	173	9" X 9" 400[FPM]	4 vías	1
	Área Limpia	53	6" X 6" 300[FPM]	4 vías	1
	Histopatología	1454	485 CFM] 12" X 12" 500 [FPM]	4 vías	3
	IHQ	561	280 [CFM] 9" X 9" 500[FPM]	4 vías	2
	Archivo Documental	243	9" X 9" 500[FPM]	4 vías	1
	Archivo Bloq. lamin.	279	9" X 9" 500[FPM]	4 vías	1
2	Psicologo	108	6" X 6" 500[FPM]	4 vías	1
	Técnico	130	9" X 9" 400[FPM]	4 vías	1
	Área de aten. Publico	262	9" X 9" 500 [FPM]	3 Vías	1
	Lab. de citología	144	9" X 9" 300[FPM]	4 vías	1
	Lab. Macroscopía	257	12" X 12" 300[FPM]	4 vías	1
	Museo	557	9" X 9" 500[FPM]	4 vías	2
	Área de levant.	521	15" X 15" 400 [FPM]	4 vías	1
	Almacen	114	6" X 6" 500[FPM]	2 Vias	1
	Laminas Colecc.	53	6" X 6" 300[FPM]	4 vías	1
	Vestier auxiliar	86	6" X 6" 400 [FPM]	3 Vías	1

Fuente: Autores

### 5.5.2 Retorno

Las rejillas se diseñan para recoger cierta cantidad de aire que será entregada de vuelta a la unidad manejadora. Las rejillas de aleta fija tienen las siguientes características.

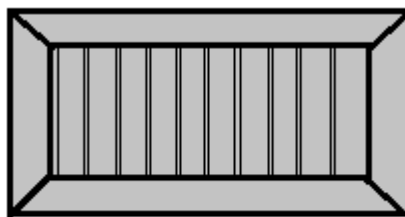
- Las dimensiones van desde 4" X 4" hasta 40" X 20" con incrementos de 2" en cada lado.
- El acabado final es en pintura electrostática blanca o color aluminio.
- Construidas en aluminio blanco extruido.

Las rejillas se desarrollan en 4 modelos:

- RRAFS: RRejilla de retorno aleta fija estándar.
- RRAFE: Rejilla retorno aleta fija especial.
- RRTC  $\frac{3}{4}$ : Rejilla de retorno tipo cubo con cuadrícula en aluminio de  $\frac{3}{4}$  x  $\frac{3}{4}$  x  $\frac{1}{2}$ .
- RRTC  $\frac{1}{2}$ : Rejilla de retorno tipo cubo con cuadrículas en aluminio  $\frac{1}{2}$  x  $\frac{1}{2}$  x  $\frac{1}{2}$ .

En este diseño se utiliza para el retorno y la extracción rejillas RRAF en marco estándar.

**Figura 77: Rejillas de retorno de aleta fija marco estándar.**

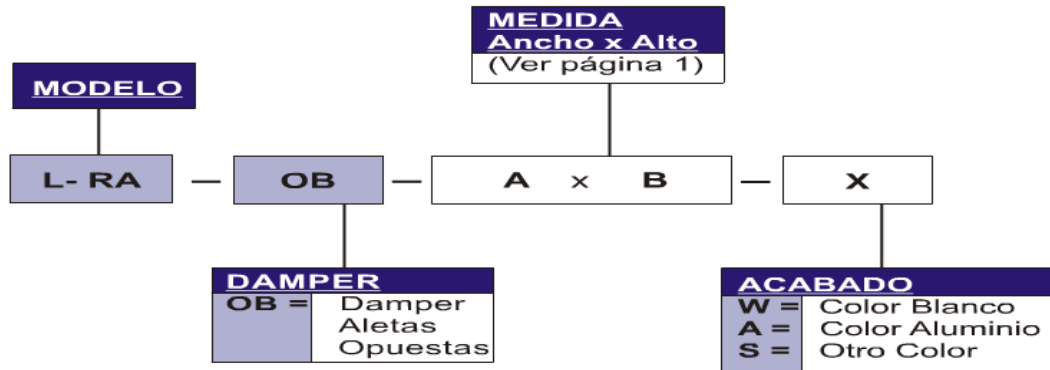


Fuente: Autores.

Para entrar en la selección de las rejillas de retorno y extracción se hace necesario disminuir en un 10% el caudal necesario, ya que el tipo de rejilla RRAFE ofrece un aumento en la capacidad. En la tabla de selección de rejillas

se lista el caudal de selección que es el resultado del caudal de extracción o retorno menos el 10% que incrementa la rejilla gracias a su configuración.

**Figura 78. Matriz de selección RRAFE**



Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

**Tabla 52. Guía de selección rejillas de extracción y retorno de aleta fija marco estándar.**

Dimensión nominal [in]	Área libre efect. [ft <sup>2</sup> ]	300 FPM	400 FPM	500 FPM	600 FPM	700 FPM	800 FPM	900 FPM	1000 FPM
10 X 6	0.291	87	116	146	175	204	233	262	291
12 X 6	0.356	107	142	178	214	249	285	320	356
10 X 8	0.398	119	159	199	239	279	318	358	398
12 X 8	0.485	146	194	243	291	340	388	437	485
14 X 8	0.574	172	230	287	344	402	459	517	574
12 X 12	0.75	225	300	375	450	525	600	675	750
20 X 10	1.04	312	416	520	624	728	832	936	1040
18 X 12	1.13	339	452	565	678	791	904	1017	1130
30 X 8	1.26	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
24 X 12	1.55	465	620	775	930	1085	1240	1395	1550
18 X 18	1.73	519	692	865	1038	1211	1384	1557	1730
24 X 14	1.81	543	724	905	1086	1267	1448	1629	1810
30 X 12	1.96	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960
24 X 18	2.4	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
30 X 18	3.01	903	1204	1505	1806	2107	2408	2709	3010
24 X 24	3.2	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
36 X 18	3.61	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610
30 X 24	4.05	1215	1620	2025	2430	2865	3240	3645	4050
36 X 24	4.83	1449	1932	2415	2898	3381	3864	4347	4830
30 X 30	5.1	1530	2040	2550	3060	3570	4080	4590	5100
36 X 30	6.09	1827	2436	3045	3654	4263	4872	5481	6090
48 X 24	6.5	1950	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500
48 X 24	8.14	2442	3256	4070	4884	5698	6512	7326	8140
48 X 36	9.84	2952	3936	4920	5904	6888	7872	8856	9840

Presión estática negativo H2O	0.014	0.023	0.038	0.06	0.083	0.115	0.147	0.188
-------------------------------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------

N.C	20-25	25-30	30-35	35-40
-----	-------	-------	-------	-------

Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

**Tabla 53. Selección rejillas de retorno.**

Sistema	Recinto	Caudal [CFM]	Caudal Selección[CFM]	Tamaño rejilla [pulg]	Cantidad	
1	Archivo documental	243	220	110 [CFM] 10" X 6" 400 [FPM]	2	
	Archivo bloque lamin.	279	251	125 [CFM] 10" X 6" 500[FPM]	2	
	Histopatología	1071	964	322 [CFM] 12" X 12" 500[FPM]	3	
	IHQ	393	354	177 [CFM] 14" X 8" 400 [FPM]	2	
	Cuarto trasvase	121	109	12" X 6" 400 [FPM]	1	
2	2a	Museo	390	351	176 [CFM] 12" X 6" 500[FPM]	2
		Laminas Colección	53	48	10" X 6" 300 [FPM]	1
		Laboratorio Macro	199	179	10" X 8" 500 [FPM]	1
		Laboratorio Citología	101	91	10" X 6" 400[FPM]	1
		Área de levantamiento	365	328	164[CFM] 12" X 6" 500[FPM]	2
	2b	Vestier auxiliar	86	77	10" X 6" 300[FPM]	1
		Área de aten. Publico	262	236	14" X 8" 500[FPM]	1
		Técnico	130	117	10" X 6" 500[FPM]	1
Psicologo		108	97	10" X 6" 400 [FPM]	1	

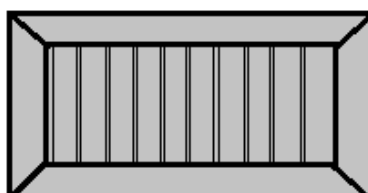
Fuente: Autores.

### 5.5.3. Extracción

Para el sistema de extracción se debe tener en cuenta, las propiedades del formol que es el principal contaminante. La densidad del formol es mayor que la del aire, por esto tiende a ocupar los espacios bajos del recinto.

Para solucionar lo anterior y poder realizar una extracción eficiente se adopta que las rejillas de recolección deben estar a 40 cm del piso, por esto se realizan derivaciones, en forma vertical en los recintos.

**Figura 79: Rejillas de retorno de aleta fija marco estándar.**



Fuente: Autores.

**Tabla 54. Guía de selección rejillas de extracción y retorno de aleta fija marco estándar.**

Dimensión nominal [in]	Área libre efect. [ft <sup>2</sup> ]	300 FPM	400 FPM	500 FPM	600 FPM	700 FPM	800 FPM	900 FPM	1000 FPM
10 X 6	0.291	87	116	146	175	204	233	262	291
12 X 6	0.356	107	142	178	214	249	285	320	356
10 X 8	0.398	119	159	199	239	279	318	358	398
12 X 8	0.485	146	194	243	291	340	388	437	485
14 X 8	0.574	172	230	287	344	402	459	517	574
12 X 12	0.75	225	300	375	450	525	600	675	750
20 X 10	1.04	312	416	520	624	728	832	936	1040
18 X 12	1.13	339	452	565	678	791	904	1017	1130
30 X 8	1.26	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
24 X 12	1.55	465	620	775	930	1085	1240	1395	1550
18 X 18	1.73	519	692	865	1038	1211	1384	1557	1730
24 X 14	1.81	543	724	905	1086	1267	1448	1629	1810
30 X 12	1.96	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960
24 X 18	2.4	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
30 X 18	3.01	903	1204	1505	1806	2107	2408	2709	3010
24 X 24	3.2	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
36 X 18	3.61	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610
30 X 24	4.05	1215	1620	2025	2430	2835	3240	3645	4050
36 X 24	4.83	1449	1932	2415	2898	3381	3864	4347	4830
30 X 30	5.1	1530	2040	2550	3060	3570	4080	4590	5100
36 X 30	6.09	1827	2436	3045	3654	4263	4872	5481	6090
48 X 24	6.5	1950	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500
48 X 24	8.14	2442	3256	4070	4884	5698	6512	7326	8140
48 X 36	9.84	2952	3936	4920	5904	6888	7872	8856	9840
<b>Presión estática negativo H2O</b>		0.014	0.023	0.038	0.06	0.083	0.115	0.147	0.188
<b>N.C</b>		20-25	25-30	30-35	35-40				

Fuente: Catalogo Laminaire Ltda.

**Tabla 55. Selección rejillas de extracción.**

Sistema	Recinto	Caudal [CFM]	Caudal Selección [CFM]	Tamaño rejilla [pulg] Vel. Cuello [FPM]	Cantidad
1	Histopatología	582	524	262 [CFM] 12" X 12" 400 [FPM]	2
	IHQ	224	202	12" X 8" 500[FPM]	1
	Cuarto trasvase	69	62	10" X 6" 300[FPM]	1
	Sala de autopsias	1034	931	465 [CFM] 18" X 12" 500[FPM]	2
2	Museo	223	201	12" X 8" 500[FPM]	1
	Laboratorio Macro	114	103	10" X 6" 400[FPM]	1
	Laboratorio Citología	58	52	10" X 6" 300 [FPM]	1
	Área de levantamiento	209	188	10" X 8" 500 [FPM]	1

Fuente: Autores.

