

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“CLIMATIZACIÓN DEL AREA DE INYECTABLES DE UN
LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACIÓN
DE MEDICINAS”**

INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

LUIS CALDERÓN RAMIREZ

PROMOCION 1998-II

LIMA - PERU

2012

DEDICATORIA

*A Dios, a Marisol mi esposa, a mis
padres: Bartolomé e Inocencia y a
mis hermanos, a quienes debo todo
lo que soy.*

INDICE

	Pág.
PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I:	
INTRODUCCIÓN	03
1.1 Antecedentes	03
1.2 Objetivos	04
1.3 Alcances	04
1.4 Justificación	04
1.5 Limitaciones	04
CAPITULO II:	
CONCEPTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y SALAS BLANCAS	06
2.1 Propósito del Aire Acondicionado.	06
2.2 Conceptos Generales	06
2.2.1 Aire Atmosférico	06
2.2.2 Temperatura de Bulbo seco (TBS) y de Bulbo húmedo (TBH)	07
2.2.3 Humedad Relativa	07
2.2.4 Calor sensible (CS) y Calor latente (CL)	07

2.2.5	Entalpía	08
2.2.6	Transferencia de Calor	08
2.2.7	Psicometría	09
2.2.8	Carga Térmica	10
2.3	Conceptos Generales sobre Salas Blancas	11
2.3.1	Definición de sala blanca	11
2.3.2	Origen de las salas blancas	13
2.3.3	Aplicaciones de las salas blancas	13
2.3.4	Clasificación de las salas blancas	14
2.3.5	Sala limpia farmacéutica (planta HVAC)	17
2.3.6	Presión de la sala, esclusa y pasadizo	17
2.3.7	Número de renovaciones	20
2.3.8	Clasificación de áreas	22
2.3.9	Conteo de Partículas	23
2.3.10	Integridad de filtros	24
2.4	Función del Aire Acondicionado	25
2.5	Campos de Aplicación	26
2.5.1	Confort humano	26
2.5.2	Procesos	27
2.6	Componentes de los Sistemas	27
2.6.1	Circuito de Refrigeración	28
2.6.2	Circuito de Aire	29
2.6.3	Circuito de fuerza y control	31

2.7	Tipos de Sistemas de Aire Acondicionado	32
2.7.1	Sistemas Unitarios	32
2.7.2	Sistemas de Expansión directa	35
2.7.3	Sistemas todo aire	38
2.7.4	Sistemas todo agua	41
2.7.5	Sistemas aire agua	42

CAPITULO III:

	SITUACION ACTUAL DEL AREA DE INYECTABLES	43
3.1	Antecedentes	43
3.2	Normas Nacionales E Internacionales	45
3.3	Tendencia Aplicada a Nuestro País	45
3.4	Equipamiento Actual en el Perú	45

CAPITULO IV:

	CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES	46
4.1	CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE LA SALA LIMPIA	
	CLASE 1000.	46
4.1.1	Descripción del local.	46
4.1.2	Calculo de coeficientes globales de trasmisión.	47
4.1.3	Determinación de los pesos de paredes, techos y Pisos por metro cuadrado.	47
4.1.4	Día de proyecto y hora de cálculo	48
4.1.5	Transmisión de calor a través de superficies no opacas.	49

4.1.6	Transmisión de calor a través de superficies opacas.	49
4.1.7	Flujo de calor disipado por las personas.	51
4.1.8	Ganancia de calor debido a la Iluminación	51
4.1.9	Ganancia de calor debido a equipos	52
4.1.10	Ganancia de calor debido al aire externo	52
4.1.11	Cálculo de sombras	52
4.1.12	Ejemplo de cálculo	53
4.1.13	Calculo de la carga térmica por el método de renovaciones de aire.	62
4.2	DISEÑO Y SELECCIÓN DEL PROYECTO	62
4.2.1	Análisis de los tipos de sistemas a emplear	62
4.2.1.1	Sistemas de expansión directa.	62
4.2.1.2	Sistema todo agua.	63
4.2.2	Selección del tipo de sistema.	63
4.2.3	Diseño del sistema de ductos.	64
4.2.3.1	Criterios para el diseño de ductos.	64
4.2.3.2	Procedimiento de diseño.	64
4.2.4	Diseño de rejillas	64
4.2.4.1	Criterios para la selección de las rejillas.	64
4.2.4.2	Procedimiento de diseño.	65
4.2.5	Diseño del Booster.	65
4.2.6	Diseño del sistema de filtrado	66
4.2.6.1	Clasificación de filtros de aire tipo HEPA.	66
4.2.6.2	Selección de filtros de aire.	66

VII

4.2.7	Diseño del sistema de baja humedad.	66
4.2.7.1	Clasificación de resistencias eléctricas	66
4.2.7.2	Selección de la resistencia eléctrica	66

CAPITULO V:

PRUEBAS DE BALANCE Y CONFORMIDAD DE OBRA

5.1	Prueba de Integridad de Filtro.	67
5.2	Prueba de Conteo de Partículas	69
5.3	Prueba del Número de Renovaciones	72
5.4	Prueba de Presión	76
5.5	Prueba de Temperatura y Humedad	78

CAPITULO VI:

COSTOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION

6.1	METRADO.	79
6.2	PRESUPUESTO	81

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

ANEXOS

PROLOGO

El presente informe de suficiencia que presento, detalla la elaboración de la **“CLIMATIZACIÓN DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACIÓN DE MEDICINAS”**.

Esta obra es una recopilación de los conocimientos y experiencias obtenidas durante los 10 años de mi vida profesional en el rubro, en los cuales estoy encargado del área de proyectos e ingeniería.

El propósito de este informe es brindar los conocimientos básicos y necesarios así como ser elemento de consulta a aquellos que deseen elaborar un proyecto de HVAC en la industria farmacéutica.

En el capítulo 1, se muestra los antecedentes, objetivos, alcances, justificación y limitaciones del proyecto.

En el capítulo 2, se detalla los conceptos generales y fundamentos teóricos, para la elaboración del presente informe.

En el capítulo 3, se comenta la situación actual del área de inyectables, la cual no califica para operación.

En el capítulo 4, se muestra los parámetros, métodos y procedimientos de cálculo para la obtención de la carga térmica del local en estudio, así como la selección del equipamiento.

En el capítulo 5, se muestra los resultados tales como las pruebas de balance, verificación de resultados y conformidad de obra (Validación).

Finalmente en el capítulo 6, se muestra el metrado, cronograma y presupuesto de obra.

Los equipos de tratamiento de aire (evaporadores de aire, resistencias eléctricas y Booster de aire), así como la distribución interior y exterior de ductos, se pueden apreciar en los planos del Proyecto de Climatización que se adjuntan.

Quiero manifestar mis más sinceros agradecimientos a la empresa ACS Refrigeración SAC. Por las facilidades brindadas por la información técnica de equipos y catálogos.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El aire acondicionado que en sus inicios era una aplicación muy simple de los principios termodinámicos, el cual ha dado lugar al concepto de confort, que implica lograr condiciones controladas de temperatura y humedad a lo largo de todo el año para lo cual debe ser necesario enfriamiento en época de verano o calefacción en época de invierno.

El diseño de una planta Hvac, aparte de lograr condiciones de confort, también es necesario controlar otros parámetros como concentración de partículas, diferenciales de presión, etc.

El presente informe describe los procedimientos de diseño de una planta HVAC para la elaboración de Inyectables, en conformidad con las normas nacionales e internacionales que regulan el proceso farmacéutico. Estas normas comúnmente conocidas como “Buenas prácticas de manufactura BPM”.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo del presente informe es obtener condiciones controladas de temperatura, humedad, limpieza del aire y presiones diferenciales entre áreas contiguas, que son los parámetros que rigen una sala limpia y con bajo consumo de energía, a través de un Sistema de control automático. Para ello se usara equipos importados y nacionales que junto a los materiales y la mano de obra calificada serán la vía de conclusión del proyecto.

1.3 ALCANCE

El alcance del presente trabajo, es la validación final del área de Inyectables **(CLASE 1000 – SALA BLANCA)**, los mismos que deberían de estar conformes con el objetivo y los requerimientos de usuario.

El aporte del presente trabajo es brindar a los interesados un medio de consulta para el diseño de sistemas HVAC en instalaciones farmacéuticas.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La justificación del presente proyecto, se genera por exigencias de Normas de los organismos nacionales e internacionales que actualmente son muy estrictos en estos tipos de plantas farmacéuticas.

1.5 LIMITACIONES

Las limitaciones como en toda obra es el tiempo, los espacios para trabajar conjuntamente con las otras especialidades y la disponibilidad del ambiente tratado.

Finalmente se logró demostrar, mediante las pruebas de validación que el sistema si está apto para la operación y producción de la medicina.

CAPITULO II

CONCEPTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y SALAS BLANCAS

2.1 PROPÓSITO DEL AIRE ACONDICIONADO.

El propósito del aire acondicionado es mantener constantes una serie de condiciones psicométricas y sanitarias del aire de un ambiente:

- Psicométricas: Temperatura sensible y Humedad relativa.
- Sanitarias: Limpieza, Contenido de CO₂, Olores y Contaminantes.

En nuestro caso particular es para mantener condiciones estables en una sala blanca la cuál será empleada para producción de productos farmacéuticos.

2.2 CONCEPTOS GENERALES

2.2.1 Aire atmosférico

El aire que nos rodea, se compone de una mezcla de gases secos y vapor de agua. Los gases contienen aproximadamente 77% de Nitrógeno y 23% de Oxígeno, con otros gases que totalizan menos de 1%. El vapor de agua existe en muy poca cantidad, así que es medido en granos o libras.

2.2.2 Temperatura de Bulbo seco (TBS) y de Bulbo húmedo (TBH)

La TBS, es la que se mide con un termómetro ordinario y es la medida del calor sensible del aire.

Mientras que la TBH, es la que resulta de la evaporación del agua, en una gasa húmeda, colocada sobre un termómetro común.

2.2.3 Humedad Relativa

Es la relación del vapor de agua real en el aire comparado a la máxima cantidad que estaría presente a la misma temperatura, expresada como un porcentaje (%).

2.2.4 Calor sensible (CS) y Calor latente (CL)

El CS, es la cantidad de calor seco, expresado en Btu por libra de aire; se refleja por la temperatura de bulbo seco.

El CL, es el calor requerido para evaporar la humedad que contiene una cantidad específica de aire. Esta evaporación ocurre a la temperatura de bulbo húmedo. También se expresa en Btu por libra de aire.

El calor latente o también llamado calor escondido es la energía térmica que debe absorberse o liberarse para que una sustancia cambie de estado. Por ejemplo, una libra de hielo a 0° C. absorbe 144 Btu de energía térmica cuando cambia de estado, de sólido a líquido. Una libra de agua a 0° C. libera 144 Btu de energía térmica, cuando cambia de estado de líquido a sólido. Esta energía

térmica no cambia la temperatura de la sustancia. Así es como algunas veces se le denomina “Calor escondido”.

2.2.5 Entalpia

La entalpía es una medida del contenido térmico total de la materia, se expresa en Btu por libra de sustancia. Cuenta para el calor sensible y para el calor latente. Como ejemplo, entre mas humedad haya en una libra de aire mayor es la entalpia. Esto ocurre porque se requiere calor adicional para cambiar un líquido a vapor. La energía térmica del vapor de agua contribuye al contenido térmico total.

2.2.6 Transferencia de calor

Puesto que el calor es una forma de energía, no puede crearse ni destruirse. Sin embargo, puede moverse o transportarse de un lugar a otro a través de numerosos medios.

Para entender cómo trabaja un sistema de aire acondicionado es necesario entender primero las formas en que puede ocurrir la transferencia del calor. El agua siempre fluye cuesta abajo, nunca cuesta arriba, y siempre de un nivel superior a un nivel inferior. De modo similar, el calor puede considerarse como fluyendo siempre en una dirección, desde una posición de temperatura más elevada hacia una de temperatura más baja.

Cuando el agua fluye cuesta abajo, entre más escarpada sea la loma más rápido viaja el agua. De modo similar, en la transferencia de calor, entre mayor sea la diferencia de temperaturas mayor será la cantidad de calor que fluirá en una unidad de tiempo. La transferencia de calor ocurre en tres formas principales: Conducción, Radiación y Convección.

2.2.7 Psicometría

Psicometría es el nombre que se da al estudio de las mezclas del aire y el vapor de agua, es una herramienta de mucha importancia para el técnico y el ingeniero saber usarla adecuadamente.

La carta psicométrica es la representación grafica de las tablas y con ella se pueden analizar gráficamente las propiedades psicométricas y se facilita la solución de diferentes problemas.

La carta psicométrica muestra básicamente, la relación entre las 7 siguientes propiedades del aire.

Temperatura de bulbo húmedo: BH

Temperatura de rocío: PR

Temperatura de bulbo seco: BS

Humedad relativa: HR

Humedad específica: W

Entalpía: H

Cuando se conocen dos de estas propiedades, las demás se encuentran con toda facilidad. La carta parte de la línea de saturación, o sea, a cada temperatura de bulbo seco corresponde cierta cantidad de humedad para que haya saturación; por lo tanto, si en las abscisas se representan las temperaturas y en las ordenadas las humedades específicas, la línea de saturación tiene la forma mostrada de la **figura. 1**.

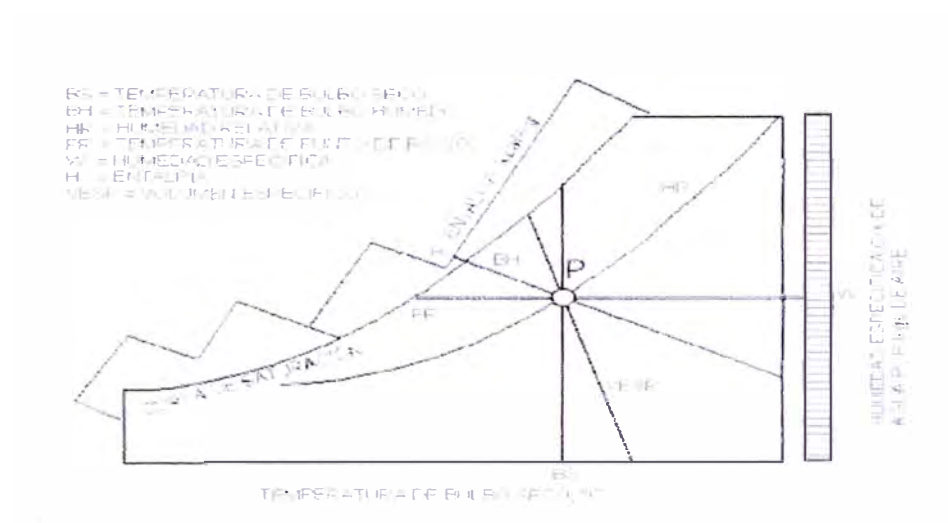


Figura 1.

2.2.8 Carga térmica

Es la cantidad de energía térmica (sensible y latente) que se debe entregar o retirar de un ambiente para mantener constantes, a lo largo del tiempo, las condiciones psicrométricas del ambiente.