## 5.6. SELECCIÓN TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN

**Tabla 56. Tamaño de tubería de cobre-OD tipo L, Evaporador al compresor**

Long. Equiv. [ft]	Caída de presión Total [Psi]	Tamaño tubería de cobre-OD tipo L							
		½	5/8	¾	7/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8
10	0.5	0.8	1.4	2.5	3.9	7.7	13.6	21.3	44.5
	1	1.1	2.1	3.6	5.6	11.3	19.9	31.2	66
	2	1.6	3	5.3	8.1	16.4	28.7	44.8	94
	3	2.1	3.8	6.6	10.1	20.4	35.9	56	117
	4	2.4	4.4	7.7	11.9	24.1	42.2	66	137
20	0.5	0.5	1	1.7	2.7	5.3	9.5	14.7	30.7
	1	0.8	1.4	2.5	3.9	7.7	13.6	21.3	44.5
	2	1.1	2.1	3.6	5.6	11.3	19.9	31.2	66
	3	1.4	2.6	4.5	7	14.1	24.6	38.9	80.5
	4	1.6	3	5.3	8.1	16.4	28.7	44.8	94

Long. Equiv. [ft]	Caída de presión Total [Psi]	Tamaño tubería de cobre-OD tipo L							
		½	5/8	3/4	7/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8
30	0.5	0.4	0.8	1.4	2.1	4.3	7.6	11.9	24.8
	1	0.6	1.2	2	3.1	6.3	11	17.2	35.9
	2	0.9	1.7	2.9	4.6	9.2	16	25.2	53
	3	1.1	2.1	3.6	5.6	11.3	19.9	31.2	66
	4	1.3	2.5	4.2	6.6	13.3	23.3	36.2	76
40	0.5	0.4	0.7	1.2	1.8	3.7	6.5	10.2	21.3
	1	0.5	1	1.7	2.7	5.3	9.5	14.7	30.7
	2	0.8	1.4	2.5	3.9	7.7	13.6	21.3	44.5
	3	1	1.8	3.1	4.8	9.7	17	26.6	56
	4	1.1	2.1	3.6	5.6	11.3	19.9	31.2	66
50	0.5	0.3	0.6	1.1	1.6	3.3	5.7	9	18.9
	1	0.5	0.9	1.5	2.4	4.7	8.3	13	27.3
	2	0.7	1.3	2.2	3.4	6.9	12.1	19	39.5
	3	0.9	1.6	2.8	4.3	8.6	15.1	23.7	49.5
	4	1	1.8	3.2	4.9	10	17.6	27.8	57.5
75	0.5		0.5	0.9	1.3	2.7	4.7	7.2	15.1
	1	0.4	0.7	1.2	1.9	3.8	6.7	10.6	22
	2	0.6	1	1.8	2.8	5.5	9.7	15.6	31.8
	3	0.7	1.3	2.2	3.4	6.9	12.1	19	39.5
	4	0.8	1.5	2.6	4	8	14.2	22.1	46.5
100	0.5		0.4	0.7	1.1	2.3	4	6.2	12.9
	1	0.3	0.6	1.1	1.6	3.3	5.7	9	18.9
	2	0.5	0.9	1.5	2.4	4.7	8.3	13	27.3
	3	0.6	1.1	1.9	2.9	5.9	10.3	16.3	33.9
	4	0.7	1.3	2.2	3.4	6.9	12.1	19	39.5

Fuente: TRANE AIR CONDITIONING MANUAL

**Tabla 57. Tamaño de tubería de cobre-OD tipo L, Recibidor al evaporador.**

Long. Equiv. [ft]	Caída de presión Total [Psi]	Tamaño tubería de cobre-OD tipo L								
		1/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8
10	0.5	2.1	4.8	9.1	15.4	24.3	48.5	84.5	137	282
	1	3	7.1	13.5	22.7	35.9	72	126	204	422
	2	4.4	10.5	19.8	33.6	53	106	185	301	618
	3	5.6	13.1	24.8	42.2	66.5	133	233	377	771
	4	6.6	15.4	29.1	49.8	77.5	156	273	444	907
20	0.5	1.5	3.3	6.2	10.4	16.4	32.7	57	92.5	191
	1	2.1	4.8	9.1	15.5	24.3	48.5	84	137	282
	2	3	7.1	13.5	22.7	35.9	72	126	204	422
	3	3.8	8.9	16.8	28.6	44.5	89	157	256	525
	4	4.4	10.5	19.8	33.6	53	106	185	301	618
30	0.5	1.1	2.6	4.9	8.3	13	26.1	45.2	73.5	152
	1	1.6	3.8	7.3	12.3	19.3	38.5	67	109	225
	2	2.4	5.7	10.7	18.1	28.5	57	99.5	162	332
	3	3	7.1	13.5	22.7	35.9	72	126	204	422
	4	3.6	8.3	15.9	26.8	42.2	84.5	147	240	495
40	0.5	1	2.2	4.2	7	11.2	22.4	38.9	63	130
	1	1.5	3.3	6.2	10.4	16.4	32.7	57	92.5	191
	2	2.1	4.8	9.1	15.5	24.3	48.5	84.5	137	282
	3	2.6	6	11.4	19.3	30.4	60.5	107	173	356
	4	3	7.1	13.5	22.7	35.9	72	126	204	422
50	0.5	0.8	2	3.7	6.2	9.8	19.5	33.9	58.5	114
	1	1.2	2.9	5.7	9.2	14.6	29	50	81.5	168
	2	1.8	4.3	8	13.6	21.4	42.9	74.5	120	252
	3	2.3	5.3	10.1	17.1	26.9	53.5	93.5	153	313
	4	2.7	6.3	11.9	20	31.6	63	110	179	369
75	0.5	0.7	1.6	3	4.9	7.8	15.6	27.2	43.5	91.5
	1	1	2.3	4.4	7.3	11.6	23.3	40.2	65.5	136
	2	1.4	3.4	6.4	10.9	17	33.6	59	96	198
	3	1.8	4.3	8	13.6	21.4	42.9	74.5	120	252
	4	2.1	5	9.4	16	25.1	50	87.5	143	293
100	0.5	0.6	1.3	2.5	4.2	6.7	13.3	23.1	36.9	77
	1	0.8	2	3.7	6.2	9.8	19.5	33.9	58.5	114
	2	1.2	2.9	5.7	8.2	14.6	29	50	81.5	168
	3	1.6	3.7	6.8	12.6	18.1	36.2	63.5	104	212
	4	1.8	4.3	8	13.6	21.4	42.9	74.5	120	252

Fuente: TRANE AIR CONDITIONING MANUAL

Teniendo en cuenta de que:

- 2 circuitos de refrigeración, uno por cada manejadora.
- 2 tramos de tubería (condensadora-manejadora y manejadora-condensadora) de 5 metros para cada uno.
- Total 20 [m] de tubería ó 65.6 [ft]
- Se toma un factor de 1.5 para determinar la longitud equivalente.  
Longitud equivalente=  $65.6 \times 1.5 = 98.4$  [ft] aproximadamente 100[ft].

Datos para ingresar a la tabla:

- $L_{equi} = 100$  [ft]
- Caída de presión=3[Psi]

Con los anteriores datos se obtuvo:

15 [TR]:

- 7/8" (tabla 51)
- 1 5/8" (tabla 50)

7.5 [TR]:

- 5/8" (tabla 51)
- 1 1/8" (tabla 50)

## 5.7. FILTROS

Previo a la selección de filtros recopilaremos todos los datos necesarios, para este fin. Es importante al momento de seleccionarlos tener en cuenta aspectos como la aplicación, además de la disposición y ubicación de estos.

Se requiere la utilización principalmente de:

- Filtros de alta eficiencia (HEPA)

- Pre-filtros del 30% y 60% de eficiencia.
- Filtros de carbón activado.

Los filtros de alta eficiencia (HEPA) estarán ubicados en la línea de suministro, al igual que los filtros de carbón activado, para estos se colocará una caja de filtros, capaz de contenerlos y facilitar el desmonte para su mantenimiento.

Los Pre-filtros estarán ubicados en la succión de la máquina; esto se hace para la protección de los absolutos (HEPA).

En la línea de extracción se utilizará un filtro de carbón activado, para garantizar que el aire expulsado, esté libre de olores desagradables.

### **SELECCIÓN:**

– Filtros absolutos:

Para los filtros absolutos, se consulto el catalogo de la empresa CAMFILL FARR, como dato principal se requieren los CFM's de la unidad manejadora así que tenemos:

- Manejadora UMA01:  
CFM: 3703
- Manejadora UMA02:  
CFM: 2260

**Tabla 58: Guía de selección filtros de alta eficiencia (HEPA)**

**PERFORMANCE DATA**

**XH ABSOLUTE**

Model	Efficiency	Nominal Size (inches)	Airflow Capacity @ 1.35" w.g.	Media Area (sq. ft.)	Shipping Weight (lbs.)
01XH-12Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00	99.97% @ 0.3 Micron IEST Type A	12 x 12 x 11.50	430	67.5	23.6
01XH-23F11F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 11.38 x 11.50	850	134.6	30.8
01XH-24Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00		24 x 12 x 11.50	930	145.5	32.0
01XH-11F23F12-**-3-C-A-00-0/00		11.38 x 23.38 x 11.5	850	134.6	34.7
01XH-12Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00		12 x 24 x 11.50	930	145.5	35.6
01XH-23F23F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 23.38 x 11.50	1890	287.5	47.5
01XH-24Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00		24 x 24 x 11.50	2000	301	48.5
12XH-12Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00	99.99% @ 0.3 Micron IEST Type C	12 x 12 x 11.50	430	67.5	23.6
12XH-23F11F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 11.38 x 11.50	850	134.6	30.8
12XH-24Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00		24 x 12 x 11.50	930	145.5	32.0
12XH-11F23F12-**-3-C-A-00-0/00		11.38 x 23.38 x 11.5	850	134.6	34.7
12XH-12Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00		12 x 24 x 11.50	930	145.5	35.6
12XH-23F23F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 23.38 x 11.50	1890	287.5	47.5
12XH-24Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00	24 x 24 x 11.50	2000	301	48.5	
13XH-12Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00	99.999% @ 0.3 Micron IEST Type D	12 x 12 x 11.50	350	67.5	23.6
13XH-23F11F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 11.38 x 11.50	700	134.6	30.8
13XH-24Z12Z12-**-3-C-A-00-0/00		24 x 12 x 11.50	770	145.5	32.0
13XH-11F23F12-**-3-C-A-00-0/00		11.38 x 23.38 x 11.50	700	134.6	34.7
13XH-12Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00		12 x 24 x 11.50	770	145.5	35.6
13XH-23F23F12-**-3-C-A-00-0/00		23.38 x 23.38 x 11.50	1550	287.5	47.5
13XH-24Z24Z12-**-3-C-A-00-0/00		24 x 24 x 11.50	1650	301	48.5

Fuente: CAMFILL FARR

Como la capacidad de flujo de aire de los filtros es mucho menor a la que mueve la unidad manejadora, se utilizan dos filtros HEPA dispuestos uno al lado del otro en la caja de filtros<sup>24</sup>. Lo anterior me garantiza el paso de la cantidad de aire y un filtrado más óptimo.

Se seleccionaron los mismos filtros absolutos para las dos unidades manejadoras. El filtro seleccionado es:

- Modelo:** 12XH-23F23F12-1B-3-C-A-00-0/00
- Sección:** 23.38 X 23.38 X 11.50 in
- Eficiencia:** 99.99% @ 0.3 Micrones IEST type C
- Capacidad de flujo:** 1890 CFM @ 1.35" de H2O

<sup>24</sup> Detalle en los planos del proyecto.

**Área media:** 287.5 ft<sup>2</sup>

– Filtros de carbono activado:

Se procede de la misma forma, ya que el dato para ingresar a la guía de selección es el caudal de la unidad manejadora. Estos filtros se ubicaran en la caja de filtros.

**Tabla 59: Guía de selección filtros de carbono activado**

PERFORMANCE DATA

Model	Actual Size H x W x D (inches)	Initial Resistance (inches w.g.)	Rated Airflow	Weight (lbs)
Activated Carbon for Standard HVAC Application				
CSRC-201-242412-PH	23-5/16 x 23-5/16 x 11-7/16	0.25	2000	34
CSRC-201-241212-PH	23-5/16 x 11-5/16 x 11-7/16		1000	20
CSRC-201-242412	23-5/16 x 23-5/16 x 11-7/16		2000	36
CSRC-201-241212	23-5/16 x 11-5/16 x 11-7/16		1000	21
Impregnated Carbon for Diesel & Traffic Odors				
CSRC-205-242412-PH	23-5/16 x 23-5/16 x 11-7/16	0.25	2000	34
CSRC-205-241212-PH	23-5/16 x 11-5/16 x 11-7/16		1000	20
CSRC-205-242412	23-5/16 x 23-5/16 x 11-7/16		2000	36
CSRC-205-241212	23-5/16 x 11-5/16 x 11-7/16		1000	21

Fuente: CAMFILL FARR

El filtro de carbono activado seleccionado es:

**Referencia:** CAMSORB RIGA-CARB  
**Modelo:** CSRC-201-242412-PH  
**Tamaño:** 23-5/16 X 235/16 X 11-7/16  
**Peso:** 34 [Lbs]

– Pre-filtros:

Para los pre-filtros se tiene en cuenta el caudal de la máquina, para entrar a la guía de selección.

En esta parte seleccionaremos los filtros de 30% de eficiencia y de 60% de eficiencia, estos estarán ubicados en la boca de succión de la unidad manejadora, en una caja de filtros.

**Tabla 60: Guía de selección pre-filtros 65%**

PERFORMANCE DATA						Opti-Pac®	
ASHRAE Efficiency	Model	Part Number	Nominal Size (inches) H x W x D	Actual Dimensions (inches) H x W x D	Airflow Capacity (cfm)	Initial Resistance (inches w.g.)	Media Area (ft <sup>2</sup> )
MERV 11	OPMV11-20X20X4	855148-001	20 X 20 X 4	19.38 X 19.38 X 3.75	1390	0.40	80
	OPMV11-24X12X4	855148-002	24 X 12 X 4	23.38 X 11.38 X 3.75	1000		53
	OPMV11-24X20X4	855148-003	24 X 20 X 4	23.38 X 19.38 X 3.75	1670		97
	OPMV11-24X24X4	855148-004	24 X 24 X 4	23.38 X 23.38 X 3.75	2000		113
	OPMV11-25X16X4	855148-005	25 X 16 X 4	24.38 X 15.38 X 3.75	1390		80
	OPMV11-20X16X4	855148-006	20 X 16 X 4	19.38 X 15.38 X 3.75	1100		64
	OPMV11-24X18X4	855148-007	24 X 18 X 4	23.38 X 17.38 X 3.75	1500		87
	OPMV11-25X20X4	855148-008	25 X 20 X 4	24.38 X 19.38 X 3.75	1740		101
MERV 13	OPMV13-20X20X4	855148-011	20 X 20 X 4	19.38 X 15.38 X 3.75	1390	0.65	80
	OPMV13-24X12X4	855148-012	24 X 12 X 4	19.38 X 19.38 X 3.75	1000		53
	OPMV13-24X20X4	855148-013	24 X 20 X 4	23.38 X 11.38 X 3.75	1670		97
	OPMV13-24X24X4	855148-014	24 X 24 X 4	23.38 X 19.38 X 3.75	2000		113
	OPMV13-25X16X4	855148-015	25 X 16 X 4	23.38 X 23.38 X 3.75	1390		80
	OPMV13-20X16X4	855148-016	20 X 16 X 4	24.38 X 15.38 X 3.75	1100		64
	OPMV13-24X18X4	855148-017	24 X 18 X 4	19.38 X 15.38 X 3.75	1500		87
	OPMV13-25X20X4	855148-018	25 X 20 X 4	23.38 X 17.38 X 3.75	1740		101
MERV 14	OPMV14-20X20X4	855148-021	20 X 20 X 4	19.38 X 19.38 X 3.75	1390	0.68	80
	OPMV14-24X12X4	855148-022	24 X 12 X 4	23.38 X 11.38 X 3.75	1000		53
	OPMV14-24X20X4	855148-023	24 X 20 X 4	23.38 X 19.38 X 3.75	1670		97
	OPMV14-24X24X4	855148-024	24 X 24 X 4	23.38 X 23.38 X 3.75	2000		113
	OPMV14-25X16X4	855148-025	25 X 16 X 4	24.38 X 15.38 X 3.75	1390		80
	OPMV14-20X16X4	855148-026	20 X 16 X 4	19.38 X 15.38 X 3.75	1100		64
	OPMV14-24X18X4	855148-027	24 X 18 X 4	23.38 X 17.38 X 3.75	1500		87
	OPMV14-25X20X4	855148-028	25 X 20 X 4	24.38 X 19.38 X 3.75	1740		101

Fuente: CAMFILL FARR

Se selecciona para la unidad manejadora 1 (UMA01):

**Eficiencia:** MERV 11  
**Modelo:** OPTI-PAC OPMV11-24X24X4  
**Tamaño nominal:** 24 X 24 X 4 in

**Capacidad de flujo:** 2000 (CFM)

Se selecciona para la unidad manejadora 2 (UMA02):

**Eficiencia:** MER 11

**Modelo:** OPTI-PAC OPMV11-20X20X4

**Tamaño nominal:** 20 X 20 X 4 in

**Capacidad de flujo:** 1390 (CFM)

**Tabla 61: Guía de selección pre-filtros 35%**

**4" Deep Filter (actual filter depth 3.75")**

Part Number	Nominal Size (inches)	Actual Size (inches)			Airflow Capacity (cfm)	Initial Resistance (inches w.g.)	Total Media Area (sq. ft.)	Pleats per Linear Foot
		Height	Width	Depth				
059413-004	20 x 16 x 4	19.38	15.38		1100		15.7	11 pleats per linear foot
059413-003	20 x 20 x 4	19.38	19.38		1390		18.9	
059413-002	24 x 12 x 4	23.38	11.38		1000		13.9	
059413-011	24 X 16 X 4	23.38	15.38		1330		18.7	
059413-009	24 x 18 x 4	23.38	17.38		1500		20.2	
059413-008	24 x 20 x 4	23.38	19.38	3.75	1670	0.27	22.7	
059413-001	24 x 24 x 4	23.38	23.38		2000		27.7	
059413-005	25 x 16 x 4	24.38	15.38		1390		19.7	
059413-006	25 x 20 x 4	24.38	19.38		1740		23.6	
059413-010	25 x 25 x 4	24.38	24.38		2170		30.0	
059413-007	25 x 29 x 4	24.38	28.38		2520		35.4	

Fuente: CAMFILL FARR

Para ambas manejadoras se selecciona:

**Eficiencia:** MER 6

**Modelo:** Farr 30/30

**Sección nominal:** 24 X 24 X 4 in

**Capacidad de flujo:** 2000 CFM

## **5.8. TABLEROS ELECTRICO**

Se dispone de 2 tableros eléctricos de sencilla construcción, los cuales están provistos de los siguientes elementos:

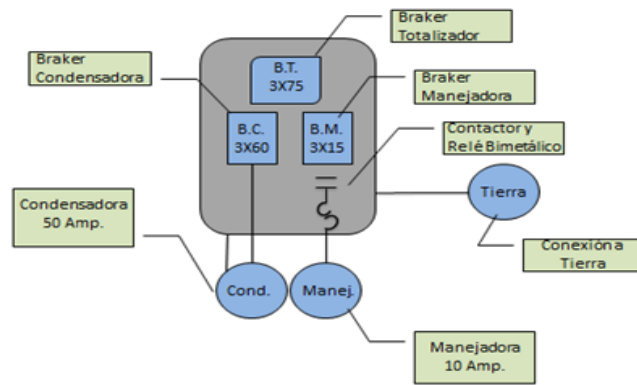
- Cofre Metálico
- Braker Totalizador 3x75
- Braker Condensadora 3x60
- Braker Manejadora 3x15
- Contactor
- Relé Bimetálico
- Pulsado Doble

### **ESQUEMA DE LOS TABLEROS ELECTRICOS:**

Se dispone un tablero eléctrico de sencilla construcción, el cual está provisto de los siguientes elementos:

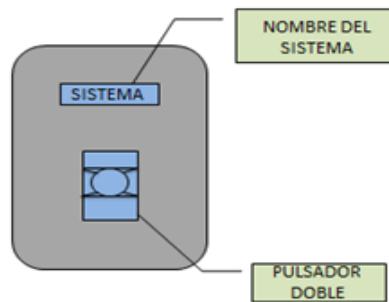
- Cofre Metálico
- Braker Totalizador 3x75
- Braker Condensadora 3x60
- Braker Manejadora 3x15
- Contactor
- Relé Bimetálico
- Pulsado Doble

**Figura 80. Esquema del tablero eléctrico de cada manejadora**



Fuente: Autores.

**Figura 81. Esquema tapa tablero eléctrico de cada manejadora**



Fuente: Autores.

## 6. PRESUPUESTO

### 6.1. GENERALIDADES

Para generar el presupuesto general para la ejecución del proyecto es importante determinar las cantidades que se generaron de cada uno de los elementos del diseño, por esto a continuación se describen las cantidades de cada uno de esos elementos.

EQUIPOS:

**Tabla 62: Relación de equipos, especificación y cantidad**

EQUIPO	ESPECIFICACIÓN	DIMENSIONES	CANTIDAD
Unidad condensadora UC01	180.000 Btu/h	1,50x1,63x1,13	1
Unidad condensadora UC02	90.000 Btu/h	1,50x0,82x1,13	1
Unidad manejadora UMA01	180.000 Btu/h	0.84x1.90x1.90	1
Unidad manejadora UMA02	90.000 Btu/h	0,76x1,42x1,65	1
Ventilador extractor 01	2515 CFM, 1.5 In de H2O	0.82x0.75x0.95	1

Fuente: Autores.

TUBERIAS Y ELEMENTOS DE REFRIGERACION:

**Tabla 63: Relación de tubería y accesorios de refrigeración.**

TUBERIA DE REFRIGERACIÓN Y ACCESORIOS	DIAMETRO [pulg]	CANTIDAD
Tubería de cobre tipo L	5/8	15 [M]
	1 1/8	15[M]
	7/8	15 [M]
	1 3/8	15[M]
Filtros secadores	7/8	3 Un
	5/8	3 Un
Mirilla de líquido	7/8	3 Un
	5/8	3 Un
Válvulas de paso	7/8	3 Un
	5/8	3 Un

Fuente: Autores.

ACCESORIOS DE LOS SISTEMAS:

**Tabla 64: Accesorios de los sistemas**

ACCESORIOS DE LOS SISTEMAS		
ELEMENTO	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD
Termostatos	Simple Etapa, No programable	2 Un
Refrigerante	410-A	45 [Lb]

Fuente: Autores.