Tipos de carga térmica:

Carga Sensible:

- Radiación solar
- Transmisión térmica

- Calor sensible de personas
- Luces
- Calor sensible de equipos
- Calor sensible del aire infiltrado

Carga Latente:

- Calor latente de personas
- Calor latente de equipos
- Calor latente del aire infiltrado

Carga Total del ambiente = Carga Sensible + Carga Latente

Carga Total del Aire Exterior:

- Carga Sensible del Aire Exterior
- Carga Latente del Aire Exterior

Carga Total del Equipo = Carga Total del ambiente + Carga Total del Aire Exterior.

2.3 CONCEPTOS GENERALES SOBRE SALAS BLANCAS

2.3.1 Definición de sala blanca

Se suele identificar como sala blanca o sala limpia a aquella en que los parámetros enumerados a continuación se mantienen alrededor de los valores de consigna con tolerancias muy estrechas sean cuales sean las condiciones exteriores y el proceso de producción que se realice en su interior:

Número y dimensiones de partículas en el aire.

Temperatura seca y distribución de la misma.

- Temperatura húmeda y distribución de la misma.
- Flujo de aire: velocidad y dirección, así como su distribución en la sala.
- Presión interior del aire y su distribución.
- Geometría y acabados interiores.
- Iluminación.
- Protección contra incendios.
- Protección electrostática, etc.

También se puede definir como aquella sala que proporciona valor añadido al propietario, ya que sin él no podría realizar o sería más costosa la producción de determinados productos o la ejecución de determinados tipos de operaciones (procesos, quirúrgicos, etc.).

En nuestro caso particular veamos en la **figura 2** una sala blanca para la industria farmacéutica.



Figura 2.

2.3.2 Origen de las salas blancas

Las salas blancas surgieron simultáneamente en dos áreas específicas: la hospitalaria y la de sistemas de armas y tuvo una rápida aplicación en el desarrollo de la microelectrónica. Las primeras salas blancas se desarrollaron en las salas hospitalarias, pues se dieron cuenta que las bacterias que contenía el aire causaba infecciones en los hospitales y que este número de infecciones se reducía considerablemente cuando ejercían ventilación intensa en los mismos.

Tal vez sin saberlo, estaban logrando la disminución de agentes contaminantes en el interior de las salas. Hoy en las salas blancas se reduce el número de partículas sólidas contenidas en el aire hasta valores tan bajos como se desee, mientras que ellos lo que buscaban era reducir el número de bacterias y virus que perjudicaban la salud de los hospitalizados.

2.3.3 Aplicaciones de las salas blancas

La tecnología de las salas blancas se usa en las siguientes áreas:

Microelectrónica

Farmacéutica

Alimentaria

Microsistemas

Medica

Hospitalaria

Industria del plástico y químicos.

Todas tienen en común que necesitan aire con un alto grado de pureza, pero la finalidad es distinta y así en microelectrónica lo importante es proteger el producto de las partículas del aire; en el área farmacéutica lo importante es proteger al producto y a los consumidores frente a las partículas y microorganismos del aire; en el área alimentaria lo importante es proteger el producto y al consumidor de microorganismos vivos y en los hospitales proteger al paciente de virus y bacterias, bacilos, etc.

Las salas blancas se usan preferentemente en el área de la microelectrónica seguida del área farmacéutica. Aunque se mantenga la calidad de la sala blanca (clase), ni la tecnología, ni los materiales, ni el costo es el mismo viéndose afectado por la dedicación, el uso, el tamaño, etc. y lo que puede ser adecuado para una sala blanca del área de la microelectrónica puede resultar inaplicable en el área farmacéutica o viceversa.

Tener en cuenta que la finalidad es distinta en muchos casos de desea proteger el producto, consumidor y en otros a los pacientes.

2.3.4 Clasificación de las salas blancas

Por el tipo de fabricación.

Se pueden distinguir dos grandes grupos principales. El primer grupo tiene la necesidad de controlar las partículas inanimadas ya que su presencia puede afectar al funcionamiento de los productos que hay en

ellas.

El segundo grupo tiene la necesidad de controlar el ambiente microbio biológico que puede alterar los procesos que se dan dentro de ellas.

Por el tipo de ventilación.

Las salas blancas por su proceso de ventilación pueden dividirse en los siguientes grupos:

- * **Por circulación de aire convencional.** Éstas utilizan el método general empleado en las oficinas, tiendas, etc. donde el aire es proporcionado por difusores en los techos o paredes, pero salvando las siguientes diferencias:

Suministro de aire más elevado ya que se necesita reciclar el aire más a menudo que en las tiendas u oficinas. Estas reciclan el aire entre 2 y 10 veces por hora, mientras que en las salas blancas se reciclan entre 20 y 60 veces y hasta más.

Utilización de filtros más eficientes, tanto en los equipos de ventilación como en los conductos.

Presurización de la sala para evitar la entrada de aire externo y sellado de la sala. **(Ver figura 3).**

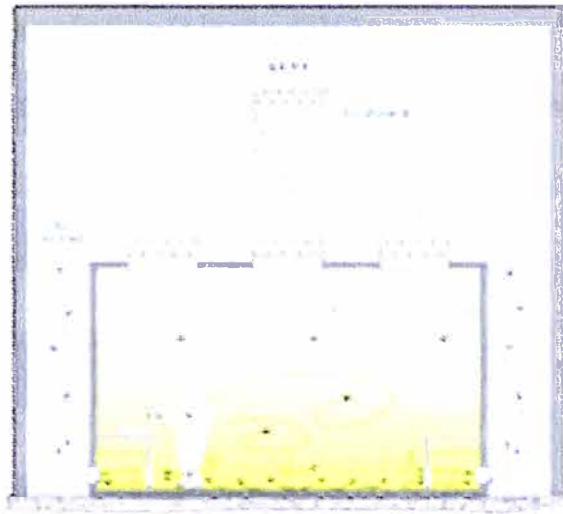


Figura 3.

- * **Por circulación de aire unidireccional.** Éstas son generalmente las que necesitan bajos niveles de bacterias o partículas. Este tipo de ventilación es en una dirección, normalmente horizontal o vertical, a una velocidad uniforme entre 0.3 y 0.45 m/s. (llamadas comúnmente flujo laminar). **Ver Figura 4.**

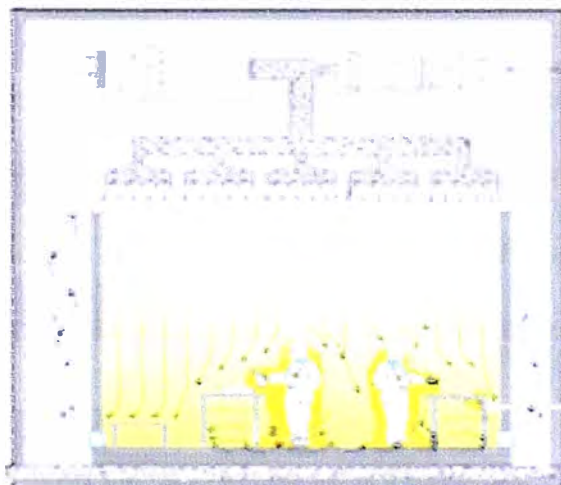


Figura 4.

2.3.5 Sala limpia farmacéutica (planta HVAC)

En el diseño de una planta de HVAC (*“Heated and Ventilated Air Conditioned”*) para una instalación farmacéutica deben considerarse varios aspectos, a saber: la protección del producto, la protección del personal y la protección del medio ambiente.

Además de estas consideraciones, otro aspecto importante a considerar son las normas nacionales e internacionales, que regulan el proceso farmacéutico.

2.3.6 Presión de la sala, esclusa y pasadizo.

Un parámetro importante que tiene mucha influencia en la clase de limpieza del aire y consecuentemente en la calidad del producto farmacéutico, es el control de la presión estática en la sala.

En términos generales una diferencia de presión entre una sala limpia y el ambiente contiguo es de 15 Pa. Con el fin de eliminar la migración de partículas, y en ambientes en las cuales se requiere una cascada de presiones tendrá mayor presión la sala más crítica, lógicamente dependiendo del tipo de producto.

Un diferencial de presión en exceso de 25 Pa, puede dificultar la apertura y cierre de la puerta.

La presurización de una sala se realiza equilibrando los caudales de aire de suministro y retorno para que haya una sobrepresión o una infra presión; la diferencia entre los caudales de aire de suministro y retorno constituye la fuga encontrada en la sala. Esta fuga tiene lugar por las puertas, escotillas u otras aberturas (la boca del túnel de esterilización, o aberturas en las cintas transportadoras); se puede estimar el caudal de fugas aplicando la fórmula de la ecuación del orificio:

$$Q = 776 \times C \times A \times \sqrt{(2 \times \Delta p / \delta)}$$

Siendo:

- Q: caudal de fuga, CFM
- A: área de fuga, ft²
- Δp : Diferencia presión diferencial entre ambientes. Esta diferencia de presión varia en el rango de (0.05-0.08) plg/C.A
- C: coeficiente de flujo, está en función de la geometría, la sección transversal, la fricción y la turbulencia y su rango es de (0.6-0.7), tomaremos el promedio 0.65.
- δ : Densidad del aire del lado de mayor presión, lb/ft³.

Como valor de referencia para la fuga de aire a través de una puerta con una diferencia de presión de 0.06" C.A, se consideran 20.6 CFM por grieta lineal de puerta. Para nuestro caso consideraremos 250 CFM por puerta simple.

Nótese que una esclusa (air lock) es un pequeño cuarto entre dos cuartos de diferente presión estática de aire, con puertas entrelazadas para prevenir la pérdida de presión en el cuarto de mayor presión. (Ver figura 5).

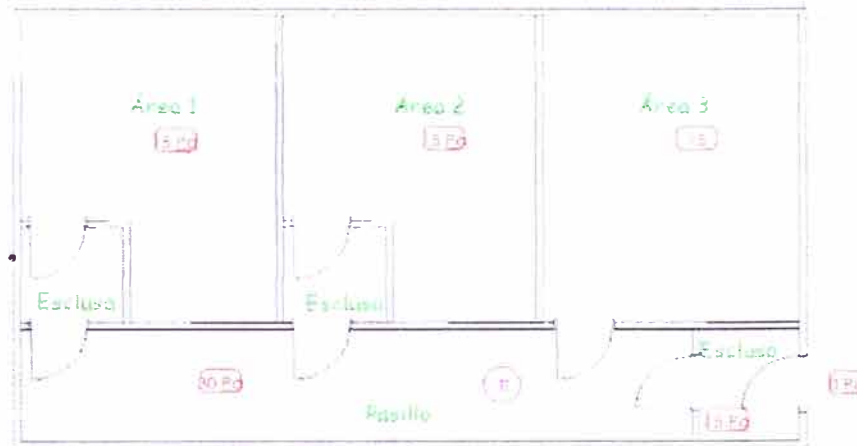


Figura 5.

El instrumento para medir el diferencial de presión de las salas es el Manómetro de presión diferencial. (Ver figura 6).



Figura 6.

2.3.7 Número de renovaciones.

El número de renovaciones o cambio de aire por hora, es el recambio de un volumen de aire contenido en un determinado espacio en una hora. Así mismo establecer si se trata de áreas críticas, áreas controladas o áreas adyacentes.

Según las BPM de la OMS y las G.E. Aséptico se exigen por lo menos 20 cambios / hora.

Los diseñadores recomiendan de acuerdo a la calidad del aire requerido:

- Clase 100	400-800 cambios
- Clase 1,000	60-120 cambios
- Clase 10,000	40-60 cambios
- Clase 100,000	20-25 cambios.

Indicar además que estas mediciones se realizan con el caudal de aire de suministro:

$$\text{Renovaciones/hora} = (\text{Caudal} / \text{Volumen del cuarto}).$$

Y según las renovaciones de aire también se recomienda el porcentaje en área de filtración terminal HEPA.:

- Clase 100	60-80 % del área
- Clase 1,000	30-60 % del área
- Clase 10,000	10-20 % del área
- Clase 100,000	-----

El instrumento utilizado para medir el caudal de aire es el Balómetro. (Ver figura 7).

Y para medir la velocidad del aire es el Anemómetro. (Ver figura 8).



Figura 7.



Figura 8.

2.3.8 Clasificación de áreas.

Según la Federal Standard 290E:

Federal Standard : FED-STD-209D y Federal Standard : FED-STD-209E

Clase	Concentración Límite Máxima de Partículas (Partículas/pie ³ de Aire)				
	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	5.0 µm
1	35	7.5	3	1	NA
10	350	75	30	10	NA
100	NA	750	300	100	NA
1.000	NA	NA	NA	1.000	7
10.000	NA	NA	NA	10.000	70
100.000	NA	NA	NA	100.000	700

Esta tabla quiere decir que para una clase 1000 debería de haber como máximo 1000 partículas de 0.5 µm en 1 pie³ de aire.

Según la ISO 14644-1:

ISO – 14644 – 1 : Salas Limpias y Controles Ambientales
Asociados - Clasificación de tipos de aire limpio

Clasificación ISO (N)	Concentración Límite Máxima de Partículas (Partículas/m ³ de Aire)					
	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1 µm	5 µm
ISO Clase 1	10	2				
ISO Clase 2	100	24	10	4		
ISO Clase 3	1.000	237	102	35	8	
ISO Clase 4	10.000	2.370	1.020	352	83	
ISO Clase 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
ISO Clase 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8320	293
ISO Clase 7				352.000	83.200	2.930
ISO Clase 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO Clase 9				35.200.000	8.320.000	293.000

2.3.9 Conteo de partículas

Objetivo: Demostrar que el recuento de partículas cumple con la clasificación establecida para cada ambiente, para nuestro caso clase 1000 no deberá de pasar de 1000 partículas de $0.5 \mu\text{m}$ en 1 pie^3 .

El instrumento para contar las partículas es el contador (Ver figura 9).



Figura 9.

Procedimiento:

Utilizar un contador de partículas no viables calibrado

Realizar el conteo en condiciones AT REST

Cada muestra de aire debe corresponder a 2 minutos de muestreo

Adjuntar registro del contador de partículas

Muestreo:

El número mínimo de tomas de muestras (N) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$N = \sqrt{\text{Área en metros cuadrados}}$$

2.3.10 Integridad de filtros.

La prueba de integridad de los filtros H.E.P.A. (**ver figura 10**), que significa High Efficiency Particulate Air, se lleva a cabo generando aerosol de Emery 3004 (P.A.O.) en frío, el cual es inyectado antes que el aire atraviese el filtro y se calibra el equipo al 100 % con esa concentración de aerosol.

Posteriormente en el lado opuesto del filtro (dentro del ambiente), realizar con el fotómetro (**ver figura 11**) un barrido punto a punto sobre la superficie de cada filtro y del respectivo empaque a 3 cm del filtro, verificando que no existan fugas. En el caso de detectar alguna fuga se procede a obturar con silicona y se monitorea nuevamente con el fotómetro para verificar la integridad del respectivo filtro.

El objetivo es verificar que no existan fugas por toda la superficie del filtro y las empaquetaduras de unión para asegurar que todo el aire que ingresa a cada ambiente de trabajo es filtrado a niveles permitidos, a fin de mantener la limpieza del ambiente.