DUCTOS:

**Tabla 65: Cantidades de obra línea de suministro**

	CANTIDADES DE OBRA LÍNEA DE SUMINISTRO.					
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
LINEA 1	3703	30" X 13"	RECTO	7,9	2,19	17,3
	2590	24" X 13"	RECTO	6,18	1,88	11,62
	1976	18" X 13"	RECTO	4,75	1,57	7,46
	552	7" X 12"	RECTO	7,14	0,97	6,93
DERIVACIONES	1113	13" X 12"	RECTO	6,75	1,27	8,57
	173	10" x 4"	RECTO	1	0,71	0,71
	614	12" X 8"	RECTO	5,9	1,01	5,96
	1454	14" X 13"	RECTO	5,35	1,37	7,33
	279	11" X 5"	RECTO	2,1	0,81	1,7
	243	11" X 5"	RECTO	1,6	0,81	1,28
TRANSICIONES	3703	30" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	2,19	1,32
	113	13" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,27	0,76
	2590	24" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,88	1,13
	1976	18" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,57	0,94
	1976	18" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,57	0,94
CODOS	3703	30" X 13"	CODO	1,52	2,19	3,33
	2590	24" X 13"	CODO	1,22	1,88	2,3
	2590	24" X 13"	CODO	1,22	1,88	2,3
	552	12" X 7"	CODO	0,61	0,97	0,59
	552	12" X 7"	CODO	0,61	0,97	0,59
LINEA 2	2260	21" X 13"	RECTO	5,78	1,72	9,94
	2152	20" X 13"	RECTO	1,25	1,67	2,1
	1760	17" X 13"	RECTO	6,98	1,52	10,61
	1238	14" X 12"	RECTO	2,1	1,32	2,78
	1152	14" X 11"	RECTO	0,85	1,27	1,08
	1008	14" X 10"	RECTO	1,4	1,22	1,71
	724	11" X 10"	RECTO	1,6	1,07	1,71
	557	11" X 8"	RECTO	4,05	0,97	3,93
DERIVACIONES	108	9" X 3"	RECTO	0,8	0,61	0,49
	392	10" X 7"	RECTO	1,15	0,86	0,99
	522	15" X 6"	RECTO	0,75	1,07	0,8
	86	7" X 3"	RECTO	3,7	1,02	3,78
	144	12" X 3"	RECTO	2,2	0,76	1,67
	53	6" X 3"	RECTO	2,2	0,46	1,01
	114	7" X 4"	RECTO	8,8	0,56	4,93
	279	11" X 5"	RECTO	2,65	0,81	2,15

CANTIDADES DE OBRA LÍNEA DE SUMINISTRO.						
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
	278	11" X 5"	RECTO	1,45	0,81	1,17
	262	11" X 5"	RECTO	1,4	0,81	1,14
TRANSICIONES	2260	21" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,73	1,04
	2152	20" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,67	1
	1760	17" X 13"	TRANSICIÓN	0,6	1,52	0,91
	1238	14" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,42	0,85
	1238	14" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,42	0,85
	1152	14" X 11"	TRANSICIÓN	0,6	1,27	0,76
	1008	14" X 10"	TRANSICIÓN	0,6	1,22	0,73
	724	11" X 10"	TRANSICIÓN	0,6	1,07	0,64
CODOS	2260	21" X 13"	CODO	1,07	1,73	1,85
	1760	17" X 13"	CODO	0,86	1,52	1,31
	1760	17" X 13"	CODO	0,86	1,52	1,31
					<b>TOTAL</b>	<b>146,3</b>

Fuente: Autores.

**Tabla 66. Cantidades de obra línea de retorno**

CANTIDADES DE OBRA LÍNEA DE RETORNO.						
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
LINEA 1	243	8" X 6"	RECTO	3,45	0,71	2,45
	522	10" X 9"	RECTO	6,95	0,96	6,67
	1593	17" X 12"	RECTO	6,2	1,47	9,11
	1986	17" X 14"	RECTO	6,2	1,57	9,73
	2107	18" X 14"	RECTO	13	1,62	21,06
TRANSICIONES	522	10" X 9"	TRANSICIÓN	0,6	0,96	0,58
	522	10" X 9"	TRANSICIÓN	0,6	0,96	0,58
	1593	17" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,47	0,88
	1593	17" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,47	0,88
	1986	17" X 14"	TRANSICIÓN	0,6	1,57	0,94
	2107	18" X 14"	TRANSICIÓN	0,6	1,62	0,97
CODOS	522	10" X 9"	CODO	0,52	0,96	0,46
	2107	18" X 14"	CODO	0,92	1,62	1,5
LINEA 2A	390	7" X 10"	RECTO	4,7	0,86	4,04
	443	7" X 11"	RECTO	1,6	0,91	1,46
	642	9" X 11"	RECTO	1,2	1,01	1,21
	743	10" X 11"	RECTO	7,05	1,07	7,54
	1108	14" X 11"	RECTO	11,8	1,27	15
DERIVACIONES	119	11" X 4"	RECTO	2,2	0,764	1,67
TRANSICIONES	443	7" X 11"	TRANSICIÓN	0,6	0,91	0,55
	642	9" X 11"	TRANSICIÓN	0,6	1,01	0,61
	743	10" X 11"	TRANSICIÓN	0,6	1,07	0,62
	1108	14" X 11"	TRANSICIÓN	0,6	1,27	0,76
CODOS	743	10" X 11"	CODO	0,52	1,07	0,56
	743	10" X 11"	CODO	0,52	1,07	0,56
	1108	14" X 11"	CODO	0,56	1,27	0,71
	1108	14" X 11"	CODO	0,56	1,27	0,71
	1108	14" X 11"	CODO	0,56	1,27	0,71
LINEA 2B	86	4" X 6"	RECTO	1,5	0,51	0,76
	348	7" X 9"	RECTO	4,2	0,81	3,4
	478	7" X 12"	RECTO	2,5	0,96	2,4
	586	7" X 14"	RECTO	2,7	1,07	2,9
TRANSICIONES	348	7" X 9"	TRANSICIÓN	0,6	0,81	0,49
	348	7" X 9"	TRANSICIÓN	0,6	0,81	0,49
	478	7" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	0,96	0,58

CANTIDADES DE OBRA LÍNEA DE RETORNO.						
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
	586	7" X 14"	TRANSICIÓN	0,6	1,07	0,64
CODOS	86	4" X 6"	CODO	0,2	0,51	0,1
	348	7" X 9"	CODO	0,36	0,81	0,29
	586	7" X 14"	CODO	0,36	1,07	0,38
					TOTAL	104,95

Fuente: Autores.

**Tabla 67: Cantidades de obra línea de extracción**

CANTIDADES DE OBRA LÍNEA DE EXTRACCIÓN.						
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
LINEA 1	582	14" X 7"	RECTO	7,25	1,067	7,74
	806	18" X 7"	RECTO	2,9	1,27	3,68
	1323	18" X 10"	RECTO	1,7	1,42	2,41
	1392	19" X 10"	RECTO	14,81	1,47	21,77
DERIVACIONES	291	9" X 6"	RECTO	1,4	0,762	1,07
	291	9" X 6"	RECTO	1,4	0,762	1,07
	224	9" X 5"	RECTO	1,4	0,71	1
	69	6" X 3"	RECTO	2	0,457	0,91
TRANSICIONES	517	12" X 7"	RECTO	2	0,965	1,93
	806	18" X 7"	TRANSICION	0,6	1,27	0,76
	1323	18" X 10"	TRANSICION	0,6	1,42	0,85
	1392	19" X 10"	TRANSICION	0,6	1,47	0,88
CODOS	1392	19" X 10"	CODO	0,965	1,47	1,42
	1392	19" X 10"	CODO	0,965	1,47	1,42
	1392	19" X 10"	CODO	0,965	1,47	1,42
LINEA 2	223	9" X 5"	RECTO	4,8	0,71	3,42
	337	11" X 5"	RECTO	6,05	0,81	4,9
	395	12" X 6"	RECTO	5,076	0,91	4,62
	604	14" X 7"	RECTO	3,67	1,067	3,93
	1121	25" X 7"	RECTO	3,35	1,63	5,46
DERIVACIONES	223	9" X 5"	RECTO	2	0,71	1,42
	114	9" X 3"	RECTO	2	0,61	1,22
	58	6" X 3"	RECTO	4,3	0,46	1,97
	209	7" X 6"	RECTO	2	0,66	1,32
TRANSICIONES	517	12" X 7"	RECTO	2	0,97	1,93
	337	11" X 5"	TRANSICION	0,6	0,81	0,49
	395	12" X 6"	TRANSICION	0,6	0,91	0,55
	395	12" X 6"	TRANSICION	0,6	0,91	0,55
	604	14" X 7"	TRANSICION	0,6	1,07	0,64
	604	14" X 7"	TRANSICION	0,6	1,07	0,64
CODOS	1121	25" X 7"	TRANSICION	0,6	1,63	0,98
	395	10" X 7"	CODO	0,508	0,863	0,44
	395	10" X 7"	CODO	0,508	0,863	0,44
	604	14" X 7"	CODO	0,71	1,07	0,76
	604	14" X 7"	CODO	0,71	1,07	0,76
					TOTAL	84,77

Fuente: Autores.

**Tabla 68: Cantidades de obra aislamiento.**

CANTIDADES DE OBRA AISLAMIENTO.						
	CAUDAL [CFM]	DIMENSION [PULG]	DESCRIPCIÓN	LONGITUD [MTS]	PERIMETRO [MTS]	ÁREA [M2]
LINEA	557	11" X 8"	RECTO	2,1	0,97	2,04
	114	7" X 4"	RECTO	7,5	0,56	4,2
	86	7" X 3"	RECTO	5,8	0,51	1,94
	1238	14" X 12"	RECTO	1,7	1,32	2,24
	2250	21" X 13"	RECTO	3,98	1,73	6,89
	3703	30" X 13"	RECTO	3	2,18	6,55
TRANSICIONES	557	11" X 8"	TRANSICIÓN	0,6	0,97	0,58
	557	11" X 8"	TRANSICIÓN	0,6	0,97	0,58
	1238	14" X 12"	TRANSICIÓN	0,6	1,32	0,79
					TOTAL	25,81

Fuente: Autores.

REJILLAS Y DIFUSORES:

**Tabla 69: Relación de rejillas para suministro, retorno y extracción  
(clasificación)**

Sistema	Modelo rejilla	Tamaño de rejilla	Cantidad
Suministro	L-AV-(2,3,4)-OB-P-6" X 6"-A-05-F	6" X 6"	5
	L-AV-(3,4)-OB-P-9" X 9"-A-05-F	9" X 9"	10
	L-AV-4-OB-P-12" X 12"-A-05-F	12" X 12"	6
	L-AV-4-OB-P-15" X 15"-A-05-F	15" X 15"	1
Retorno	L-RA-OB-(a X b)-A	10" X 6"	9
		10" X 8"	1
		12" X 6"	5
		12" X 12"	3
		14" X 8"	3
Extracción	L-RA-OB-(a X b)-A	10" X 6"	3
		12" X 8"	2
		10" X 8"	1
		12" X 12"	2
		18" X 12"	2

Fuente: Autores.

FILTROS:

**Tabla 70: Relación de filtros y cantidades.**

TIPO DE FILTRO	REFERENCIA (EMP. CAMFIL FARR)	SECCION NOMINAL [in]	FLUJO [CFM]	EFICIENCIA	CANTIDAD [Un]
Filtro HEPA	XH ABSOLUTE	24 X 24 X 12 in	1890	99.99% @ 0.3 Micrones	4
Filtro Carbón Activado	CAMSORB RIGACARB	24 X 24 X 12 in	2000	85% (MERV 13)	4
Filtro 65%	OPTI-PAC	24 X 24 X 4 in	2000	60% (MERV 11)	2
	OPTI-PAC	20 X 20 X 4 in	1390	60% (MERV 11)	2
Filtro 35%	FARR 30/30	24 X 24 X 4 in	2000	30% (MERV 7)	4

Fuente: Autores.

TABLEROS ELÉCTRICOS:

**Tabla 71: Elementos de los tableros eléctricos y cantidades.**

TABLERO ELÉCTRICO	CANTIDAD
Tablero eléctrico TEA-01 y 02 Para manejadora	2 Un
ELEMENTOS:	CANTIDAD
Cofre Metálico	1 Un
Braker Totalizador 3x75	1 Un
Braker Condensadora 3x60	1 Un
Braker Manejadora 3x15	1 Un
Contactador	1 Un
Relé Bimetálico	1 Un
Pulsado Doble	1 Un

Fuente: Autores.

## 6.2. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER BUCARAMANGA DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MORGUE- ESCUELA DE MEDICINA					
PRESUPUESTO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACCIÓN					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VR. * UNITARIO	VR. PARCIAL*
<b>AIRE ACONDICIONADO</b>					
<b>1</b>	<b>EQUIPOS</b>				
1.1	UNIDAD CONDENSADORA UC01	Un	1	14,180,850	14,180,850
1.2	UNIDAD CONDENSADORA UC02	Un	1	7,803,367	7,803,367
1.3	UNIDAD MANEJADORA UMA01	Un	1	8,081,288	8,081,288
1.4	UNIDAD MANEJADORA UMA02	Un	1	6,146,226	6,146,226
1.5	VENTILADOR EXTRACTOR 01	Un	1	7,769,014	7,769,014
<b>2</b>	<b>ACCESORIOS Y TUBERIAS DE REFRIGERACIÓN</b>				
2.1	TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE 5/8" (SISTEMA 02)	Ml	5	14,291	71,455
2.2	TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE 1 1/8" AISLADA (SISTEMA 02)	Ml	5	35,176	175,880
2.3	TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE 7/8" (SISTEMA 01)	Ml	5	22,632	113,160
2.4	TUBERÍA DE COBRE TIPO L DE 1 5/8" AISLADA (SISTEMA 01)	Ml	2	47,135	94,270
2.5	FILTROS SECADORES 7/8"	Un	3	34,800	104,400
2.6	MIRILLA DE LÍQUIDO 7/8"	Un	3	87,000	261,000
2.7	VÁLVULAS DE PASO 7/8"	Un	3	110,200	330,600
2.8	FILTROS SECADORES 5/8"	Un	3	39,440	118,320
2.9	MIRILLA DE LÍQUIDO 5/8"	Un	3	56,840	170,520
2.1	VÁLVULAS DE PASO 5/8"	Un	3	87,000	261,000
2.10	TERMOSTATOS	Un	2	75,400	150,800
2.11	REFRIGERANTE	Lb	45	17,400	783,000
<b>3</b>	<b>DUCTOS</b>				
<b>3.1</b>	DUCTOS RECTANGULARES LÁMINA GALVANIZADA SIN AISLAMIENTO CAL. 22	M2	17.3	56384	975,443
3.2	DUCTOS RECTANGULARES LÁMINA GALVANIZADA SIN AISLAMIENTO CAL. 24	M2	318.7	43,700	13,927,190
3.3	AISLAMIENTO EXTERIOR EN DUCT WRAP 1 1/2"	M2	25.81	23,800	614,278
<b>4</b>	<b>REJILLAS Y DIFUSORES DE AIRE</b>				
<b>4.1</b>	<b>DIFUSOR DE SUMINISTRO CON DAMPER</b>				
4.1.1	DIFUSOR DE SUMINISTRO CON DAMPER COLOR ALUMINIO DE 6" x 6"	Un	5	46,864	234,320
4.1.2	DIFUSOR DE SUMINISTRO CON DAMPER COLOR ALUMINIO DE 9" x 9"	Un	10	67,744	677,440
4.1.3	DIFUSOR DE SUMINISTRO CON DAMPER COLOR ALUMINIO DE 12" x 12"	Un	6	88,624	531,744
4.1.4	DIFUSOR DE SUMINISTRO CON DAMPER COLOR ALUMINIO DE 15" X 15"	Un	1	130,384	130,384

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER BUCARAMANGA DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y MORGUE- ESCUELA DE MEDICINA					
PRESUPUESTO SISTEMA DE AIRE ACONDIONADO Y EXTRACCIÓN					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VR. * UNITARIO	VR. PARCIAL*
<b>4.2</b>	<b>REJILLAS DE RETORNO</b>				
4.2.1	REJILLA DE RETORNO ALETA FIJA DE 10" X 6", CON DAMPER	Un	9	33,872.00	304,848
4.2.2	REJILLA DE RETORNO ALETA FIJA DE 10" X 8", CON DAMPER	Un	1	38,338.00	38,338
4.2.3	REJILLA DE RETORNO ALETA FIJA DE 12" X 6", CON DAMPER	Un	5	38,338.00	191,690
4.2.4	REJILLA DE RETORNO ALETA FIJA DE 12" X 12", CON DAMPER	Un	3	54,926.00	164,778
4.2.5	REJILLA DE RETORNO ALETA FIJA DE 14" X 8", CON DAMPER	Un	3	48,546	145,638
<b>4.3</b>	<b>REJILLAS DE EXTRACCION</b>				
4.3.1	REJILLA DE EXTRACCION ALETA FIJA 10" X 6", CON DAMPER	Un	3	33,872.00	101,616
4.3.2	REJILLA DE EXTRACCION ALETA FIJA 12" X 8", CON DAMPER	Un	2	42,804.00	85,608
4.3.3	REJILLA DE EXTRACCION ALETA FIJA 10" X 8", CON DAMPER	Un	1	38,338.00	38,338
4.3.4	REJILLA DE EXTRACCION ALETA FIJA 12" X 12", CON DAMPER	Un	2	54,926.00	109,852
4.3.5	REJILLA DE EXTRACCION ALETA FIJA 18" X 12", CON DAMPER	Un	2	74,066.00	148,132
<b>5</b>	<b>BANCO DE FILTROS</b>				
5.1	PRE FILTROS DEL 35% FARR 30/30 CL2 24 X 24 X 4	Un	4	49,614	198,457
5.2	FILTROS DEL 65% OPMB11-20X20X4	Un	2	207,088	414,176
5.3	FILTROS DEL 65% OPMB11-24X24X4	Un	2	207,088	414,176
5.4	FILTROS HEPA 12XH-23F23F12-1B-3-C-A-00-0/00	Un	4	980,097	3,920,387
5.5	FILTROS DE CARBONO ACTIVADO CSRC-201-242412-PH	UN	4	1,651,347	6,605,388
<b>6</b>	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				
6.1	TABLERO ELECTRICO TEA-01 Y 02 PARA MANEJADORA	Un	2	1,311,200	2,622,400
<b>7</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
7.1	MANO DE OBRA TECNICO DE REFRIGERACION PARA INSTALACION DE LOS EQUIPOS	GL	1	2,000,000	2,000,000
7.2	SUPERVISION , INGENIERIA Y BALANCEO DEL SISTEMA	GL	1	2,000,000	2,000,000
				SUBTOTAL	\$ 83,209,771
				ADMINISTRACION 15%	12,481,466
				IMPREVISTOS 5%	4,160,489
				UTILIDAD 8%	6,656,782
				I.V.A. Sobre utilidad	7,721,867
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 114,230,374</b>

\* **NOTA:** Los valores tomados en este presupuesto para el valor unitario y valor parcial de los elementos, fueron suministrado por E. REFRIGERACION LTDA.

### 6.3. OBRAS CIVILES

<b>FIRMA CONSTRUCTORA</b>		<b>PRESUPUESTO</b>	
<b>CONSTRUCTORA LUIS ARMANDO GOMEZ</b>		<b>DE OBRA</b>	
Obra:	CUARTO DE MAQUINAS	FECHA:	OCTUBRE 20 DE 2010

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
------	-------------	-----	-------	----------	----------

#	ITEM				<b>9.941.471,17</b>
1	DEMOLICION Y EXCAVACION A MANO	M3	2,62	13.000	34.060,00
2	CONCRETO CICLOPEO 1500 PSI RELAC.60C/40P	M3	2,62	178.695	468.180,90
3	VIGA CIMIENTO ENLACE H=20-40 CMS	M3	0,984	466.237	458.777,20
4	COLUMNETA DE 10X15	ML	17,88	25.076	448.358,88
5	MURO H-10 EN SOGA	M2	54,5	25.286	1.378.087,00
6	VIGA CONCRETO AEREA 3000 PSI	M3	0,495	577.959	286.089,70
7	PLACA PREFABICADA VIGUETA Y VOBEDILLA	M2	21	78.000	1.638.000,00
8	FRISO MURO 1:3	M2	62	15.361	952.382,00
9	FRISO BAJO PLACA 1:3	M2	21	17.251	362.271,00
10	FRISO MURO CULATAS 1:3	M2	47,56	15.598	741.840,88
11	IMPERM.MANTO EDIL 3mm	M2	21	12.207	256.347,00
12	MORTERO PEND.IMPERMEAB.LOSA 2 A 4 CM MORT 1:2	M2	19,95	21.484	428.605,80
13	SUB-BASE EN CONCRETO 1:2:3 3100 PSI - 22,0 Mpa	M3	1,39	270.519	376.021,41
14	MORTERO 1:3 PARA PISO ALLANADO	M3	0,8	285.514	228.411,20
15	ESTUCO MURO	M2	109	4.007	436.763,00
16	PINTURA SOBRE ESTUCO	M2	109	5.023	547.507,00
17	PINTURA BAJO PLACA	M2	21	4.081	85.701,00
18	PUNTO ELECTRICO TOMA	UND	1	67.744	67.744,00
19	PUNTO ELECTRICO DE LUZ APLIQUE	UND	1	65.257	65.257,00
20	PUERTA METALICA CALIBRE 20	M2	1,8	267.259	481.066,20
21	ACARREOS	VJE/7M3	2	100.000	200.000,00
<b>SUBTOTAL ITEM</b>					<b>9.941.471,17</b>

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>9.941.471,17</b>
ADMINISTRACION	18,50%	1.839.172,00
IMPREVISTOS	5,00%	497.074,00
UTILIDAD	8,00%	795.318,00
<b>TOTAL AIU</b>	<b>31,50%</b>	<b>3.131.564,00</b>
<b>IVA SOBRE LA UTILIDAD</b>	<b>16,00%</b>	<b>127.251,00</b>
<b>VALOR TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>13.200.286,17</b>

<b>VALOR TOTAL PRESUPUESTO:</b>
TRECE MILLONES DOSCIENTOS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS PESOS

## 7. CONCLUSIONES

- El cumplimiento de las condiciones de diseño interior está sustentado, por un buen cálculo de las cargas térmicas de los recintos, y más allá de esto por un excelente análisis de los factores que inciden en el aumento o disminución de la carga de enfriamiento.
- Se hizo especial énfasis en las condiciones de ventilación, en donde se acogió lo establecidos por la ASHRAE, para la regulación de este tipo de instalaciones. De la misma forma se cumple con las exigencias del sistema de filtración, utilizando en el diseño filtros de alta eficiencia, para el control de partículas y filtros de carbón activado para el tratamiento de olores.
- Es de gran importancia mencionar la utilización de las diferentes normas, manuales y decretos, entre otros; que fueron de gran apoyo para las consideraciones que se asumieron a lo largo del desarrollo del diseño, entre las más importantes se mencionan: Standard 62.1 del 2007 de la ASHRAE, que nos permitió determinar los criterios de ventilación, así como las condiciones de calidad interior para esta aplicación. Decretos como el 948 de 1995, en lo referente a la protección y control de la calidad del aire y manuales como el de Procedimiento Para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares en Colombia.
- Para la selección de los equipos se determinaron las condiciones técnicas mínimas que permiten controlar de manera más completa y segura los ambientes críticos y sus fuentes de contaminación, buscando siempre el cumplimiento de las normas establecidas para esta aplicación en particular.

- Es importante traer a colación el ajuste que se realizó de los criterios y consideraciones teóricas tomadas en cuenta en el desarrollo del proyecto, con las consideraciones reales o prácticas. Este ajuste se realizó conservando en gran medida los criterios y normas teóricas. Aunque en algunos casos las consideraciones prácticas fueron significativas en la toma de decisiones.
  
- Este libro se referencia como el documento principal, para la validación del diseño que se realizó; allí se consignan datos importantes como las memorias de cálculo, especificaciones técnicas mínimas para el desarrollo, y una propuesta del pliego de condiciones generales y especificaciones técnicas para el desarrollo del proyecto, entre otras.
  
- El resultado final de este proyecto fue el diseño de los sistemas de aire acondicionado y extracción de olores para el departamento de patología y morgue de la escuela de medicina de la universidad industrial de Santander, que permitirá mejorar las condiciones de operación, haciendo énfasis en el tratamiento del aire, control de emisiones y sostenimiento de ambientes, de esta manera se cumple con los objetivos planteados en este trabajo, entregando un diseño óptimo, y que sobre todo cumple con lo establecido por los estándares de la AHSRAE.

## 8. RECOMENDACIONES

- Para la ejecución de los trabajos referentes al diseño, se recomienda un estudio detallado de la propuesta del pliego de condiciones generales y especificaciones técnicas, así como del desarrollo del diseño consignado en el libro; buscando claridad ante consideraciones, decisiones, normas, etc. Tenidas en cuenta en la realización de este.
- Se recomienda el estudio de las normas, decretos y manuales mencionados en este proyecto para obtener una mayor visualización de las consideraciones, recomendaciones y especificaciones para la ejecución de la obras.
- Las Condiciones Generales presentadas en la propuesta, pueden ser tomadas como punto de referencia para la generación de los Términos De Referencia Definitivos para la fase de ejecución, montaje y puesta en marcha del proyecto. Pero las Especificaciones Técnicas son las estrictamente necesarias para la ejecución del mismo, teniendo en cuenta que en este documento se consignan todos los datos y especificaciones necesarias para el desarrollo del mismo.