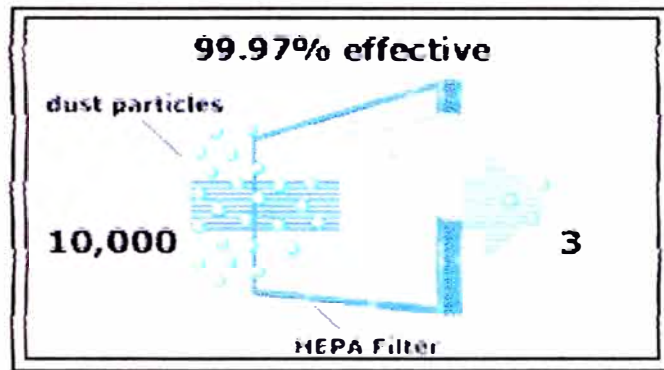


Figura 10.



Figura 11.

2.4 FUNCIÓN DEL AIRE ACONDICIONADO

Se puede establecer que la función del aire acondicionado en una planta farmacéutica HVAC es la de mantener estables ciertos parámetros durante todo el año, y recordar que debe de proteger a la persona, producto y el medio ambiente.

Para mantener estas condiciones se deben de efectuar los siguientes procesos básicos:

- Control de temperatura y humedad

- Ventilación y calidad del aire interior
- Filtrado
- Circulación
- Presión estática, etc.

Estos procesos deben realizarse:

- Automáticamente
- Sin ruidos molestos
- Con el menor consumo energético
- Sin producir contaminación al medio ambiente

2.5 CAMPOS DE APLICACIÓN

2.5.1 Confort humano

Podemos definir el confort como un estado de completo bienestar físico, mental y social. Pretendemos que las personas se encuentren bien, no que estén menos mal. El confort, depende de multitud de factores personales y parámetros físicos.

De entre todos los factores, el confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona. Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano.

2.5.2 Procesos

Esta aplicación está destinada a satisfacer las necesidades específicas de un cierto proceso de producción.

En la industria hay procesos de fabricación, las cuales requieren de condiciones ambientales especiales de temperatura, humedad, pureza del aire, presión estática, número de renovaciones, etc.

Menciono algunos de los campos:

Bobinados de motores eléctricos.

Conservación de lúpulo en una cervecería

Secado de cuero en una curtiembre

Efervescentes en un laboratorio químico

Humectación de tabacos de una tabacalera

Tejido de algodón de una textil

Sala de operaciones de un hospital

Centros de computo y centrales telefónicas

Producción de medicamentos en un laboratorio, etc.

2.6 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS

A continuación se describe los componentes de los sistemas de aire acondicionado distribuidos de acuerdo a los circuitos a los que pertenecen:

2.6.1 Circuito de refrigeración

En cualquier sistema práctico que se usa para refrigerar, el mantenimiento de la baja temperatura requiere la extracción de calor del cuerpo a refrigerar y ceder este calor a otro cuerpo o sustancia.

Los principales procesos que se usan para lograr la refrigeración son:

Compresión

En este proceso se realiza el aumento de presión en el sistema, efectuado por un compresor con refrigerante.

Condensación

El refrigerante que sale está ya listo para ceder su calor latente de condensación a un medio a menor temperatura, en este caso al medio ambiente.

Expansión

El refrigerante en estado líquido se encuentra listo para evaporarse a una temperatura inferior (bajo cero), pero para esto necesita encontrarse a la presión correspondiente a la temperatura de evaporación deseada. Esto se consigue reduciendo bruscamente la presión del líquido con una válvula de expansión termostática o un tubo capilar realizándose esto sin pérdida ni ganancia de calor, es un proceso adiabático.

Evaporación

El refrigerante que se encuentra listo para evaporarse tiene que extraer calor de su entorno. En este caso extrae calor del recinto a acondicionar.

En la **figura 12** se muestra los principales procesos del ciclo de refrigeración.

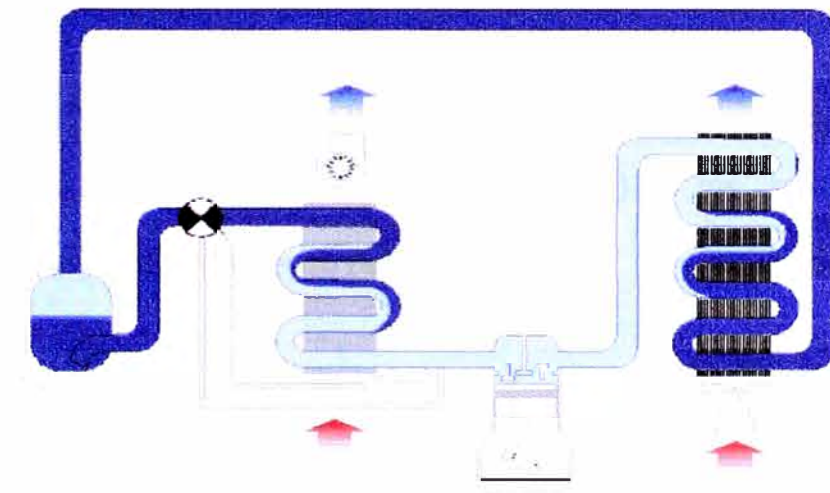


Figura 12.

2.6.2 Circuito de aire

En este circuito están comprendidos los siguientes componentes:

Motor Ventilador

Encargado de tomar e impulsar el aire a los ambientes a acondicionar.

Ductos

Encargado de distribuir el aire a las distintas zonas a acondicionar, tanto en la línea de descarga como en la de retorno. Estos ductos deberán de llevar aislamiento térmico para evitar que se produzcan condensaciones.

Rejillas de suministro y de retorno

Encargados de inyectar y extraer el aire de los ambientes a acondicionar.

Rejillas de toma de aire fresco

Encargados de inyectar aire exterior (fresco) a los ambientes a acondicionar, con el propósito de renovar el aire.

Serpentín de enfriamiento

Encargado de enfriar y secar el aire que va a los ambientes a acondicionar.

Serpentín de calefacción o resistencias eléctricas

Encargado de calentar y secar el aire que va a los ambientes a acondicionar.

Filtros de aire

Encargado de limpiar el aire y pueden ser de baja, mediana y alta eficiencia (HEPA), según sea la necesidad.

En la **figura 13** se muestra el esquema básico del circuito del aire

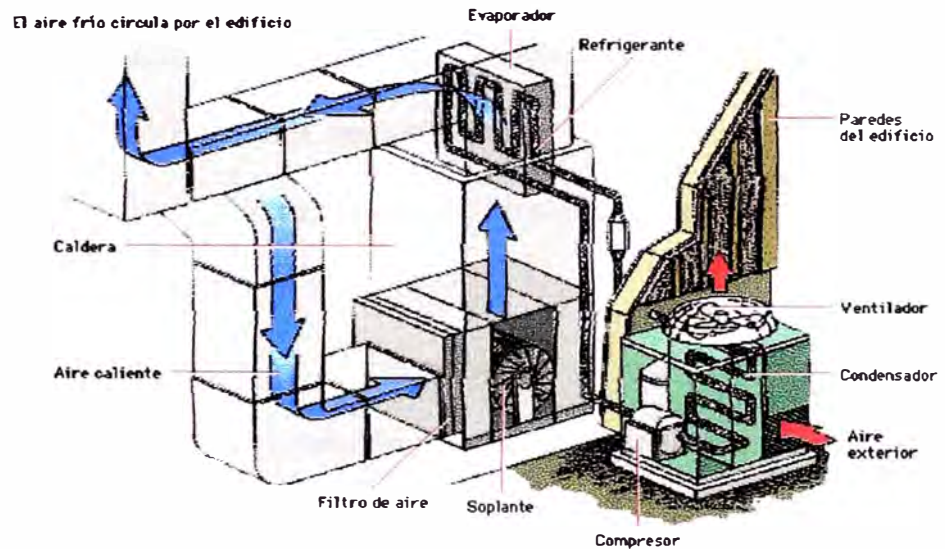


Figura 13

2.6.3 Circuito de fuerza y control

Este circuito es el que se encarga de entregar energía eléctrica al equipo y sus demás componentes eléctricos, así mismo controlan su funcionamiento y están comprendidos de los siguientes elementos:

Punto Eléctrico

Contactores y Relays para los motores eléctricos

Controladores de temperatura y humedad

Otros (terminales, fusibles, conductores, etc.).

2.7 TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

2.7.1 Sistemas Unitarios

Los sistemas unitarios se caracterizan por utilizar equipos de Expansión directa del tipo compactos auto contenidos que son aquellos que reúnen en un solo gabinete todas las funciones requeridas para el funcionamiento del aire acondicionado y que se ubican dentro de los locales o sirviendo directamente a los mismos.

Se consideran comprendidos en estos sistemas los equipos que se instalan en los locales servidos o colindantes con rejillas, plenos o conductos de distribución en los mismos ambientes, pero cuando se colocan en forma remota en salas de máquinas distribuyendo el aire con conductos desde las mismas, se los suele caracterizar a esos sistemas como de “todo aire”.

Acondicionador de Aire individual de ventana o muro

Es un equipo cuya capacidad normalmente llega hasta los 24,000 Btu/Hr.

Compuesto básicamente de los elementos que se indican:

- Gabinete o carcasa de montaje.
- Compresor hermético blindado.
- Condensador y evaporador con serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio.
- Ventilador centrífugo para el evaporador y helicoidal para el condensador, con motor de accionamiento común.

- Sistema de calefacción por resistencia eléctrica o bomba de calor.

En la **figura 14** se muestran en forma esquemática los componentes de un equipo individual de ventana.

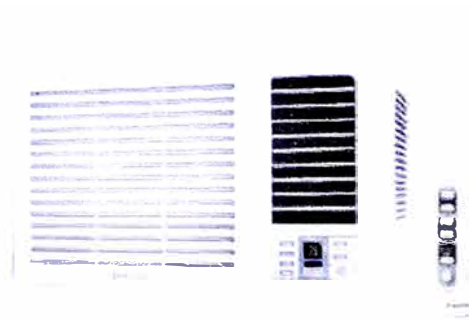


Figura 14.

Equipos auto contenidos externos (Roof-top)

Son unidades diseñadas especialmente para instalación en intemperie y son adecuados para locales de una sola planta con cubierta plana tales como residencias, oficinas, supermercados, industrias, etc., cuyo esquema de funcionamiento se muestra en la **figura 15**.

Constituye el paso siguiente al acondicionador individual partiendo desde 2 TR hasta más de 30 TR, con la posibilidad de incorporar conductos de distribución del aire. Ellos utilizan suministro eléctrico trifásico.

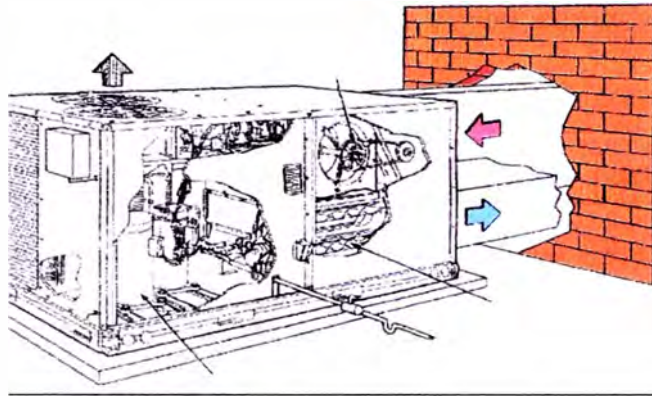


Figura 15.

Normalmente se los fabrica con descarga y retorno lateral para flexibilizar su instalación, permitiendo su montaje sobre paredes, marquesinas o en lugares difícilmente accesibles para cualquier otro aparato, lo que permiten resolver una innumerable serie de instalaciones a un costo muy bajo, con calefacción a gas natural, eléctrica o bomba de calor. También se diseñan para la descarga y el retorno del aire en forma vertical para ubicarlos sobre las aberturas de los techos, tal cual se muestra en la **figura 16**.

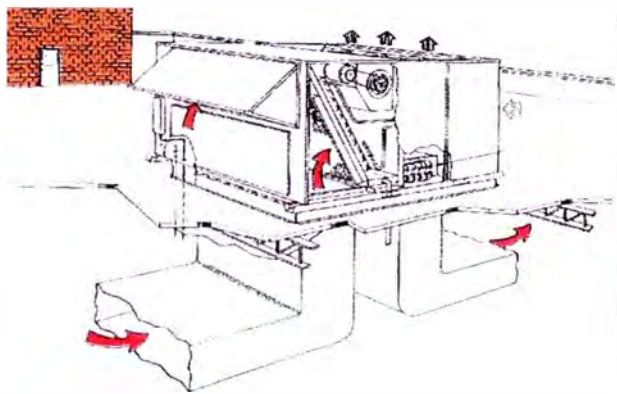


Figura 16.

Estas unidades vienen preparadas para operar con conductos Únicamente en su parte evaporadora, mientras que el aire de condensación es aspirado directamente del exterior, a través de los laterales posteriores del equipo, por un ventilador helicoidal de funcionamiento a baja velocidad. Se los suministra completos con termostato ambiente y un panel de mandos.

2.7.2 Sistemas de Expansión directa

Estos sistemas, también llamados todo refrigerante se diferencian de los unitarios con equipos auto contenidos en que utilizan unidades que

Están divididos en dos gabinetes uno exterior y otro interior, con la idea de separar en el circuito de refrigeración, la zona de evaporación en el interior, con la zona de condensación en el exterior. Ambas unidades van unidas por medio de tuberías de cobre para la conducción del refrigerante y constituyen el sistema denominado todo refrigerante o también llamado sistema separado (split system).

Estos sistemas permiten ubicar a la sección evaporadora consistente en un mueble con un ventilador centrífugo y el serpentín de evaporación en cualquier posición dentro de los locales a climatizar y a su vez, la unidad condensadora, que contiene al compresor de refrigeración, ventilador y serpentín de condensación, se coloca en el exterior, en patios, balcones, terrazas, etc.

La interconexión de ambas unidades requiere solamente una Cañería de succión y otra de líquido para la circulación del fluido refrigerante, Siendo estas tuberías de pequeñas dimensiones y fácilmente ubicables sin afectar a los ambientes como se muestra en el equipo de consola de la **figura 17 y 18**.



Figura 17.

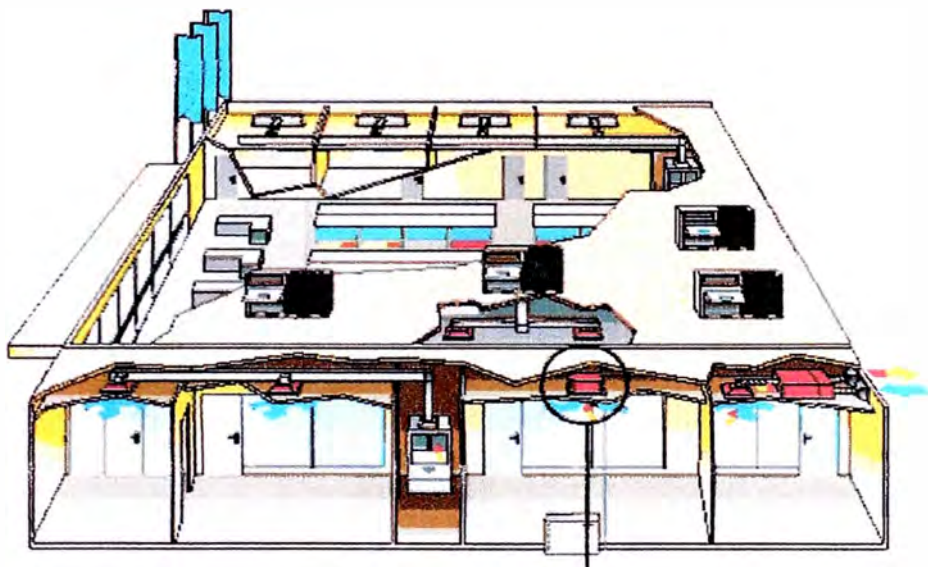


Figura 18

La unidad condensadora exterior puede instalarse suspendida o apoyada en un aire luz, patio, azotea, marquesina, balcón, etc., a la misma altura, en un nivel superior o inferior al de la unidad evaporadora.