Desde el punto de vista técnico:

- Se recomienda que ante Cualquier cambio o modificación que se proponga debe ser revisado, por personal especializado en la materia, y aprobado por las Directivas Del Departamento de Patología.
- Se debe buscar la manera de garantizar un buen flujo de energía- eléctrica para los equipos contemplados en el diseño, para esto se recomienda la

instalación de una subestación eléctrica que garantice el flujo mínimo para la correcta operación.

- Se debe tener especial cuidado con los filtros de carbón activado, ya que para su mejor funcionamiento se deben reponer las medidas químicas durante su mantenimiento. Consultar recomendaciones del fabricante.
  
- Se puede implementar un sistema de control más complejo, que regule el encendido y apagado del equipo manteniendo un índice mayor de personas confortables, mejorar el desempeño de los equipos, conservarlos y promover el ahorro de energía.

## BIBLIOGRAFIA

1. **MARADEY, Juan F.** Termodinámica aplicada, Ediciones Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
2. **POTTER, Merle C; WIGGERT, David C.** Mecánica de fluidos, Tercera Edición. Thompson, México.
3. **INCROPERA, Frank P.** Fundamentos de transferencia de calor, Cuarta Edición, Pearson Prentice hall, México, 1999.
4. **HERNÁNDEZ GORIBAR.** Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración, Limusa, México, 2001.
5. **MCQUISTON, Faye C; PARKER, Jerald D; SPITLER, Jeffrey D.** Calefacción, ventilación y aire acondicionado, análisis y diseño. Limusa Wiley, México, 2003.AA
6. **JANANIA, Camilo.** Manual de seguridad e higiene industrial, Limusa, México, 2007.
7. **ASHRAE,** Cooling and heating load calculation manual, Prepared by ASHRAE, GRP 158.
8. **HERNANDEZ Z, Alfonso.** Seguridad e higiene industrial, Limusa, México, 2007.
9. **REGLAS DE CÁLCULO RÁPIDO EN AIRE ACONDICIONADO,** HVAC equations, data, and rules of thumb

# ANEXOS

# **ANEXO A. RESUMEN CARGAS TERMICAS MANEJADORA 1.**

### Air System Sizing Summary for Manejadora 1-1

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

#### Air System Information

Air System Name ..... <b>Manejadora 1-1</b>	Number of zones ..... <b>1</b>
Equipment Class ..... <b>SPLT AHU</b>	Floor Area ..... <b>2093.1</b> ft <sup>2</sup>
Air System Type ..... <b>SZCAV</b>	Location ..... <b>Bucaramanga, Colombia</b>

#### Sizing Calculation Information

##### Zone and Space Sizing Method:

Zone CFM ..... <b>Sum of space airflow rates</b>	Calculation Months ..... <b>Aug to Aug</b>
Space CFM ..... <b>Individual peak space loads</b>	Sizing Data ..... <b>Calculated</b>

#### Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load ..... <b>13.8</b> Tons	Load occurs at ..... <b>Aug 1500</b>
Total coil load ..... <b>165.4</b> MBH	OA DB / WB ..... <b>86.0 / 81.2</b> °F
Sensible coil load ..... <b>69.9</b> MBH	Entering DB / WB ..... <b>80.8 / 73.9</b> °F
Coil CFM at Aug 1500 ..... <b>3691</b> CFM	Leaving DB / WB ..... <b>61.0 / 60.5</b> °F
Max block CFM ..... <b>3691</b> CFM	Coil ADP ..... <b>58.8</b> °F
Sum of peak zone CFM ..... <b>3691</b> CFM	Bypass Factor ..... <b>0.100</b>
Sensible heat ratio ..... <b>0.423</b>	Resulting RH ..... <b>61</b> %
ft <sup>2</sup> /Ton ..... <b>151.9</b>	Design supply temp. .... <b>58.0</b> °F
BTU/(hr-ft <sup>2</sup> ) ..... <b>79.0</b>	Zone T-stat Check ..... <b>1 of 1</b> OK
Water flow @ 10.0 °F rise ..... <b>N/A</b>	Max zone temperature deviation ..... <b>0.0</b> °F

### Ventilation Sizing Summary for Manejadora 1-1

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

#### 1. Summary

Ventilation Sizing Method ..... **Sum of Space OA Airflows**  
Design Ventilation Airflow Rate ..... **1692** CFM

#### 2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (CFM)	Required Outdoor Air (CFM/person)	Required Outdoor Air (CFM/ft <sup>2</sup> )	Required Outdoor Air (CFM)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (CFM)
<b>Zone 1</b>									
Archivo Bloque Lamina	1	194.0	2.0	279.4	0.00	0.05	0.0	0.0	9.7
Archivo Documental	1	171.9	5.0	242.9	15.00	0.00	0.0	0.0	75.0
Histopatologia	1	562.2	6.0	1454.4	0.00	0.00	0.0	30.0	436.3
IHQ	1	162.6	1.0	560.8	0.00	0.00	0.0	30.0	168.2
Sala Autopsia y Morgue	1	887.4	8.0	940.3	0.00	0.00	0.0	100.0	940.3
Cuarto Travase	1	54.6	1.0	173.2	0.00	0.00	0.0	30.0	52.0
Area Limpia	1	60.4	1.0	40.0	10.00	0.00	0.0	0.0	10.0
<b>Totals (incl. Space Multipliers)</b>				<b>3691.0</b>					<b>1691.5</b>

<b>August DESIGN COOLING DAY, 1500</b>
--

**TABLE 1: SYSTEM DATA**

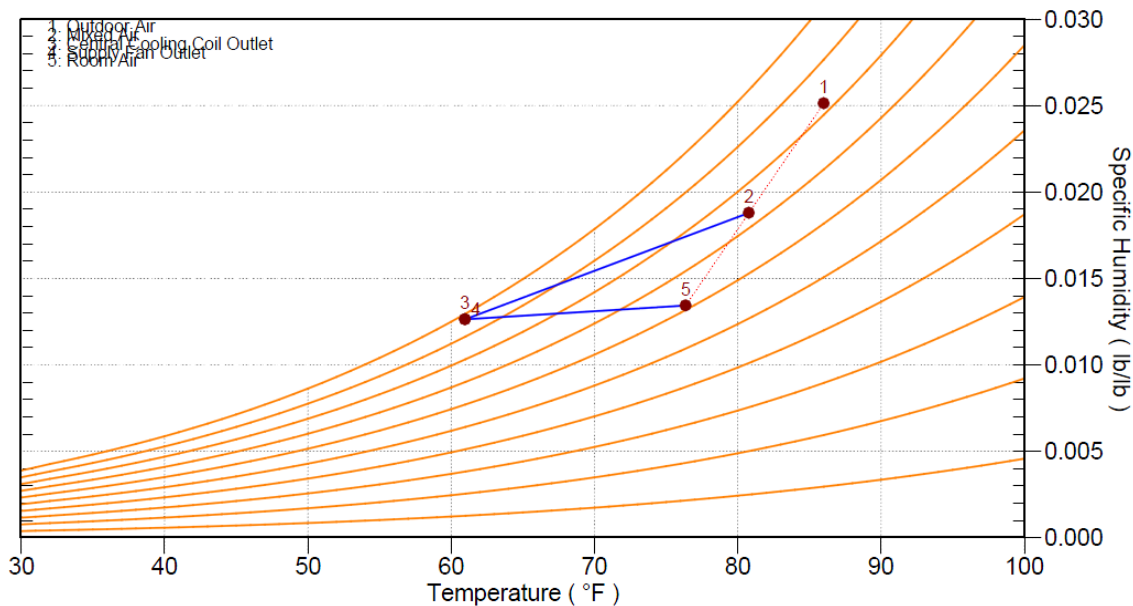
Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	86.0	0.02513	1692	400	15581	83087
Vent - Return Mixing	Outlet	80.8	0.01879	3691	498	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	61.0	0.01263	3691	498	69889	95519
Supply Fan	Outlet	61.0	0.01263	3691	498	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	61.0	0.01263	3691	498	-	-
Zone Air	-	76.4	0.01343	3691	580	54307	12431
Return Plenum	Outlet	76.4	0.01343	3691	580	0	-

*Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 0.956 BTU/(hr-CFM-F)*  
*Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4201.2 BTU/(hr-CFM)*  
*Site Altitude = 3339.0 ft*

**TABLE 2: ZONE DATA**

Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
Zone 1	55105	Cooling	54307	76.4	3691	580	0	0

Location: Bucaramanga, Colombia  
 Altitude: 3339.0 ft.  
 Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1500



### Air System Design Load Summary for Manejadora 1-1

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 86.0 °F / 81.2 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	329 ft²	7121	-	329 ft²	-	-
Wall Transmission	601 ft²	1140	-	601 ft²	249	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	329 ft²	3404	-	329 ft²	809	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	2093 ft²	0	-	2093 ft²	155	-
Partitions	363 ft²	1008	-	363 ft²	0	-
Ceiling	2093 ft²	7006	-	2093 ft²	0	-
Overhead Lighting	1490 W	3747	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	8288 W	25865	-	0	0	-
People	24	4182	5440	0	0	0
Infiltration	-	1632	6991	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>55105</b>	<b>12431</b>	-	<b>1212</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	54307	12431	-	-786	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	3691 CFM	0	-	3691 CFM	0	-
Ventilation Load	1692 CFM	15581	83087	1692 CFM	961	0
Supply Fan Load	3691 CFM	0	-	3691 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>69889</b>	<b>95518</b>	-	<b>175</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	69889	95519	-	0	0
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>69889</b>	<b>95519</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

**Air System Information**

Air System Name ..... <b>Manejadora 1-1</b>	Number of zones ..... <b>1</b>
Equipment Class ..... <b>SPLT AHU</b>	Floor Area ..... <b>2093.1</b> ft <sup>2</sup>
Air System Type ..... <b>SZCAV</b>	Location ..... <b>Bucaramanga, Colombia</b>

**Sizing Calculation Information**

**Zone and Space Sizing Method:**

Zone CFM ..... <b>Sum of space airflow rates</b>	Calculation Months ..... <b>Aug to Aug</b>
Space CFM ..... <b>Individual peak space loads</b>	Sizing Data ..... <b>Calculated</b>

**Zone Sizing Data**

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (MBH)	Design Air Flow (CFM)	Minimum Air Flow (CFM)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (MBH)	Zone Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Zone CFM/ft <sup>2</sup>
Zone 1	56.0	3691	3691	Aug 1700	1.2	2093.1	1.76

**Space Loads and Airflows**

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (MBH)	Time of Load	Air Flow (CFM)	Heating Load (MBH)	Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Space CFM/ft <sup>2</sup>
<b>Zone 1</b>							
Archivo Bloque Lamina	1	4.3	Aug 1600	279	0.2	194.0	1.44
Archivo Documental	1	3.7	Aug 1700	243	0.1	171.9	1.41
Histopatologia	1	22.2	Aug 1500	1454	0.4	562.2	2.59
IHQ	1	8.6	Aug 1500	561	0.2	162.6	3.45
Sala Autopsia y Morgue	1	14.4	Aug 1700	940	0.2	887.4	1.06
Cuarto Trasvase	1	2.6	Aug 1700	173	0.1	54.6	3.17
Area Limpia	1	0.6	Aug 1700	40	0.0	60.4	0.66

### Zone Design Load Summary for Manejadora 1-1

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

Zone 1	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
	OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	329 ft²	5950	-	329 ft²	-	-
Wall Transmission	601 ft²	1616	-	601 ft²	249	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	329 ft²	3032	-	329 ft²	809	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	2093 ft²	0	-	2093 ft²	155	-
Partitions	363 ft²	1016	-	363 ft²	0	-
Ceiling	2093 ft²	7062	-	2093 ft²	0	-
Overhead Lighting	2236 W	5315	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	8288 W	26172	-	0	0	-
People	24	4434	5440	0	0	0
Infiltration	-	1360	7038	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>55957</b>	<b>12478</b>	-	<b>1212</b>	<b>0</b>

### Space Design Load Summary for Manejadora 1-1

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Archivo Bloque Lamina " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1600 COOLING OA DB / WB 85.4 °F / 81.1 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	74 ft²	1684	-	74 ft²	-	-
Wall Transmission	104 ft²	201	-	104 ft²	43	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	74 ft²	752	-	74 ft²	182	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	194 ft²	0	-	194 ft²	24	-
Partitions	54 ft²	151	-	54 ft²	0	-
Ceiling	194 ft²	652	-	194 ft²	0	-
Overhead Lighting	65 W	167	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	2	343	410	0	0	0
Infiltration	-	324	1465	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>4273</b>	<b>1875</b>	-	<b>250</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Archivo Bloque Lamina " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
<b>W EXPOSURE</b>						
WALL	65	0.207	-	127	-	27
WINDOW 1	10	1.228	0.916	98	409	24
<b>N EXPOSURE</b>						
WALL	39	0.207	-	74	-	16
WINDOW 1	39	1.228	0.916	393	765	95
WINDOW 2	26	1.228	0.916	261	509	63

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Archivo Documental " IN ZONE " Zone 1 "						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F			
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	10 ft²	356	-	10 ft²	-	-
Wall Transmission	98 ft²	266	-	98 ft²	41	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	10 ft²	89	-	10 ft²	24	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	172 ft²	0	-	172 ft²	17	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	172 ft²	580	-	172 ft²	0	-
Overhead Lighting	292 W	693	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	188 W	597	-	0	0	-
People	5	882	1025	0	0	0
Infiltration	-	252	1303	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	3715	2328	-	81	0

TABLE 1.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Archivo Documental " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
<b>W EXPOSURE</b>						
WALL	98	0.207	-	266	-	41
WINDOW 1	10	1.228	0.916	89	356	24

TABLE 1.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Histopatologia " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1500 COOLING OA DB / WB 86.0 °F / 81.2 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	129 ft²	2707	-	129 ft²	-	-
Wall Transmission	82 ft²	126	-	82 ft²	34	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	129 ft²	1335	-	129 ft²	317	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	562 ft²	0	-	562 ft²	39	-
Partitions	45 ft²	125	-	45 ft²	0	-
Ceiling	562 ft²	1882	-	562 ft²	0	-
Overhead Lighting	389 W	977	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	4200 W	13105	-	0	0	-
People	6	998	1230	0	0	0
Infiltration	-	989	4235	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	22244	5465	-	390	0

TABLE 1.3.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Histopatologia " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
<b>N EXPOSURE</b>						
WALL	82	0.207	-	126	-	34
WINDOW 1	78	1.228	0.916	802	1626	190
WINDOW 2	52	1.228	0.916	533	1081	127

TABLE 1.4.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " IHQ " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1500 COOLING OA DB / WB 86.0 °F / 81.2 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	65 ft²	1353	-	65 ft²	-	-
Wall Transmission	43 ft²	66	-	43 ft²	18	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	65 ft²	667	-	65 ft²	159	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	163 ft²	0	-	163 ft²	17	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	163 ft²	544	-	163 ft²	0	-
Overhead Lighting	65 W	163	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1800 W	5617	-	0	0	-
People	1	166	205	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	8577	205	-	193	0

TABLE 1.4.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " IHQ " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
<b>N EXPOSURE</b>						
WALL	43	0.207	-	66	-	18
WINDOW 1	39	1.228	0.916	401	813	95
WINDOW 2	26	1.228	0.916	267	540	63

TABLE 1.5.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Sala Autopsia y Morgue " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	26 ft²	437	-	26 ft²	-	-
Wall Transmission	194 ft²	623	-	194 ft²	80	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	26 ft²	237	-	26 ft²	63	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	887 ft²	0	-	887 ft²	48	-
Partitions	241 ft²	673	-	241 ft²	0	-
Ceiling	887 ft²	2994	-	887 ft²	0	-
Overhead Lighting	972 W	2311	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1740 W	5494	-	0	0	-
People	8	1612	2160	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>14381</b>	<b>2160</b>	-	<b>191</b>	<b>0</b>

TABLE 1.5.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Sala Autopsia y Morgue " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
<b>N EXPOSURE</b>						
WALL	79	0.207	-	177	-	32
WINDOW 1	26	1.228	0.916	237	437	63
<b>E EXPOSURE</b>						
WALL	115	0.207	-	446	-	48

TABLE 1.6.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Cuarto Traslase " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)		Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
SPACE LOADS	Details			Details		
Window & Skylight Solar Loads	26 ft²	437	-	26 ft²	-	-
Wall Transmission	80 ft²	180	-	80 ft²	33	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	26 ft²	237	-	26 ft²	63	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	55 ft²	0	-	55 ft²	11	-
Partitions	23 ft²	66	-	23 ft²	0	-
Ceiling	55 ft²	184	-	55 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	360 W	1137	-	0	0	-
People	1	176	205	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	2649	205	-	107	0

TABLE 1.6.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Cuarto Traslase " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
N EXPOSURE						
WALL	80	0.207	-	180	-	33
WINDOW 1	26	1.228	0.916	237	437	63

TABLE 1.7.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Area Limpia " IN ZONE " Zone 1 "						
DESIGN COOLING				DESIGN HEATING		
COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F				HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	60 ft²	0	-	60 ft²	0	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	60 ft²	204	-	60 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	176	205	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	611	205	-	0	0

TABLE 1.7.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Area Limpia " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)

# **ANEXO B. RESUMEN CARGAS TERMICAS MANEJADORA 2.**

## Air System Sizing Summary for Manejadora 2

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

### Air System Information

Air System Name **Manejadora 2**  
 Equipment Class **SPLT AHU**  
 Air System Type **SZCAV**

Number of zones **1**  
 Floor Area **1530.3** ft<sup>2</sup>  
 Location **Bucaramanga, Colombia**

### Sizing Calculation Information

#### Zone and Space Sizing Method:

Zone CFM **Sum of space airflow rates**  
 Space CFM **Individual peak space loads**

Calculation Months **Aug to Aug**  
 Sizing Data **Calculated**

### Central Cooling Coil Sizing Data

Total coil load **7.3** Tons  
 Total coil load **87.7** MBH  
 Sensible coil load **39.6** MBH  
 Coil CFM at Aug 1700 **2275** CFM  
 Max block CFM **2275** CFM  
 Sum of peak zone CFM **2275** CFM  
 Sensible heat ratio **0.451**  
 ft<sup>2</sup>/Ton **209.3**  
 BTU/(hr-ft<sup>2</sup>) **57.3**  
 Water flow @ 10.0 °F rise **N/A**

Load occurs at **Aug 1700**  
 OA DB / WB **84.0 / 80.8** °F  
 Entering DB / WB **78.6 / 71.7** °F  
 Leaving DB / WB **60.4 / 59.9** °F  
 Coil ADP **58.4** °F  
 Bypass Factor **0.100**  
 Resulting RH **64** %  
 Design supply temp. **58.0** °F  
 Zone T-stat Check **1 of 1** OK  
 Max zone temperature deviation **0.0** °F

### Supply Fan Sizing Data

Actual max CFM **2275** CFM  
 Standard CFM **2014** CFM  
 Actual max CFM/ft<sup>2</sup> **1.49** CFM/ft<sup>2</sup>

Fan motor BHP **0.00** BHP  
 Fan motor kW **0.00** kW  
 Fan static **0.00** in wg

### Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow CFM **676** CFM  
 CFM/ft<sup>2</sup> **0.44** CFM/ft<sup>2</sup>

CFM/person **13.80** CFM/person

## Ventilation Sizing Summary for Manejadora 2

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

### 1. Summary

Ventilation Sizing Method **Sum of Space OA Airflows**  
 Design Ventilation Airflow Rate **676** CFM

### 2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (CFM)	Required Outdoor Air (CFM/person)	Required Outdoor Air (CFM/ft <sup>2</sup> )	Required Outdoor Air (CFM)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (CFM)
<b>Zone 1</b>									
Almacen	1	112.8	1.0	114.2	0.00	0.15	0.0	0.0	16.9
Area Atencion Publico	1	292.3	4.0	262.3	15.00	0.00	0.0	0.0	60.0
Area Levantamiento	1	344.1	8.0	521.6	0.00	0.50	0.0	0.0	172.1
Lab. Citologia	1	55.1	1.0	144.1	0.00	0.00	0.0	30.0	43.2
Lab. Macroscopia	1	133.8	4.0	283.8	0.00	0.00	0.0	30.0	85.2
Laminas Coleccion	1	60.2	1.0	52.8	15.00	0.00	0.0	0.0	15.0
Museo	1	369.7	24.0	557.1	0.00	0.00	0.0	30.0	167.1
Psicologo	1	64.6	3.0	118.9	20.00	0.00	0.0	0.0	60.0
Tecnico	1	64.6	2.0	133.9	20.00	0.00	0.0	0.0	40.0
Vestier Auxiliar	1	33.1	1.0	86.1	0.00	0.50	0.0	0.0	16.6
<b>Totals (incl. Space Multipliers)</b>				<b>2274.9</b>					<b>676.0</b>

**August DESIGN COOLING DAY, 1700**

**TABLE 1: SYSTEM DATA**

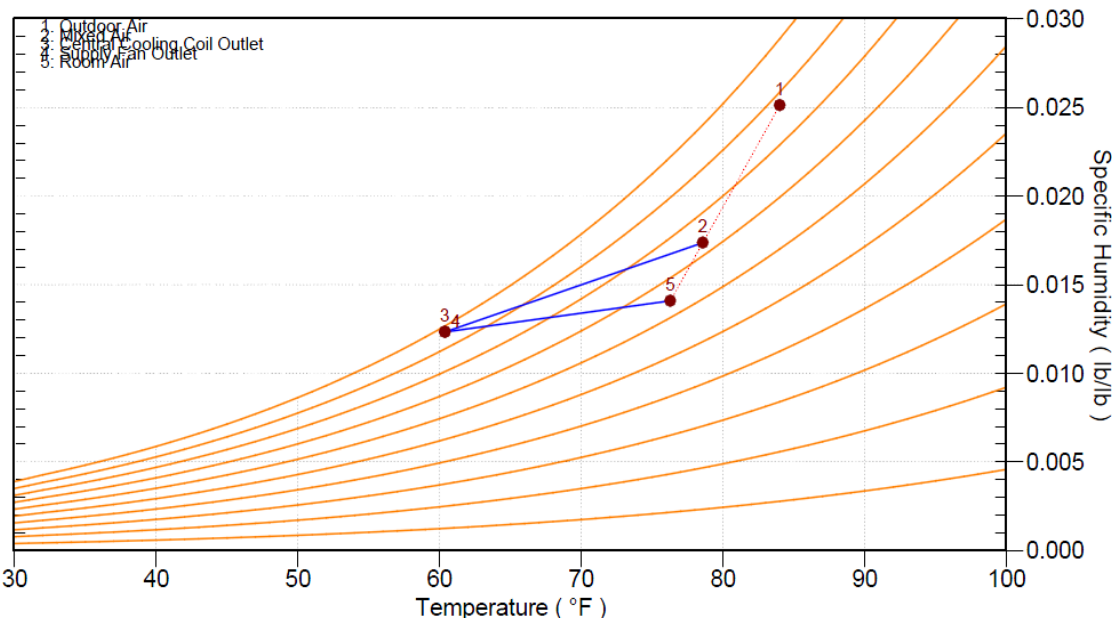
Component	Location	Dry-Bulb Temp (°F)	Specific Humidity (lb/lb)	Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Sensible Heat (BTU/hr)	Latent Heat (BTU/hr)
Ventilation Air	Inlet	84.0	0.02513	676	400	4988	31347
Vent - Return Mixing	Outlet	78.6	0.01737	2275	895	-	-
Central Cooling Coil	Outlet	60.4	0.01233	2275	895	39566	48164
Supply Fan	Outlet	60.4	0.01233	2275	895	0	-
Cold Supply Duct	Outlet	60.4	0.01233	2275	895	-	-
Zone Air	-	76.3	0.01409	2275	1104	34578	16810
Return Plenum	Outlet	76.3	0.01409	2275	1104	0	-