La sección evaporadora puede instalarse interiormente apoyada sobre el piso en una consola o suspendida en una unidad mural de colgar adaptándose a cualquier ambiente en función de las necesidades en potencias de refrigeración.

Los modelos de unidades interiores más utilizados se describen a continuación y básicamente consisten en:

- **Mural:** para colocar colgado sobre pared. (**Figura 19**)



Figura 19.

- **Cassette:** puede ser para embutir dentro del cielorraso con una altura de aproximadamente 35 cm o del tipo para suspender bajo el cielorraso ocupando solo 17 cm, de cuatro o dos vías de distribución del aire (**figura 20**).

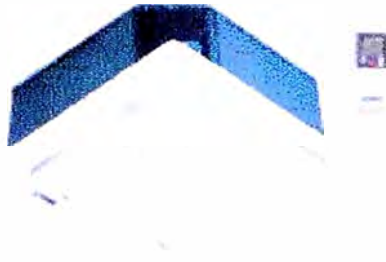


Figura 20.

- **Consola:** para apoyar sobre el piso o techo. (figura 21)



Figura 21.

2.7.3 Sistemas todo aire

Los sistemas todo aire están constituidos por un equipo auto contenido o una unidad de tratamiento de aire central, ubicada generalmente en una sala de máquinas, separada del espacio que se acondiciona, utilizando como fluido termodinámico el aire que se distribuye por un sistema de conductos. La ventaja de estos sistemas es que la centralización de los componentes principales en una sala independiente, hace que no se requiera en los ambientes acondicionados mantenimiento alguno, dado que no existen como

en los otros sistemas, filtros, tuberías, desagües, elementos eléctricos, ni generación de ruidos.

La permutación invierno-verano y la utilización del aire exterior como fuente de ventilación y eventualmente para refrigeración en las épocas intermedias, se puede hacer en forma sencilla y admiten la fácil adaptación de los sistemas de recuperación del calor, permitiendo mediante un proyecto adecuado de conductos, una distribución flexible del aire con un buen barrido, así como un efectivo control de humectación.

Como desventaja se puede mencionar que se necesita mayor espacio para la distribución de los conductos, especialmente cuando las unidades de tratamiento están muy alejadas y existe limitación de la altura de vigas y losas de los techos. Por otra parte, se requiere la regulación de los caudales de aire por los conductos para cada uno de los locales servidos que a veces se hace dificultosa.

Los sistemas todo aire pueden ser de 2 tipos:

- **Volumen constante**
- **Volumen variable**

Los sistemas de volumen constante componen la mayoría de las instalaciones realizadas, diseñándose para mantener el caudal constante y se varía la

temperatura de impulsión a los locales a fin de suministrar en cada instante la cantidad de calor sensible requerido en el mismo.

Los sistemas de volumen variable basan su regulación ajustando el caudal circulante y manteniendo la temperatura de impulsión constante, mediante un accesorio denominado compuerta o caja de regulación, comandada por un termostato del ambiente. (Ver figura 22 y 23).

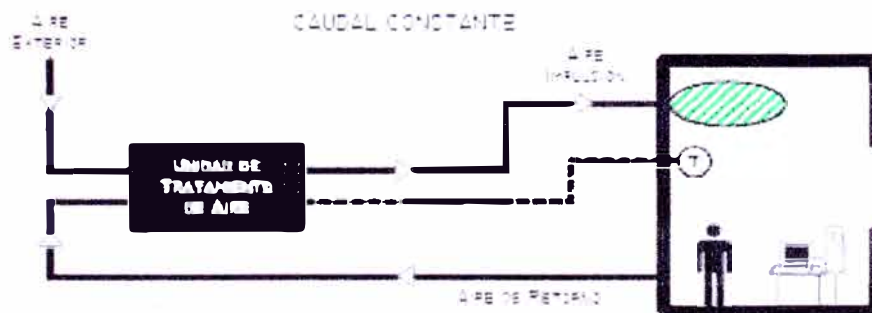


Figura 22.

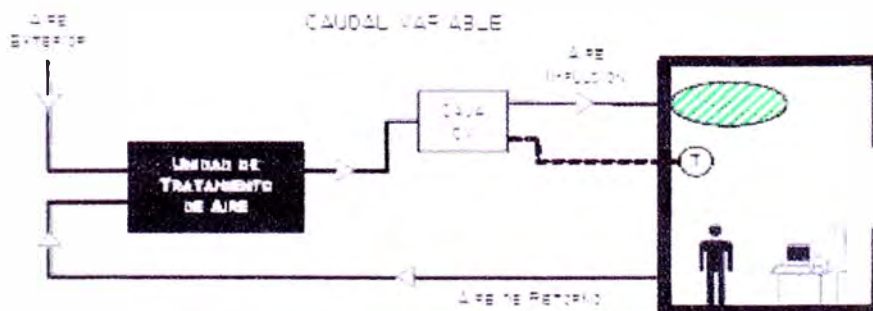


Figura 23.

2.7.4 Sistemas todo agua

El sistema todo agua es aquel en que en el espacio acondicionado hay unidades terminales denominadas fan-coil individuales en los cuales circula agua fría o caliente por serpentines y con ventiladores se difunde el aire en el local. El agua se la distribuye mediante bombas y cañerías desde una unidad enfriadora de agua o una caldera ubicada en forma remota, según el esquema que se muestra en la **figura 24**, siendo un sistema muy utilizado en aplicaciones residenciales o departamentos, hoteles, hospitales, laboratorios, oficinas, Clínicas, escuelas, etc.

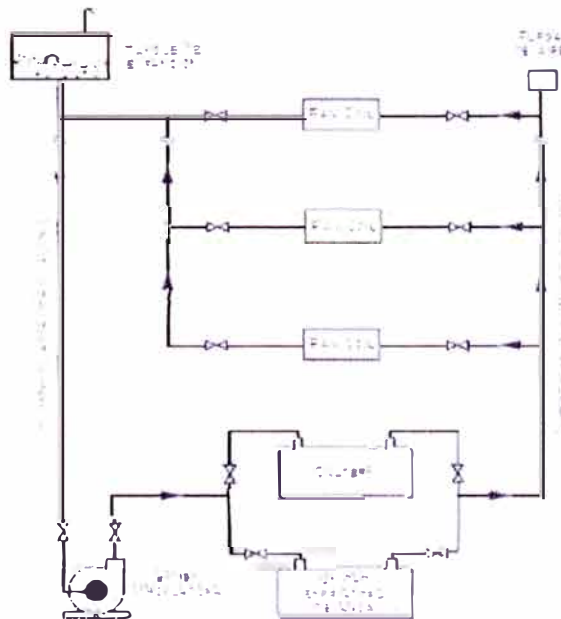


Figura 24.

La distribución con agua en lugar de aire para transportar el fluido termodinámico desde la planta de tratamiento a las zonas, produce una

enorme disminución de espacios ocupados. La instalación de conductos se reduce al mínimo, dado que normalmente no se necesitan ni para la impulsión y retorno y el montaje, solo consiste en el tendido de cañerías y aperturas de pequeñas ventilaciones en fachada y desagües.

Características del sistema

El sistema de aire acondicionado todo agua está conformado por los siguientes componentes básicos:

- Unidades terminales o fan-coil individuales.
- Planta de tratamiento del agua compuesta por unidad enfriadora y caldera.
- Sistema de distribución, mediante cañerías y bombas.

2.7.5 Sistemas aire agua

Se denominan sistemas aire-agua cuando se envía agua fría o caliente a las unidades terminales ubicadas en el espacio y además aire frío o caliente impulsado desde unidades de tratamiento de aire centralizadas.

Pueden ser:

- Inducción
- Fan-coil con aire primario
- Paneles radiantes con aire primario (Techos fríos)

CAPITULO III

SITUACION ACTUAL DEL AREA DE INYECTABLES

3.1 ANTECEDENTES

El Perú cuenta con 377 plantas de fabricación de productos farmacéuticos autorizados por DIGEMID en Lima y Callao. Además, existen plantas de fabricación en el interior del país, pero en escaso número y representatividad.

Debe precisarse que estas plantas se agrupan en:

Productores de medicamentos

Productores de preparados galénicos

Productores de material médico quirúrgico y odontológico

Productores de preparados a partir de plantas medicinales

Productores de gases para uso medicinal.

Además, la escala de producción es variable, siendo algo más de 30 las empresas con niveles de producción aceptables para atender la demanda a escala nacional. Debe mencionarse también que solo 27 plantas (7,16% del total) cuentan con certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM),

emitida por la DIGEMID, careciendo las restantes de alguna forma de certificación de calidad formal.

Además, se reportan aproximadamente 44 líneas farmacéuticas sin plantas de producción en el país, que en algunos casos encargan la producción a empresas peruanas, a través del llamado sistema de maquila. En escasas situaciones, se encarga la producción para la exportación como el caso de la empresa Elli Lily, que obtiene su línea de antibióticos macrolidos de MEDIFARMA S.A., para exportar a Venezuela.

Los laboratorios farmacéuticos más importantes del país están asociados a dos gremios: la Asociación de Laboratorios Farmacéuticos del Perú (ALAFARPE), que agrupa principalmente a laboratorios de investigación extranjeros y la Asociación de Industrias Farmacéuticas de Origen y Capital Nacionales (ADIFAN) que convoca a los laboratorios nacionales más importantes.

Algunas de las plantas farmacéuticas en el Perú, que poseen salas limpias para fabricación y envasado de inyectables son:

Laboratorios AC farma

Laboratorios Hersil

Medifarma

Cipa

Teva Perú

3.2 NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Las normas internacionales que regulan la calidad de los ambientes de las salas limpias son:

Federal Standard 209E (EEUU).

ISO 14644.

Las normas nacionales (Perú) son:

Manual de buenas prácticas de manufactura de productos farmacéuticos Digemid.

3.3 TENDENCIA APLICADA A NUESTRO PAÍS

En los últimos años se están construyendo mas salas limpias para este fin, el cual es debido a las normativas y exigencias nacionales, así como también al crecimiento poblacional.

3.4 EQUIPAMIENTO ACTUAL EN EL PERÚ

Aproximadamente más del 60% de los laboratorios de producción de Inyectables cuentan con equipos y maquinaria de más de 20 años de antigüedad, y el 40% restante poseen maquinarias modernas.

CAPITULO IV

CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES

4.1 CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE LA SALA LIMPIA CLASE 1000.

4.1.1 Descripción del local.

El presente proyecto cubre la provisión de ingeniería (planos de distribución de aire, planos de balanceo de presiones y planos de distribución de filtros terminales), materiales y equipos, transporte, montaje, puesta en marcha y pruebas de funcionamiento de las instalaciones de aire acondicionado y ventilación mecánica en las áreas de Envasado y mezclas de ampollas, los cuales se muestran en los planos de INNOVA ANDINA S.A. ubicada en Lurín, Perú. Cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Lima: 12 Grados Latitud Sur, a 100 msnm.

Las provisiones e instalaciones se ajustarán en un todo a las presentes especificaciones técnicas particulares, a los planos correspondientes y a las especificaciones generales.

La propuesta comprenderá todos los materiales y trabajos necesarios, incluyendo aquellos no estén expresamente especificados que fueran

necesarios para una correcta y completa terminación, de acuerdo a las reglas del arte, que asegure el cumplimiento de los fines propuestos.

4.1.2 Cálculo de coeficientes globales de transmisión

Existen varias Configuraciones de los muros verticales (paredes) y las Lozas horizontales (techos) Sin embargo las paredes o los techos pueden ser de dos tipos: Exteriores (soleados) o interiores. (Ver tabla 1, 2 y 3 del Anexo N° 02)).

El coeficiente global de transferencia de calor se determina por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{U_{ext}} = \sum_{i=1}^{i=n} R_i$$

U_{ext} : Coeficiente global de transferencia de calor: $\left[\frac{Kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C} \right]$

R_i : Resistencias Térmicas de los materiales $\left[\frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal} \right]$

4.1.3 Determinación de los pesos de paredes, techos y Pisos por metro cuadrado.

De las tablas 1,2 y 3 obtenemos el peso específico de los muros en (kg/m³) y con los espesores correspondientes tenemos:

$$\frac{PESO_{PARED}}{M^2_{PARED}} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = EspesorPared(m) \times PesoEspecifico \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

Cuando se tenga que calcular el calor por radiación solar que ingresa a través de las ventanas, deberán hallarse factores de almacenamiento (**Tablas 4, 5, 6, 7, y 8 del Anexo N° 02**) para poder calcular la carga real de refrigeración. Estos factores de almacenamiento están en función del peso de la estructura :La capacidad de absorción de calor de los muros y la capacidad del equipo de aire acondicionado esta en relación directa e inversa respectivamente con el peso de la estructura Si se tiene un peso de la estructura relativamente grande, esto quiere decir que gran parte del calor radiante que ingresa por las ventanas será absorbido por la estructura, y en consecuencia la capacidad del equipo de aire acondicionado que se hallará después de todos los cálculos será relativamente pequeña.

4.1.4 Día de proyecto y hora de cálculo

Para determinar el mes y día de cálculo es necesario analizar, cuándo las cargas radiantes alcanzan en forma simultánea un valor máximo. Este análisis se realiza sólo para las orientaciones cardinales de las superficies “soleadas” **De la tabla 9**, extraemos los valores de las máximas aportaciones solares, con interpolaciones simples si es necesario para obtener los grados de latitud Sur ó Norte, según la ubicación geográfica de la zona, y multiplicando por 1.07 los valores de los meses de diciembre y enero.

4.1.5 Transmisión de calor a través de superficies no opacas.

También el sol atraviesa el vidrio de las ventanas y penetra en el ambiente, calentando pisos muebles y otros objetos. Esos objetos así calentados son una carga sensible internas mas.

Para calcular la influencia de la radiación solar que atraviesa la ventana y transformaría en carga sensible, se usan las tablas que ofrecen valores de las cantidades de calor sensible que deben ser consideradas por m² de área de vidrio, conforme a su orientación, tipo de vidrio y otras características como cortinas, persianas, sombras, etc.

Para nuestro caso, esta transmisión no se produce debido a que no contamos con ventanas ni externas e internas. **(Ver tabla 9 del Anexo N° 02).**

4.1.6 Transmisión de calor a través de superficies opacas.

Siendo la radiación solar y la diferencia de temperaturas variables durante el día, la intensidad de flujo de calor también lo será, lo cual hace complicado su cálculo por ser un sistema no permanente.

Para el cálculo del flujo de calor a través de muros y techos exteriores (soleados) se ha recurrido al concepto de:

DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA.

$$Q = U \times A \times \Delta T_e$$

ΔT_e = definida como la diferencia entre las temperaturas del aire exterior e interior que produce el mismo flujo de calor al local que la originada por los dos fenómenos en forma simultánea, es decir la variación de la radiación solar y la variación de la temperatura exterior.

$$\Delta T_e = a + \Delta T_{es} + (b \times R_s / R_m) \times (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

Esta fórmula está en función a:

- Temperatura Exterior
- Variación de la temperatura exterior durante el día
- Peso de los Muros (kg/m² piso)
- Color de las paredes Exteriores (Oscuro, medio y claro)
- Radiación Solar (Kcal / hr-m²).

a: Coeficiente de corrección para una diferencia de temperatura entre el exterior y el interior diferente de 8°C, y con una variación de temperatura exterior en 24h. Distinta de 11°C. (**Tabla 12 del Anexo N° 02**).

b: Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.

Paredes de color oscuro: **b = 1** (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro etc).

Paredes de color medio: **b = 0.78** (verde, azul, o gris claro)

Paredes de color claro: **b = 0.55** (blanco, crema).

Rs: Máxima radiación (Kcal/hr-m²) correspondientes al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación

considerada (en el caso de pared), u horizontal (techo). (**Tabla 9 del Anexo N° 02**).

Este valor se le afecta por el factor de atmósfera, factor de altitud, y factor de punto de rocío.

Rm: Máxima radiación (Kcal/hr-m²) correspondientes al mes de julio a 40° de latitud norte, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared), u horizontal (techo) (**Tabla 9 del Anexo N° 02**).

ΔTem: Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada. **Tabla 10** para paredes y **Tabla 11** para techos.

4.1.7 Flujo de calor disipado por las personas.

Nos permite ingresar el número de personas que típicamente ocuparan la zona. Este dato es propio del proyecto que se coordina con el propietario. Si no se tiene información puede estimar mediante la siguiente **tabla. 13**.

4.1.8 Ganancia de calor debido a la Iluminación

Corresponde a potencia de iluminación del local, es decir cuanta energía en kw se va a consumir en iluminar el local. Esta energía es real (dato del cliente) o en función al tipo de actividad que se realizará en el local y su área respectiva puede ser estimada con la siguiente.

4.1.9 Ganancia de calor debido a equipos

Se refiere al calor sensible o latente que los equipos mecánicos eléctricos pueden generar como carga interna, ej. Computadoras, motores eléctricos, transformadores, tableros eléctricos, hornos, marmitas etc.

4.1.10 Ganancia de calor debido al aire externo

A fin de asegurar las condiciones sanitarias y de confort de los ocupantes de los ambientes acondicionados es necesario incorporar una determinada cantidad de aire fresco, nuevo o exterior al aire acondicionado de inyección.

Esta incorporación se realiza de dos maneras:

Por infiltraciones de aire externo a través de las aberturas que todo ambiente suele poseer (puertas, ventanas, etc).

Incorporando aire externo al aire que retorna al equipo acondicionador.

En el primer caso el aire exterior ingresa directamente al ambiente y resulta una carga más (sensible y latente) del ambiente.

En el segundo caso representa no una carga del ambiente sino del equipo ya que este tratara el aire exterior conjuntamente con el aire de retorno.

4.1.11 Cálculo de sombras

El factor de sombra se debe a elementos que por razones arquitectónicas deben de instalarse en las ventanas (persianas ó cortinas), estos elementos hacen que disminuya la carga real de refrigeración.

4.1.12 Ejemplo de cálculo

- 1) **Determinación de los coeficientes globales de transmisión de calor (mediante el empleo de la tabla 1,2 y 3).**

Pared exterior $U= 2,3 \text{ kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

Pared interior $U= 2,0 \text{ kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

Techo: $U= 1,73 \text{ kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

Puerta: $U= 1,89 \text{ kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

- 2) **Determinación de los pesos de paredes, techos y pisos en (m²) de la tabla 1, 2 y 3.**

Pared exterior: $1920 \times 0.105 + 1856 \times 0.045 = 285 \text{ kg/m}^2$

Pared interior $960 \times 0.075 + 1856 \times 0.025 = 118 \text{ kg/m}^2$

Techo: $800 \times 0.15 + 1856 \times 0.015 = 148 \text{ kg/m}^2$

Piso: $0.15 + 2240 = 336 \text{ kg/m}^2$

El peso por m² de área de pisos:

Pared exterior oeste: $\frac{8.17 \times 3.10}{8.17 \times 5.10} \times 285 = 173.2$

Pared interior sur: $\frac{5.10 \times 3.10}{8.17 \times 5.10} \times 118 = 44.7$

Pared interior oeste: $\frac{8.17 \times 3.10}{8.17 \times 5.10} \times 118 = 71.7$

Pared interior norte: $\frac{5.10 \times 3.10}{8.17 \times 5.10} \times 118 = 44.7$

$$\text{Techo: } 1 \times 148 = 148$$

$$\text{Piso: } 1 \times 336 = 336$$

De las notas de las **tablas 4, 5, 6, 7 y 8** de factores de almacenamiento, para locales con uno o más muros al exterior

$$\text{Peso (kg/m}^2\text{)} = 173 + \frac{1}{2}(44.7 + 71.7 + 44.7 + 148 + 336)$$

$$\text{Peso (kg/m}^2\text{)} = 495.$$

Tabla Resumen

Designación	U (K/ hr-m ² - °C)	Peso (Kg/m ²)
Pared exterior	2.30	285
Pared interior	2.00	118
Techo	1.73	148

3) Determinación del mes y día de cálculo.

Las superficies sometidas a radiación en este caso son:

Pared exterior al oeste y al techo libre.

Utilizando la **tabla 9** a través de cristal sencillo son:

Fecha	21 de Enero	20 de Febrero	22 de Marzo
Oeste	732.4	444	443
Techo	671.2	674	662

Del análisis de la tabla anterior se concluye que el día de cálculo es **21 de Enero.**

4) Elección de la hora de cálculo.

Para la pared soleada orientada al oeste, de la **tabla 10** para 300 kg/m^2 el flujo de calor alcanzará su valor máximo a las 19 horas.

Para el techo soleado de la **tabla 11** para 150 kg/m^2 , el flujo de calor alcanzará su valor máximo a las 18 horas.

Luego el flujo máximo de calor deberá encontrarse entre las 18 y 19 horas, calcularemos el cálculo termino para esas horas.

5) Pared soleada orientada al oeste:

$$R_s = 671.2 \times 0.90 \times 1 \times 0.919$$

$$R_s = 555.15 \text{ Kcal / hr} - \text{m}^2$$

$$R_m = 444 \text{ Kcal / hr} - \text{m}^2 \text{ (tabla 9)}$$

$$b = 0.78 \text{ superficie color claro}$$

$$X_2 = \frac{0.78 \times 555.15}{444} = 0.970$$

$$X_1 = 0.03$$

Recordar que $X_1 + X_2 = 1$.

De la **tabla 10** para 300 kg/m^2 , los valores de las diferencias equivalentes de temperatura:

Hora	Δt_{em}	Δt_{es}
18	22.2	6.7
19	22.8	6.7

Valor de a:

Considerando T_{ext} a las 15 horas = 30°C

de la **tabla 12** con $T_{ext} - T_{int} = 6^\circ\text{C}$

y con una variación de temperatura exterior en 24 horas de 8°C

a = - 0.8

Hora:

$$18 \quad : \quad \Delta t_e = - 0.8 + 0.03 \times 6.7 + 0.97 \times 22.2 \quad = \quad 20.9$$

$$19 \quad : \quad \Delta t_e = - 0.8 + 0.03 \times 6.7 + 0.97 \times 22.8 \quad = \quad 21.5$$

Luego: $q = U \times A \times \Delta t_e$

$$q = 2.3 \times 25.33 \times \Delta t_e$$

Hora	Flujo de calor Pared Oeste (Kcal / hr)
18	1217.6
19	1252.5

6) Flujo de calor por techo soleado:

$$R_s = 671 \times 0.9 \times 1 \times 0.919$$

$$R_s = 554.98 \text{ Kcal / hr} - \text{m}^2$$

$$R_m = 631 \text{ Kcal / hr} - \text{m}^2$$

$$b = 0.78$$

$$X2 = 0.78 \times 554.98 / 631 = 0.69$$

$$X1 = 0.31.$$

Recordar que $X1+X2=1$.

De la **tabla 11** para el techo de 150 kg / m²

Hora	Δt_{em}	Δt_{es}
18	23.35	6.7
19	21.95	5.8

Hora:

$$18 : \Delta t_e = -0.8 + 0.31 \times 6.7 + 0.69 \times 23.35 = 17.39$$

$$19 : \Delta t_e = -0.8 + 0.31 \times 5.8 + 0.69 \times 21.95 = 16.14$$

Luego: $q = U A \Delta t_e$

$$\rightarrow q = 1.73 \times 42 \times \Delta t_e$$

Hora	Flujo Calor (Kcal / hr)
18	1263.5
19	1172.7

Hora	Pared al oeste (Kcal / hr)	Techo (Kcal / hr)	Total (kcal / hr)
18	1217.6	1263.5	2481.1
19	1252.5	1172.7	2425.2

Luego la hora de cálculo deberá de considerarse a las 18 horas.

Hoja resumen de cálculo térmico:

Símbolo	Orientación	Superficie	U	Δt_{eq} o Δt	Rs	f	s	Calor sensible QS	Calor Latente QL
		m ²	Kcal / hr - m ² - °C	°C	Kcal / hr - m ² - °C			Kcal / hr	Kcal / hr
P.E	O	25.33	2.30	20.9				1217.60	
P.I	S	15.81	2.00	6				126.50	
P.I	E	25.33	2.00	4				101.30	
P.I	N	15.8	2.00	4				63.20	
Techo		42	1.73	17.39				1263.50	
Personas	8 personas a 64 y 62							512.00	496
Iluminación	32W/M ² =>		32 x 8.17 x 5.10 x 0.86 x 1.25				1433.30		
Aparatos eléctricos 22.9 kw=19696.57								9848.285	9848.29
								14565.69	10344.29
								Kcal/Hr.	
								24909.97	
								Btu/Hr.	
								98817.85	

$$f = 0.58473314$$

Las condiciones exteriores son:

- Temperatura: 30°C.
- Humedad: 80%

Las condiciones interiores son:

- Temperatura: 24°C.
- Humedad: 50%

Carga térmica interna:

- Calor sensible : 14565.69 Kcal/Hr.
- Calor latente : 10344.29 Kcal/Hr.
- Calor total : 24909.97 Kcal/Hr.

Factor de calor sensible: $f = 0.585$.

Trazando en la carta psicométrica una recta de factor de calor sensible de 0,58 hasta el punto Pívor, luego trazamos una línea paralela a la recta de factor de calor sensible que pasa por el punto de sala con una difusión de 8° C, de esta forma obtenemos el punto de impulsión (I) a partir de este punto trazar una línea horizontal hasta cortar a la línea de humedad de ϕ 90% obteniendo el punto (I') (salida del enfriador).

Cálculo del flujo de aire a circular:

$$m = \text{Calor total} / (h_s - h_i):$$

$$m = 24909.97 / (15.6 - 12.2)$$

$$m = 24909.97 / 3.4$$

$$m = 7326.46 \text{ Kg./hr.}$$

Cálculo del caudal de insuflamiento:

$$V_i = m \cdot v_1 \quad (v_1: \text{volumen específico del aire en las condiciones de insuflamiento} = 0.825 \text{ m}^3/\text{Kg})$$

$$V_i = 6044.33 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Sabiendo que el caudal de insuflamiento por el número de renovaciones es de: 7251 m³/Hr.

Entonces asumiremos un nuevo punto de insuflamiento mayor al h_i :

$$h_{i2} = 12.8 \text{ Kcal/Kg.}$$

Nuevamente calcularemos el flujo de aire:

$$m_2 = 24909.97 / (15.6 - 12.8)$$

$$m_2 = 24909.97 / 2.8$$

$$m_2 = 8896.42 \text{ Kg/hr.}$$

$$V_{i2} = 7339.54 \text{ m}^3/\text{Hr.}$$

Como se aprecia este punto si cumple el caudal necesario para el número de renovaciones deseado.

Calculo del caudal de retorno:

$$V_e = 1275 \text{ m}^3/\text{hr. (Calculado por el método de renovaciones)}$$

$$V_r = 7339.54 - 1275 = 6064.54 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$V_r = 6064.54 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

Calculo de la entalpía de mezcla:

$$h_m = (V_r \cdot h_s + V_e \cdot h_e) / V_{i2}$$

$$h_m = (6064.54 \times 15.6 + 1275 \times 24.8) / 7339.54$$

$$h_m = 126226.82 / 7339.54$$

$$h_m = 17.20 \text{ Kcal/Hr.}$$

Resultado de la Carta Psicométrica:

$$T_{bsm} = 25.5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$T_{bhm} = 19.6 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Uniendo la recta desde M con I2' si corta a la curva de saturación en ADP = 6.6 °C y las condiciones finales I2 y I2' serán:

Punto I2:

Temperatura bulbo seco : 17.4 °C.

Temperatura bulbo húmedo : 12.6 °C.

Entalpía : 12.8 Kcal/Kg.

Punto I2':

Temperatura bulbo seco : 10.5 °C.

Temperatura bulbo húmedo : 9.8 °C.

Entalpía : 11.1 Kcal/Kg.

Calculo de la capacidad del serpentín de enfriamiento

$$q = m \cdot (h_m - h_{i2'})$$

$$q_f = 8896.42 (17.20 - 11.1)$$

$$q_f = 54268.16 \text{ kcal/hr. } < > (215285.75 \text{ Btu/hr})$$

$$q_f = \text{Capacidad de frío.}$$

Calculo de la capacidad de la resistencia

$$q_c = 8896.42 (12.8 - 11.1)$$

$$q_c = 15123.91 \text{ Kcal/hr } < > 17.58 \text{ kw.}$$

$$q_c = \text{Capacidad de calefacción.}$$

4.1.13 Calculo de la carga térmica por el método de renovaciones de aire.

Según las áreas en estudio:

Áreas	Inyección (m ³ /hr)	Retorno (m ³ /hr)
Mezclas inyectables	766	1191
Esclusa mezclas	850	-
Esclusa ingreso sala estéril	850	-
Sala estéril envasado	4415	4415
Esclusa salida sala estéril	370	370
	7251m³/hr.	5976 m³/hr.
	(4270cfm)	(3520cfm)

Como se puede observar el caudal requerido por el método de renovaciones es mayor al caudal calculado por carga térmica.

Pues tenemos según el método de renovaciones:

Caudal de inyección a la sala : 7251 m³/hr

Caudal de retorno del aire : 5976 m³/hr

Toma de aire fresco : 1275 m³/hr

4.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL PROYECTO

4.2.1 Análisis de los tipos de sistemas a emplear

4.2.1.1 Sistemas de expansión directa.

En los sistemas de expansión directa el costo de instalación es relativamente bajo, el costo de mantenimiento es muy variable y va a depender de la capacidad del equipo, las desventajas son las siguientes: la ubicación del

equipo, generalmente molesto por el ruido y la vibración y el alto consumo energético.