Air Density x Heat Capacity x Conversion Factor: At sea level = 1.080; At site altitude = 0.956 BTU/(hr-CFM-F)  
 Air Density x Heat of Vaporization x Conversion Factor: At sea level = 4746.6; At site altitude = 4201.2 BTU/(hr-CFM-F)  
 Site Altitude = 3339.0 ft

**TABLE 2: ZONE DATA**

Zone Name	Zone Sensible Load (BTU/hr)	T-stat Mode	Zone Cond (BTU/hr)	Zone Temp (°F)	Zone Airflow (CFM)	CO2 Level (ppm)	Terminal Heating Coil (BTU/hr)	Zone Heating Unit (BTU/hr)
Zone 1	34794	Cooling	34578	76.3	2275	1104	0	0

Location: Bucaramanga, Colombia  
 Altitude: 3339.0 ft.  
 Data for: August DESIGN COOLING DAY, 1700



### Air System Design Load Summary for Manejadora 2

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	22 ft²	434	-	22 ft²	-	-
Wall Transmission	859 ft²	2232	-	859 ft²	355	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	22 ft²	203	-	22 ft²	54	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	1530 ft²	0	-	1530 ft²	130	-
Partitions	1042 ft²	2758	-	1042 ft²	0	-
Ceiling	1530 ft²	5159	-	1530 ft²	0	-
Overhead Lighting	1710 W	4130	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	3100 W	9799	-	0	0	-
People	49	8706	10155	0	0	0
Infiltration	-	1372	6655	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>34794</b>	<b>16810</b>	-	<b>540</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	34578	16810	-	-609	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	2275 CFM	0	-	2275 CFM	0	-
Ventilation Load	676 CFM	4988	31347	676 CFM	641	0
Supply Fan Load	2275 CFM	0	-	2275 CFM	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>39566</b>	<b>48157</b>	-	<b>32</b>	<b>0</b>
Central Cooling Coil	-	39566	48164	-	0	0
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>39566</b>	<b>48164</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

**Air System Information**

Air System Name <b>Manejadora 2</b>	Number of zones <b>1</b>
Equipment Class <b>SPLT AHU</b>	Floor Area <b>1530.3</b> ft <sup>2</sup>
Air System Type <b>SZCAV</b>	Location <b>Bucaramanga, Colombia</b>

**Sizing Calculation Information**

**Zone and Space Sizing Method:**

Zone CFM <b>Sum of space airflow rates</b>	Calculation Months <b>Aug to Aug</b>
Space CFM <b>Individual peak space loads</b>	Sizing Data <b>Calculated</b>

**Zone Sizing Data**

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (MBH)	Design Air Flow (CFM)	Minimum Air Flow (CFM)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (MBH)	Zone Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Zone CFM/ft <sup>2</sup>
Zone 1	34.8	2275	2275	Aug 1700	0.5	1530.3	1.49

**Space Loads and Airflows**

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (MBH)	Time of Load	Air Flow (CFM)	Heating Load (MBH)	Floor Area (ft <sup>2</sup> )	Space CFM/ft <sup>2</sup>
<i>Zone 1</i>							
Almacen	1	1.7	Aug 1700	114	0.1	112.8	1.01
Area Atencion Publico	1	4.0	Aug 1700	262	0.1	292.3	0.90
Area Levantamiento	1	8.0	Aug 1700	522	0.1	344.1	1.52
Lab. Citologia	1	2.2	Aug 1700	144	0.0	55.1	2.62
Lab. Macroscopia	1	4.3	Aug 1700	284	0.0	133.8	2.12
Laminas Coleccion	1	0.8	Aug 1700	53	0.0	60.2	0.88
Museo	1	8.5	Aug 1700	557	0.1	369.7	1.51
Psicologo	1	1.8	Aug 1700	119	0.1	64.6	1.84
Tecnico	1	2.0	Aug 1700	134	0.0	64.6	2.07
Vestier Auxiliar	1	1.3	Aug 1700	86	0.1	33.1	2.60

Zone 1	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
	OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
ZONE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	22 ft²	434	-	22 ft²	-	-
Wall Transmission	859 ft²	2232	-	859 ft²	355	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	22 ft²	203	-	22 ft²	54	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	1530 ft²	0	-	1530 ft²	130	-
Partitions	1042 ft²	2758	-	1042 ft²	0	-
Ceiling	1530 ft²	5159	-	1530 ft²	0	-
Overhead Lighting	1710 W	4130	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	3100 W	9799	-	0	0	-
People	49	8706	10155	0	0	0
Infiltration	-	1372	6655	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>34794</b>	<b>16810</b>	-	<b>540</b>	<b>0</b>

## Space Design Load Summary for Manejadora 2

Project Name: Dto Patologia y Morgue

10/12/2010  
06:28PM

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Almacen " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	100 ft²	386	-	100 ft²	41	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	113 ft²	0	-	113 ft²	15	-
Partitions	196 ft²	548	-	196 ft²	0	-
Ceiling	113 ft²	381	-	113 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	202	270	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>1747</b>	<b>270</b>	-	<b>57</b>	<b>0</b>

TABLE 1.1.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Almacen " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
<b>E EXPOSURE</b>						
WALL	100	0.207	-	386	-	41

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Area Atencion Publico " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	193 ft²	371	-	193 ft²	80	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	292 ft²	0	-	292 ft²	32	-
Partitions	166 ft²	463	-	166 ft²	0	-
Ceiling	292 ft²	986	-	292 ft²	0	-
Overhead Lighting	194 W	462	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	188 W	597	-	0	0	-
People	4	705	820	0	0	0
Infiltration	-	428	2078	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	4012	2898	-	112	0

TABLE 1.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Area Atencion Publico " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
S EXPOSURE						
WALL	104	0.207	-	131	-	43
W EXPOSURE						
WALL	89	0.207	-	240	-	37

TABLE 1.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Area Levantamiento " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F			
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	117 ft²	451	-	117 ft²	48	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	344 ft²	0	-	344 ft²	22	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	344 ft²	1161	-	344 ft²	0	-
Overhead Lighting	292 W	693	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1350 W	4263	-	0	0	-
People	8	1411	1640	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	7978	1640	-	70	0

TABLE 1.3.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Area Levantamiento " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
E EXPOSURE						
WALL	117	0.207	-	451	-	48

TABLE 1.4.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Lab. Citologia " IN ZONE " Zone 1 "						
DESIGN COOLING				DESIGN HEATING		
COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F				HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	55 ft²	0	-	55 ft²	0	-
Partitions	65 ft²	32	-	65 ft²	0	-
Ceiling	55 ft²	186	-	55 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	500 W	1579	-	0	0	-
People	1	176	205	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>2204</b>	<b>205</b>	-	<b>0</b>	<b>0</b>

TABLE 1.4.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Lab. Citologia " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)

TABLE 1.5.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Lab. Macroscopia " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	134 ft²	0	-	134 ft²	0	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	134 ft²	451	-	134 ft²	0	-
Overhead Lighting	194 W	462	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	800 W	2526	-	0	0	-
People	4	705	820	0	0	0
Infiltration	-	196	951	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	4341	1771	-	0	0

TABLE 1.5.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Lab. Macroscopia " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)

TABLE 1.6.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Laminas Coleccion " IN ZONE " Zone 1 "						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F			
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	60 ft²	0	-	60 ft²	0	-
Partitions	65 ft²	181	-	65 ft²	0	-
Ceiling	60 ft²	203	-	60 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	176	205	0	0	0
Infiltration	-	16	77	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	807	282	-	0	0

TABLE 1.6.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Laminas Coleccion " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)

TABLE 1.7.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Museo " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	5 ft²	170	-	5 ft²	-	-
Wall Transmission	181 ft²	489	-	181 ft²	75	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	5 ft²	45	-	5 ft²	12	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	370 ft²	0	-	370 ft²	31	-
Partitions	395 ft²	1102	-	395 ft²	0	-
Ceiling	370 ft²	1247	-	370 ft²	0	-
Overhead Lighting	292 W	693	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	24	4232	4920	0	0	0
Infiltration	-	542	2629	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	8520	7549	-	118	0

TABLE 1.7.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Museo " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
W EXPOSURE						
WALL	181	0.207	-	489	-	75
WINDOW 1	5	1.228	0.916	45	170	12

TABLE 1.7.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Museo " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	5 ft²	170	-	5 ft²	-	-
Wall Transmission	181 ft²	489	-	181 ft²	75	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	5 ft²	45	-	5 ft²	12	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	370 ft²	0	-	370 ft²	31	-
Partitions	395 ft²	1102	-	395 ft²	0	-
Ceiling	370 ft²	1247	-	370 ft²	0	-
Overhead Lighting	292 W	693	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	24	4232	4920	0	0	0
Infiltration	-	542	2629	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	8520	7549	-	118	0

TABLE 1.7.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Museo " IN ZONE " Zone 1 "						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
W EXPOSURE						
WALL	181	0.207	-	489	-	75
WINDOW 1	5	1.228	0.916	45	170	12

TABLE 1.8.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Psicologo " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F			HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F		
OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			OCCUPIED T-STAT 70.0 °F			
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	148 ft²	382	-	148 ft²	61	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	65 ft²	0	-	65 ft²	14	-
Partitions	39 ft²	108	-	39 ft²	0	-
Ceiling	65 ft²	216	-	65 ft²	0	-
Overhead Lighting	105 W	249	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	239	-	0	0	-
People	3	529	615	0	0	0
Infiltration	-	95	459	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	1818	1074	-	75	0

TABLE 1.8.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Psicologo " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
<b>S EXPOSURE</b>						
WALL	73	0.207	-	91	-	30
<b>E EXPOSURE</b>						
WALL	75	0.207	-	291	-	31

TABLE 1.9.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Tecnico " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)	Details	(BTU/hr)	(BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	73 ft²	91	-	73 ft²	30	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	65 ft²	0	-	65 ft²	9	-
Partitions	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Ceiling	65 ft²	216	-	65 ft²	0	-
Overhead Lighting	244 W	646	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	188 W	597	-	0	0	-
People	2	403	540	0	0	0
Infiltration	-	95	459	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	2048	999	-	39	0

TABLE 1.9.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Tecnico " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
	(ft²)	(BTU/(hr-ft²-°F))	Coeff.	(BTU/hr)	(BTU/hr)	(BTU/hr)
S EXPOSURE						
WALL	73	0.207	-	91	-	30

TABLE 1.10.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Vestier Auxiliar " IN ZONE " Zone 1 "						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 1700 COOLING OA DB / WB 84.0 °F / 80.8 °F OCCUPIED T-STAT 74.0 °F			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 68.0 °F / 64.0 °F OCCUPIED T-STAT 70.0 °F		
SPACE LOADS	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
Window & Skylight Solar Loads	17 ft²	265	-	17 ft²	-	-
Wall Transmission	49 ft²	61	-	49 ft²	20	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	17 ft²	158	-	17 ft²	42	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	33 ft²	0	-	33 ft²	7	-
Partitions	116 ft²	325	-	116 ft²	0	-
Ceiling	33 ft²	112	-	33 ft²	0	-
Overhead Lighting	97 W	231	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	1	166	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>1317</b>	<b>120</b>	-	<b>69</b>	<b>0</b>

TABLE 1.10.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE " Vestier Auxiliar " IN ZONE " Zone 1 "						
	Area (ft²)	U-Value (BTU/(hr-ft²-°F))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (BTU/hr)	SOLAR (BTU/hr)	TRANS (BTU/hr)
<b>S EXPOSURE</b>						
WALL	49	0.207	-	61	-	20
WINDOW 1	17	1.228	0.916	158	265	42

# **ANEXO C. SELECCIÓN MANEJADORA 1.**

(VER ARCHIVO ADJUNTO)

**ANEXO D. PLANOS DE DISEÑO  
SISTEMA DE AIRE  
ACONDICIONADO Y EXTRACCION.**

(VER ARCHIVO ADJUNTO)

**ANEXO E. PROPUESTA PLIEGO DE  
CONDICIONES GENERALES Y  
ESPECIFICACIONES TECNICAS.**

(VER ARCHIVO ADJUNTO)