4.2.1.2 Sistema todo agua.

El sistema de agua helada tiene muchas ventajas como por ejemplo el control independiente de ambientes, bajo consumo de energía eléctrica y costo relativamente bajo de mantenimiento, pero su peor desventaja es su alto costo de instalación y es muy recomendable para capacidades grandes.

4.2.2 Selección del tipo de sistema.

Por lo mencionado anteriormente y para nuestro caso en particular se está reemplazando el equipo existente de expansión directa de 60,000 Btu/Hr. por deficiencia en su funcionamiento y no cumplimiento de los parámetros que gobiernan una sala limpia de Clase 100,000 (Observaciones de Digemid). Siendo la capacidad calculada pequeña, es recomendable el sistema de expansión directa. Por tanto usaremos un equipo de aire acondicionado de expansión directa con el evaporador (UMA) de la marca Sempere y la condensadora LG de una capacidad de enfriamiento de 240,000 Btu/Hr. Indicar que usamos dichas marcas por ser distribuidores exclusivos en el mercado.

4.2.3 Diseño del sistema de ductos.

4.2.3.1 Criterios para el diseño de ductos.

Los criterios a tomar en cuenta para un buen diseño del ducto son:

Espacios disponibles.

Velocidad del aire.

Perdida por rozamiento.

Nivel de ruido.

Económico.

4.2.3.2 Procedimiento de diseño.

Teniendo como dato el caudal de aire, se procede a calcular su dimensión por el método de caída de presión constante ósea la perdida por fricción por unidad de longitud es constante y existen los ductuladores que son de gran ayuda para el dimensionamiento respectivo.

4.2.4 Diseño de rejillas

4.2.4.1 Criterios para la selección de las rejillas.

Para la selección se debe de tener en cuenta lo siguiente:

Ubicación.

Dimensión.

Material.

4.2.4.2 Procedimiento de diseño.

Teniendo el dato del caudal de aire se usaran las tablas que los fabricantes de rejillas nos proporcionan y que se muestran en los apéndices.

4.2.5 Diseño del Booster

Para determinar la capacidad del ventilador de alta presión se requiere saber su caudal y la caída de presión. El caudal ya lo tenemos definido del cálculo térmico, la caída de presión que el ventilador debe de vencer es la generada en el trayecto del aire. Se muestra la caída de presión de diferentes elementos.

ELEMENTO	CAIDA DE PRESION RANGO (mm c.a.)
Rejilla de retorno ó Toma de aire fresco.	0 – 6.0
Ducto de entrada al ventilador	0.1 – 2.5
Serpentín de refrigeración*	2.5 - 9.0
Filtros de aire	2.5 – 50.0
Ductos metálicos	1.0 - 20.0
Dámper manuales	0 – 2.5

- Este valor se aplica para los equipos Fan Coil, manejadoras, evaporadores ó condensadoras.

Realizando la sumatoria de las caídas de presión en todo el trayecto de aire, del punto más alejado hasta el ventilador, se incluye las perdidas primarias y secundarias, obtenemos el valor de 5.6” C.A.

4.2.6 Diseño del sistema de filtrado

4.2.6.1 Clasificación de filtros de aire tipo HEPA.

Los filtros HEPA se clasifican de acuerdo a su eficiencia, H13 o H14 que sabiendo la cantidad de filtros por área se puede determinar su dimensión.

4.2.6.2 Selección de filtros de aire

Los filtros HEPA se seleccionan teniendo como datos el caudal de aire, y la eficiencia de los mismos, la caída de presión del filtro se considera intermedia es decir de 175 Pa. Como se puede observar en el catalogo que se muestra en los apéndices.

4.2.7 Diseño del sistema de baja humedad

4.2.7.1 Clasificación de resistencias eléctricas

Las resistencias eléctricas para el secado del aire se clasifican de acuerdo a su material y al proceso a la cual serán usadas, para nuestro caso es para secar y estará dentro del circuito del aire.

4.2.7.2 Selección de la resistencia eléctrica

La selección de las resistencias eléctricas se hace teniendo como dato la potencia, la dimensión del ducto que lo contiene y la aplicación.

CAPITULO V

PRUEBAS DE BALANCE Y CONFORMIDAD DE OBRA

5.1 PRUEBA DE INTEGRIDAD DE FILTRO.

Objetivo: Verificar que no existan fugas por toda la superficie del filtro y las empaquetaduras de unión para asegurar que todo el aire que ingresa a cada ambiente de trabajo es filtrado a niveles permitidos, a fin de mantener la limpieza del ambiente.

Procedimiento:

La prueba de integridad de los filtros H.E.P.A. se lleva a cabo generando aerosol de Emery 3004 (P.A.O.) en frío, el cual es inyectado antes que el aire atraviese el filtro y se calibra el equipo al 100 % con esa concentración de aerosol. Posteriormente en el lado opuesto del filtro (dentro del ambiente), realizar con el fotómetro un barrido punto a punto sobre la superficie de cada filtro y del respectivo empaque a 3 cm del filtro, verificando que no existan fugas. En el caso de detectar alguna fuga se procede a obturar con silicona y se monitorea nuevamente con el fotómetro.

Especificaciones:

No debe detectarse fugas superiores a 0,01 % (ISO 14644-3:2005)

Las zonas obturadas no deben exceder el 5 % de la superficie expuesta del filtro y la obturación no debe ser mayor a 3,8 cm por lado (NEBB 1996). Ver distribución de filtros **figura 25**.

Resultados:

Ambiente	Filtro	% Fugas inicial		Acción correctiva	% Fugas Final		Resultado
		Empaquetadura	Cuerpo		Empaquetadura	Cuerpo	
Inyectables Sala estéril	1	0,009 %	0,004 %	No aplica	0,009 %	0,004 %	cumple
	2	0,003 %	0,005 %	No aplica	0,003 %	0,005 %	cumple
	3	0,004 %	0,005 %	No aplica	0,004 %	0,005 %	cumple
	4	0,004 %	0,004 %	No aplica	0,004 %	0,004 %	cumple
	5	0,005 %	0,006 %	No aplica	0,005 %	0,006 %	cumple
	6	0,006 %	0,004 %	No aplica	0,006 %	0,004 %	cumple
	7	0,005 %	0,035 %	Obturación	0,005 %	0,005 %	cumple
	8	0,005 %	0,006 %	No aplica	0,005 %	0,006 %	cumple
	9	0,004 %	0,005 %	No aplica	0,004 %	0,005 %	cumple
Esclusa ingreso	10	0,004 %	0,006 %	No aplica	0,004 %	0,006 %	cumple
Esclusa salida	11	0,007 %	0,008 %	No aplica	0,007 %	0,008 %	cumple
Preparación	12	0,008 %	0,006 %	No aplica	0,008 %	0,006 %	cumple
	13	0,008 %	0,007 %	No aplica	0,008 %	0,007 %	cumple
Esclusa preparación	14	0,006 %	0,005 %	No aplica	0,006 %	0,005 %	cumple

Ubicación de los filtros

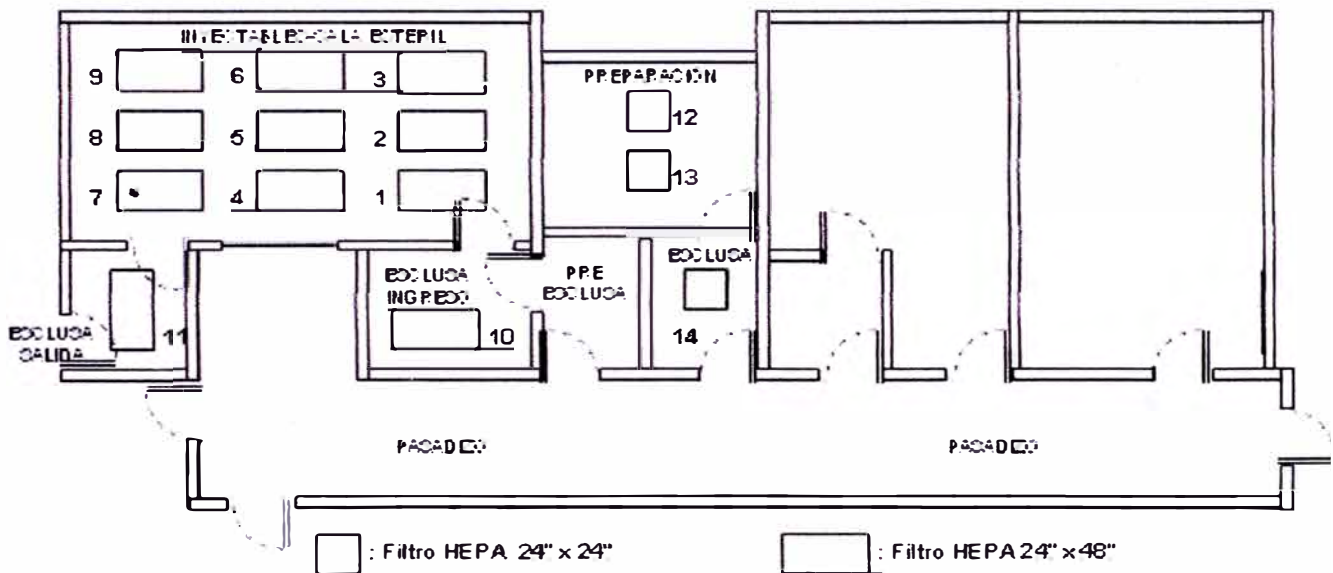


Fig. 25

5.2 PRUEBA DE CONTEO DE PARTÍCULAS.

Objetivo: Demostrar que el recuento de partículas cumple con la clasificación establecida para cada ambiente.

Procedimiento:

Utilizar un contador de partículas no viables calibrado

Realizar el conteo en condiciones AT REST

Cada muestra de aire debe corresponder a 2 minutos de muestreo

Adjuntar registro del contador de partículas

Especificaciones:

Tabla 1: BPM Ministerio de Salud Art. 269° Cuadro 1 -1999

Tamaño de partícula	0,5 µm - 5,0 µm	> 5,0 µm
Clase 100 (Grado A y B)	100 part./pie ³ (3 500 part./m ³)	Ninguna
Clase 10 000 (Grado C)	10 000 part./pie ³ (350 000 part./m ³)	70 part./pie ³ (2 000 part./m ³)
Clase 100 000 (Grado D)	100 000 part./pie ³ (3 500 000 part./m ³)	700 part./pie ³ (20 000 part./m ³)

Tabla 2: US FED STD-209D. 1988 set requirements for the maximum number of particles per ft³

FED STD-209D	0,1µm	0,2µm	0,3µm	0,5µm	5µm
1	35 part./pie ³	7,5 part./pie ³	3 part./pie ³	1 part./pie ³	
10	350 part./pie ³	75 part./pie ³	30 part./pie ³	10 part./pie ³	
100		750 part./pie ³	300 part./pie ³	100 part./pie ³	
1 000				1 000 part./pie ³	7 part./pie ³
10 000				10 000 part./pie ³	70 part./pie ³
100 000				100 000 part./pie ³	700 part./pie ³

Muestreo

Para el monitoreo de partículas en el área de envasado se siguieron los parámetros que recomienda ISO-14464-1, referentes al número de sitios de muestreo y volumen de aire mínimo a muestrear.

El número mínimo de tomas de muestras (N) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$N = \sqrt{\text{Área en metros cuadrados.}}$$

Toma de muestra: número de locaciones

Ambiente		Área (m ²)	Número de Locaciones
Inyectables	Sala estéril	19,7	5
	Pre-esclusa	2,8	2
	Esclusa de ingreso	3,3	2
	Esclusa de salida	2,2	2
Preparación	Sala preparación	8,2	3
	Esclusa	1,9	2

Resultados:

AMBIENTE	Loc	Partículas/pie ³		LSC 95%		Clasificación	
		$\geq 0,5 \mu\text{m} - < 5,0 \mu\text{m}$	$\geq 5,0 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m} - < 5,0 \mu\text{m}$	$\geq 5,0 \mu\text{m}$		
Inyectables	Sala estéril	1	915	0	785	13	Clase 1000
		2	530	0			
		3	455	10			
		4	548	15			
		5	705	15			
		6	730	5			
	Esclusa de ingreso	1	510	15	971	15	Clase 1000
		2	223	15			
	Pre esclusa	1	1 555	0	5 552	37	Clase 10 000
		2	2 650	10			
Esclusa de salida	1	2 045	15	6 261	143	Clase 10 000	
	2	3 200	50				
Preparación	Sala de preparación	1	2 104	0	2 855	7	Clase 10 000
		2	2 050	5			
		3	850	0			
	Esclusa	1	3 540	10	7 409	37	Clase 10 000
		2	4 600	0			

Para la ubicación de locaciones ver **figura 26**.

Ubicación de las locaciones

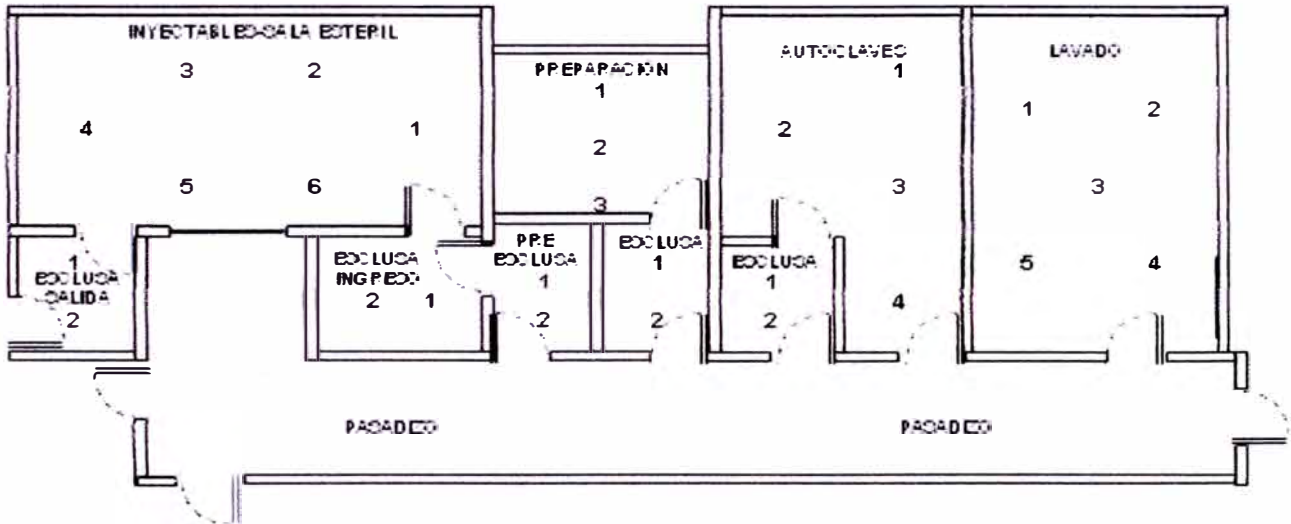


Fig. 26

5.3 PRUEBA DEL NÚMERO DE RENOVACIONES

Objetivo: Demostrar que la cantidad de aire por hora que ingresa es adecuado para evitar la acumulación de contaminantes dentro del ambiente y que cumple las especificaciones establecidas

Procedimiento:

Utilizar el accesorio Flowhood del multímetro por cada filtro HEPA y el accesorio Velgrid para los difusores y tomar 5 lecturas por cada filtro/difusor.

El tiempo de exposición del equipo al ambiente, previo al inicio de registro de las lecturas, debe ser no menor de 30 segundos.

Las puertas no deben ser abiertas durante las lecturas.

Calcular la cantidad de aire total renovado por hora aplicando la siguiente fórmula:

$$C.A.H. = \frac{\text{Caudal total (pie}^3/\text{min)} \times 60 \text{ min}}{\text{Volumen de la sala (pie}^3)}$$

Especificaciones:

Para alcanzar los grados de aire B, C y D el número de cambios de aire debe ser generalmente más alto que 20 por hora.

Fuente: Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, DIGEMID, MINSA, 1999

Para clase 100 000 (ISO 8), áreas de soporte, suficiente flujo de aire para alcanzar por lo menos 20 cambios de aire por hora es típicamente aceptable. Significativamente mayores cambios de aire por hora son normalmente necesarios para áreas clase 10 000 y Clase 100.

Fuente: FDA – Guidance for Industry” Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing” Sep.2004.

Resultados:

Ambiente		Filtro	Lectura(pie ³ /min)					Caudal Promedio (pie ³ /min)	Volumen Ambiente (pie ³)	C.A.H.	Conclusión
			1	2	3	4	5				
INYECTABLES	Sala estéril	1	231	231	229	231	235	2286	2 128	65	Cumple
		2	232	233	225	222	225				
		3	217	292	293	204	286				
		4	264	264	266	259	265				
		5	212	208	201	209	222				
		6	288	297	290	277	293				
		7	284	280	290	281	270				
		8	261	261	262	267	254				
		9	276	261	262	267	254				
	Esclusa de ingreso	10	301	299	290	293	287	294	275,8	63	Cumple
	Esclusa de salida	11	169	229	186	216	214	203	183,2	67	Cumple
	Pre-esclusa	12	140	156	146	148	149	147	236,2	37	Cumple

Ambiente		Filtro/ Difusor	Lectura(pie ³ /min)					Caudal Promedio (pie ³ /min)	Volumen Ambiente (pie ³)	C.A.H.	Conclusión
			1	2	3	4	5				
			PREPARA CIÓN	Sala de preparación	13	360	355				
14	415	415			418	420	425				
Esclusa	15	141		106	106	111	114	115	161,0	42	Cumple

5.4 PRUEBA DE PRESIÓN

Objetivo: Demostrar que el sentido del flujo de aire entre áreas no presenta riesgo de contaminación, manteniendo los niveles de presión entre áreas dentro de los límites especificados.

Procedimiento:

Al ingresar al ambiente de trabajo encender o verificar el encendido del sistema de aire. Ubicarse en la esclusa y esperar mínimo 1 minuto antes de tomar las lecturas. Evitar abrir cualquier puerta durante las lecturas.

Programar el multímetro para registrar diferenciales de presión y conectar un extremo de la manguera en el puerto positivo del multímetro. El otro extremo deslizarlo dentro del ambiente y realizar las lecturas.

De preferencia realizar las lecturas ubicándose dentro de la esclusa (ver esquema).

Especificaciones:

Presión positiva en el sentido del flujo indicado por las flechas.

Por lo menos 0,04 a 0,06 pulgadas de columna de agua (10-15 Pa) para cuartos de diferente clasificación.

Por lo menos 0,05 pulgadas de columna de agua (12,5 Pa) entre un cuarto clasificado y uno no clasificado.

Fuente: FDA – Guidance for Industry” Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing” Sep.2004. (Ver **figura 27** Ubicación de los puntos de medida).

Resultados:

Loc	Ambiente	Resultado	Conclusión	
1	INYECTABLES-SALA ESTÉRIL.	Sala estéril vs. Esclusa de	0,0766	Cumple
2		Esclusa de salida vs. Esclusa	0,0589	Cumple
3		Sala estéril vs. Esclusa de	0,0601	Cumple
4		Esclusa de ingreso vs. Pre-	0,0510	Cumple
5		Pre-esclusa vs. Pasadizo	0,0771	Cumple
6	PREPARACIÓN	Preparación vs. esclusa	0,0520	Cumple
7	CIÓN	Esclusa vs. Pasadizo	0,0658	Cumple

Ubicación de los puntos de medida

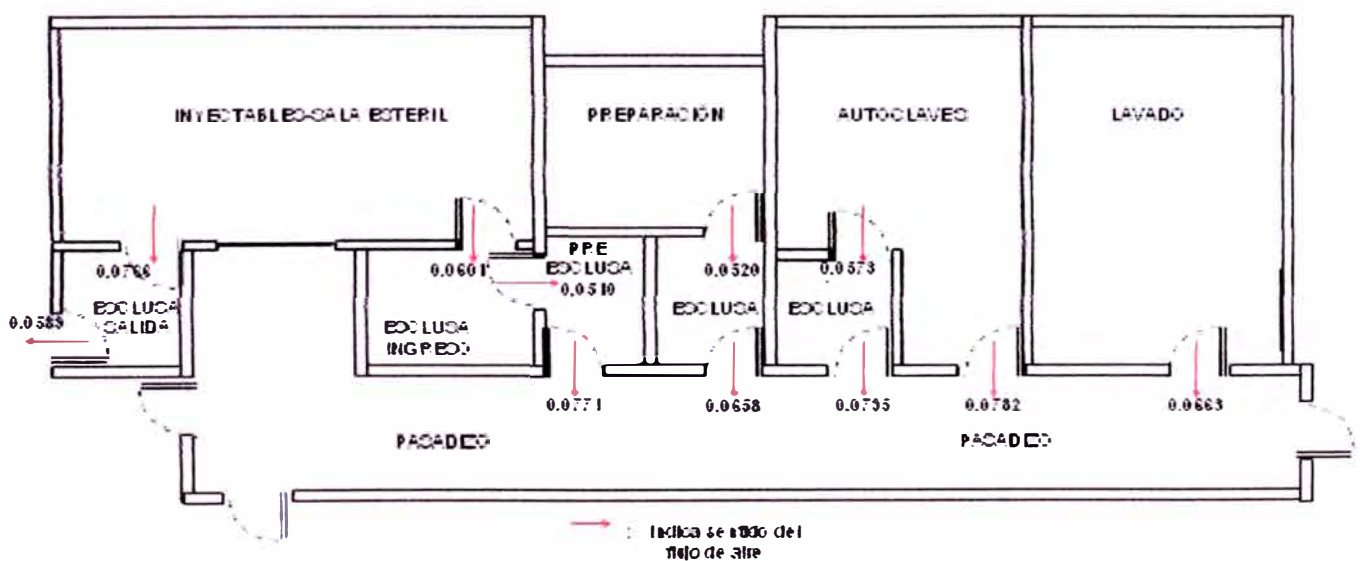


Fig. 27

5.5 PRUEBA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Objetivo: Demostrar que la temperatura y la humedad del aire dentro del ambiente se encuentre dentro de las especificaciones indicadas inicialmente.

Procedimiento:

Al ingresar al ambiente de trabajo encender o verificar el encendido del sistema de aire. Ubicarse dentro de cada ambiente y mantener las puertas cerradas y tomar muestras con el termo higrómetro las lecturas de temperatura y humedad. Evitar abrir cualquier puerta durante las lecturas.

Ver tabla de resultados.

Loc	Ambiente	Temperatura/Humedad	Conclusión	
1	INYECTABLES- SALA ESTÉRIL	Esclusa de salida	22.5/50.5	Cumple
2		Esclusa de ingreso	22.8/52.0	Cumple
3		Sala estéril	22.5/51.0	Cumple
4		Pre-esclusa	23.0/52.0	Cumple
5	PREPARACIÓN	Preparación	24.0/51.0	Cumple
6		Esclusa	23.8/52.0	Cumple

CAPITULO VI

COSTOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION

6.1 METRADO.

El metrado de equipos y/o parte importada.- Estos equipos no se encuentran en stock en el mercado local, es necesario importarlos.

La relación de los equipos: UMAS y filtros terminales HEPA se indican en el plano. Cada equipo incluye elementos auxiliares los cuales se detallan a continuación.

Filtros de aire.

Resistencias eléctricas para el secado y calefacción.

Ventiladores de aire (Booster).- Cada uno tiene los siguientes elementos auxiliares:

Lona flexible de neoprene, tanto en la línea de inyección y retorno.

Metrado de materiales y/o parte nacional.- Estos elementos pueden ser de procedencia local ó importada, pero estos se encuentran en stock en el mercado local. De los planos tenemos:

Tuberías de cobre para gas refrigerante.- Incluye además de la cantidad en longitud de las tuberías de cobre, los siguientes elementos complementarios:

Mangueras para el aislamiento térmico armaflex.

Codos de cobre.

Uniones de Cobre.

Reducciones de Cobre.

Filtros secadores.

Visores de Líquido.

Presostatos de alta y baja presión, etc.

Ductos metálicos.- El metrado de los ductos se expresa en kilogramos, es el peso del material trabajado, es decir incluye el material de desperdicio.

Cuenta con los siguientes elementos auxiliares:

Dámper de regulación.

Lonas flexibles, etc.

Aislamiento térmico de los ductos.- El metrado del aislamiento térmico de los ductos se expresa en metros cuadrados, es el área del material trabajado, es decir incluye el material de desperdicio.

Cuenta con el siguiente elemento auxiliar:

Cinta de aluminio.

Difusores y rejillas.- El metrado de las rejillas se puede presentar de dos formas:

De acuerdo a las dimensiones y al área de la misma expresada en pulgadas cuadradas en donde se indique la suma total de todos los elementos, para nuestro caso estas serán de acero inoxidable.

Bases metálicas.- Se indica en forma global las bases metálicas a emplear en la instalación son a base de ángulos de fierro negro.

Conexión eléctrica.- Se indica en forma global las conexiones eléctricas de fuerza y de control a realizar.

En este rubro hay que coordinar si el tablero eléctrico para la alimentación de los equipos va hacer suministrado por el contratista de aire acondicionado ó el contratista eléctrico.

Conexión de drenaje.- Se indica en forma global las conexiones de drenaje que se van a realizar.

6.2 Presupuesto

En el presupuesto de Ejecución de Obra se detalla los costos Directos e Indirectos de los materiales y mano de obra. **(Ver anexo N° 1).**

CONCLUSIONES

- 1.- Se ha calculado la carga térmica mediante el método de renovaciones de aire para un sistema en recirculación arrojando un valor de 128,125 Btu/Hr. y por el método manual haciendo uso de tablas y gráficos arrojando un valor de 215,285 Btu/Hr. Por tanto se puede concluir que para ambientes grandes o ambientes industriales como las farmacéuticas, no es posible aplicar el método de cálculo rápido, pues existe gran diferencia en los resultados y esto conllevará a errores gravísimos de instalación.
- 2.- Para este tipo de sistemas de clasificación de área con alto número de renovaciones de aire, es importante recalcular en el diagrama psicrométrico las nuevas condiciones del caudal de suministro y lógicamente la nueva capacidad de enfriamiento, así mismo recalcular la capacidad de la resistencia eléctrica para obtener las condiciones de sala, con el cuidado siempre de que el nuevo punto de insuflamiento este dentro de la línea de condiciones de la sala.
- 3.- Se probado y demostrado que cuando se diseñan los ductos, rejillas, etc. adecuadamente, el balance del aire resulta muy sencillo y las manómetros de

presión instalados cumplen con las especificaciones de presión inicialmente indicados.

- 4.- El Ventilador de la UMA, debido a los filtros de alta, mediana y baja eficiencia deberá de ser de alta presión y los motores de los mismos serán de capacidades elevadas para vencer la barrera o caída de presión del sistema.

RECOMENDACIONES

- 1.- Recomendamos trabajar la ingeniería civil, eléctrica y el aire acondicionado paralelamente, de esta forma proveer espacios, pases en muros y techos para los equipos, ductos y filtros terminales.
- 2.- Para el sistema de instalación de los ductos de aire de suministro y de retorno, se deberá de tener especial cuidado en el momento del acoplamiento (engrampe), pues los tramos de ducto se pueden empolvar y contaminar y de esta forma perjudicar al momento de hacer las mediciones de conformidad de obra.
- 3.- Tener especial cuidado al momento de hermetizar las uniones de los ductos de impulsión y retorno, pues deberán de hacerse por dentro y fuera del empalme y se hará con silicona sanitaria.
- 4.- Al momento de colocar los filtros terminales HEPA, esta deberá de hacerse con el ambiente limpio y se usara ropa apropiada para el instalador, tener en cuenta que el filtro deberá de estar bien ajustado a la caja que lo contiene mediante los pernos de acero inoxidable y siliconeado en todo el extremo del filtro.

- 5.- Es muy importante soplar (ventilar) el sistema solo con el prefiltro de aire durante 48 horas por lo menos y luego colocar los filtros de mediana eficiencia y seguir soplando por 24 horas mas, para finalmente colocar el filtro terminal HEPA.
- 6.- Lo ideal técnicamente para esto tipos de ambientes es el sistema de agua helada, por su versatilidad y es muy favorable para acondicionar varios ambientes en forma independiente, pues de esta forma evitamos los problemas de contaminación cruzada y congelamiento que tanto problema nos causa.
- 7.- Lo perjudicial del agua helada en nuestro caso es que de acuerdo a su baja capacidad no es conveniente económicamente debido al alto costo inicial de instalación de este sistema, por lo que optamos por el sistema de expansión directa.
- 8.- En la ejecución del presente proyecto se coordinó minuciosamente todos los detalles, con los especialistas de obra civil, electricidad, usuario y las recomendaciones de nuestra parte para los acabados interiores tales como cantos sanitarios, calidad del piso, pared, pintura y ubicación de los filtros terminales y manómetros diferenciales, etc.
- 9.- Es común que a lo largo de la ejecución del proyecto se produzcan cambios, en la distribución de los ambientes o alturas, en los materiales a utilizar, por

lo que el especialista del aire acondicionado tiene que estar evaluando permanentemente estos cambios muy habituales.

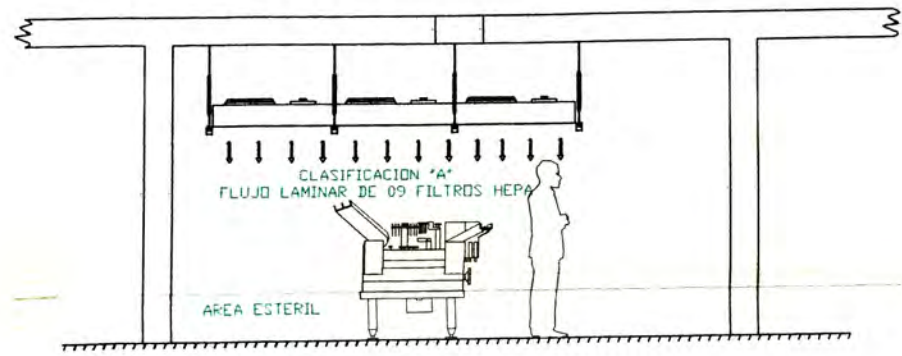
BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Sistemas de Aire Acondicionado. Nestor Quadri.
Primera EDICIÓN, 2001.
- 2.- Manual de Aire Acondicionado. Carrier Air Conditioning Company.
Quinta EDICION 1980.
- 3.- Tratado práctico de Refrigeración. Ernesto Sanguinetti R.;
Primera EDICIÓN. 1985
- 4.- Tratado Práctico e Refrigeración; José Alarcón Creus.
Segunda EDICION.
- 5.- Prontuario del Frio; P. RAPIN.
Tercera EDICION.
- 6.- Manual de Equipos de Aire Acondicionado; York Heating And Air
Conditioning.
- 7.- ISO 14644-1; Cleanrooms And Associated Controlled Environments.
Editorial Comenor.
- 8.- Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Productos Farmacéuticos
DIGEMID; 1999.
- 9.- Heating, Ventilating, And Air Conditioning Applications. ASHRAE –
HANDBOOK; 1991.

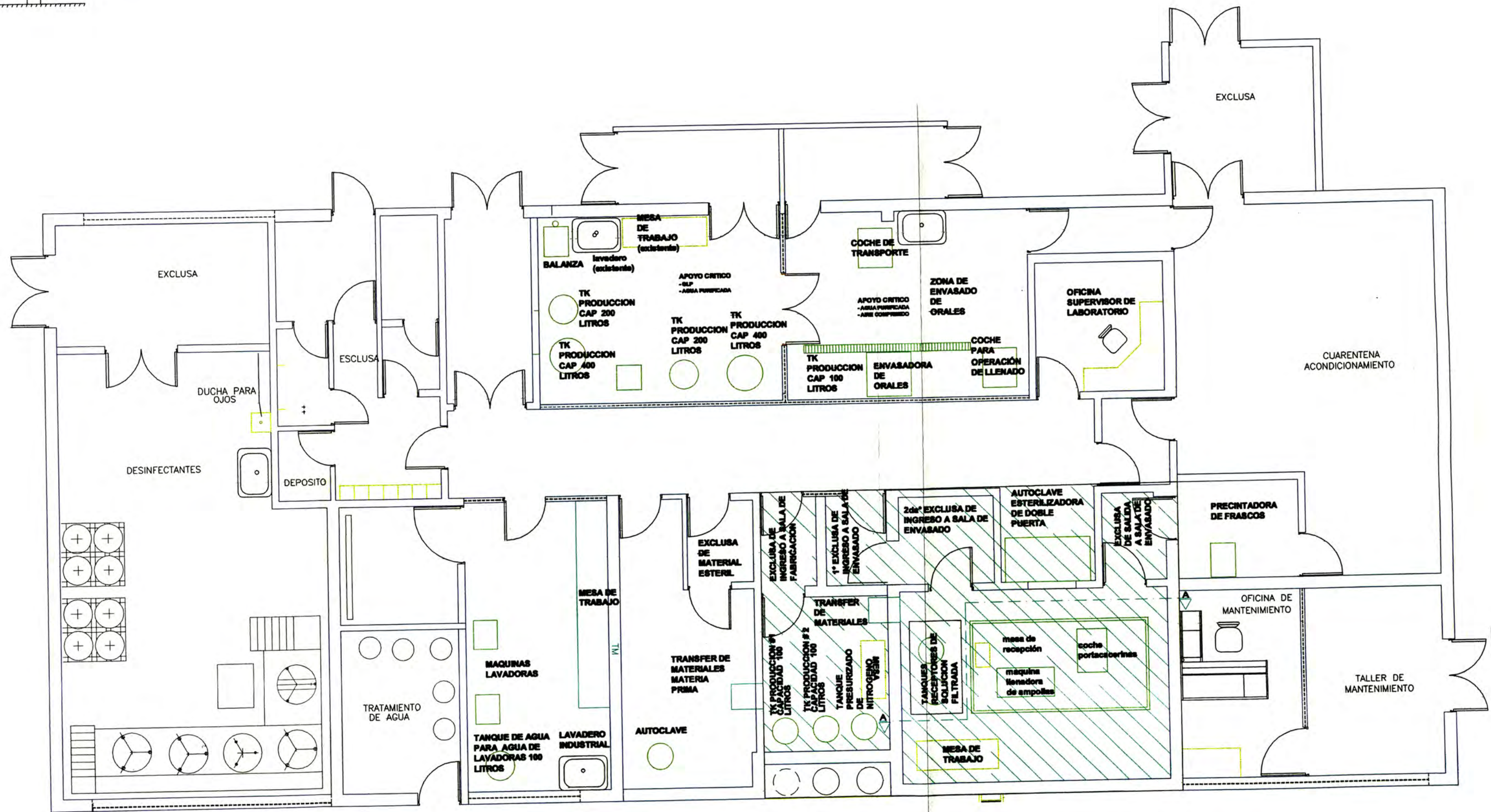
- 10.- Hvac Duct Systems Inspection Guide Smacna.
Fist EDITION; 1989.
- 11.- Reingeniería y Ahorro de Energía en la elaboración y Operación de
Proyectos de Aire Acondicionado; DANIEL HERENCIA.

PLANOS

Planos N°	Designación
AA-01	: Identificación de áreas
AA-02	: De caudales, Sentido de flujo y presión estática
AA-03	: Distribución de equipos, cajas y ductos
AA-04	: Distribución de filtros Hepa en zona interna
AA-05	: Codificación de filtros terminales Hepa.



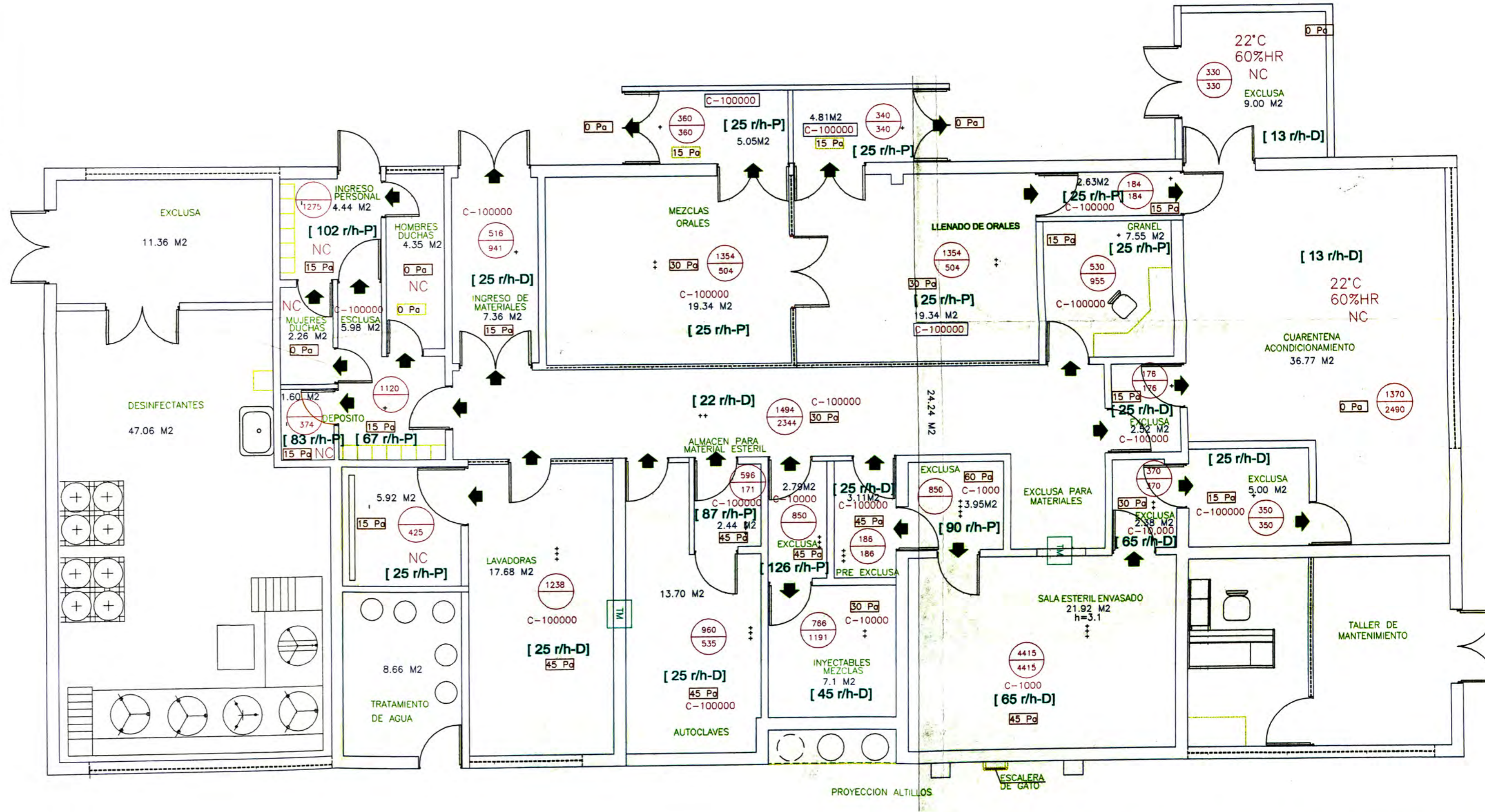
CORTE A-A



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA					
CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACION DE MEDICINAS					
PLANO: IDENTIFICACION DE AREAS					N° DE PLANO:
					AA-01
DIBUJO: L.C.R.	DISENO: L.C.R.	REVISO: L.C.R.	FECHA: AGO-2012	ESC. PLOT: 1/75	

LEYENDA

-  CAUDAL DE INGRESO DE AIRE (m3/h)
-  CAUDAL DE EXTRACCION DE AIRE (m3/h)
-  PRESION ABSOLUTA DEL AMBIENTE
-  SENTIDO DE FLUJO DE AIRE
-  NO CLASIFICADO
-  CLASIFICACION
-  RENOVACIONES POR DISEÑO
-  RENOVACIONES POR PRESURIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACION DE MEDICINAS

PLANO: DE CAUDALES, SENTIDO DE FLUJO Y PRESION ESTATICA		N° DE PLANO: AA-01
DISUO: L.C.R.	DISEÑO: L.C.R.	REVISO: L.C.R.
FECHA: AGO-2012	ESC. PLOT: 1/78	

LEYENDA

	PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA
	PUNTO DE DRENAJE
	CAJA DE CONTROL
	FILTRO HEPA TERMINAL
	DIFUSOR DE AIRE
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
	DUCTO DE EXTRACCION
	DUCTO DE INYECCION
	EXTRACTOR CENTRIFUGO
	EXTRACT. CENTRIF. CON FILTROS DE ALTA EFICIENCIA
	FILTRO HEPA EN LINEA
	FILTRO BOLSA AL 95%
	FILTRO DE AIRE (TIPO CORRUGADO)
	FILTRO DE AIRE (TIPO PERMAIRE)
	RESISTENCIA ELECTRICA (R)
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
	UNIDAD EVAPORADORA
	UNIDAD CONDENSADORA

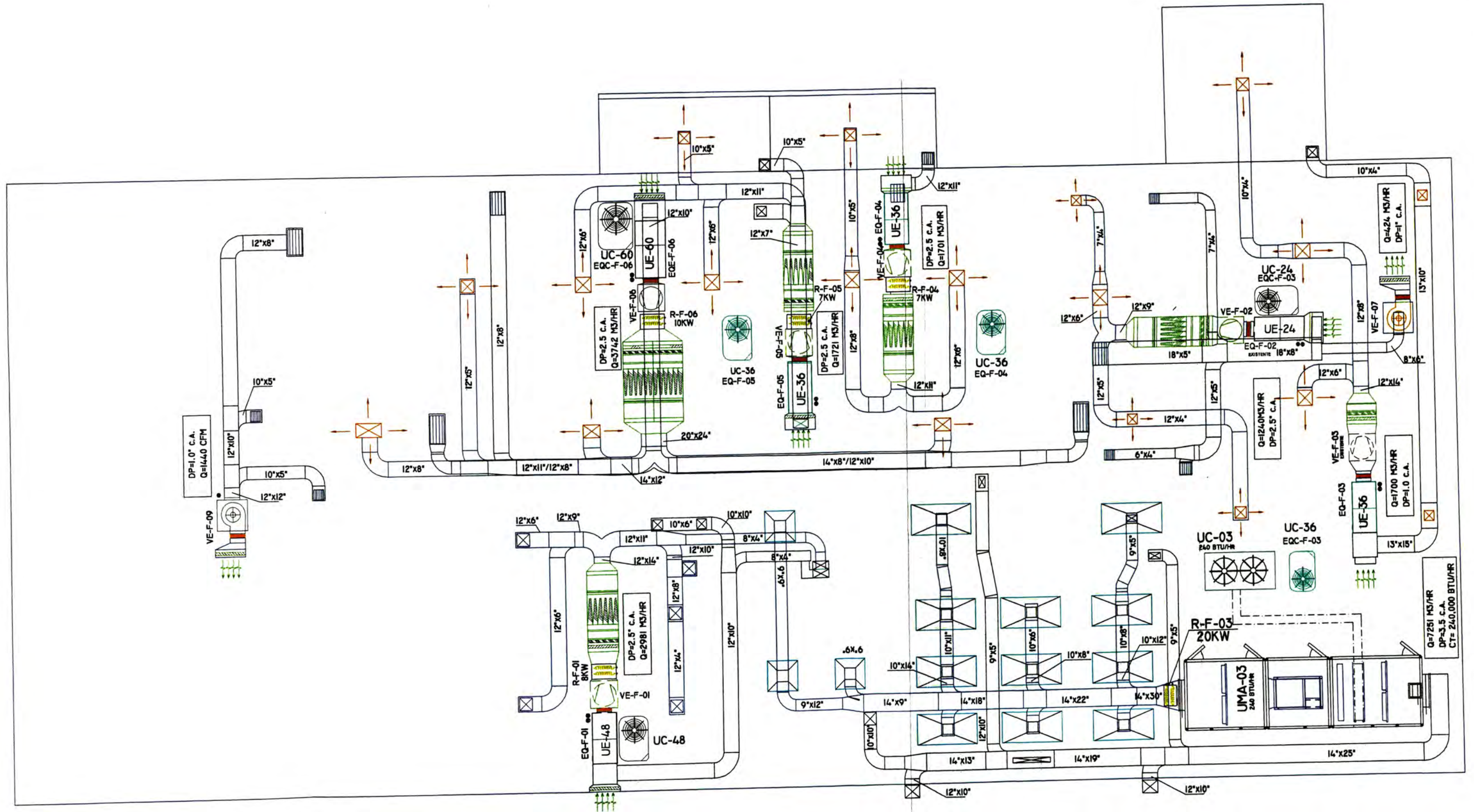


TABLA 1 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO - EXPANSION DIRECTA

AMBIENTE	UNIDAD SPLIT	TIPO	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO (Btu/h)	TONS	CAUDAL (m3/hr)	DP estática (pulg. c.a.)	CONDENSADOR (UC)		
							DIMENSIONES L x W x H (cm)	PESO (kg)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
SALA DE ENVASADO Y MEZCLAS INYECTABLES	UMA-03	NUEVO	240,000	20	7251	3.5	230 x 150 x 125	150	13.0 kW - 220V - 3Ø - 60 Hz

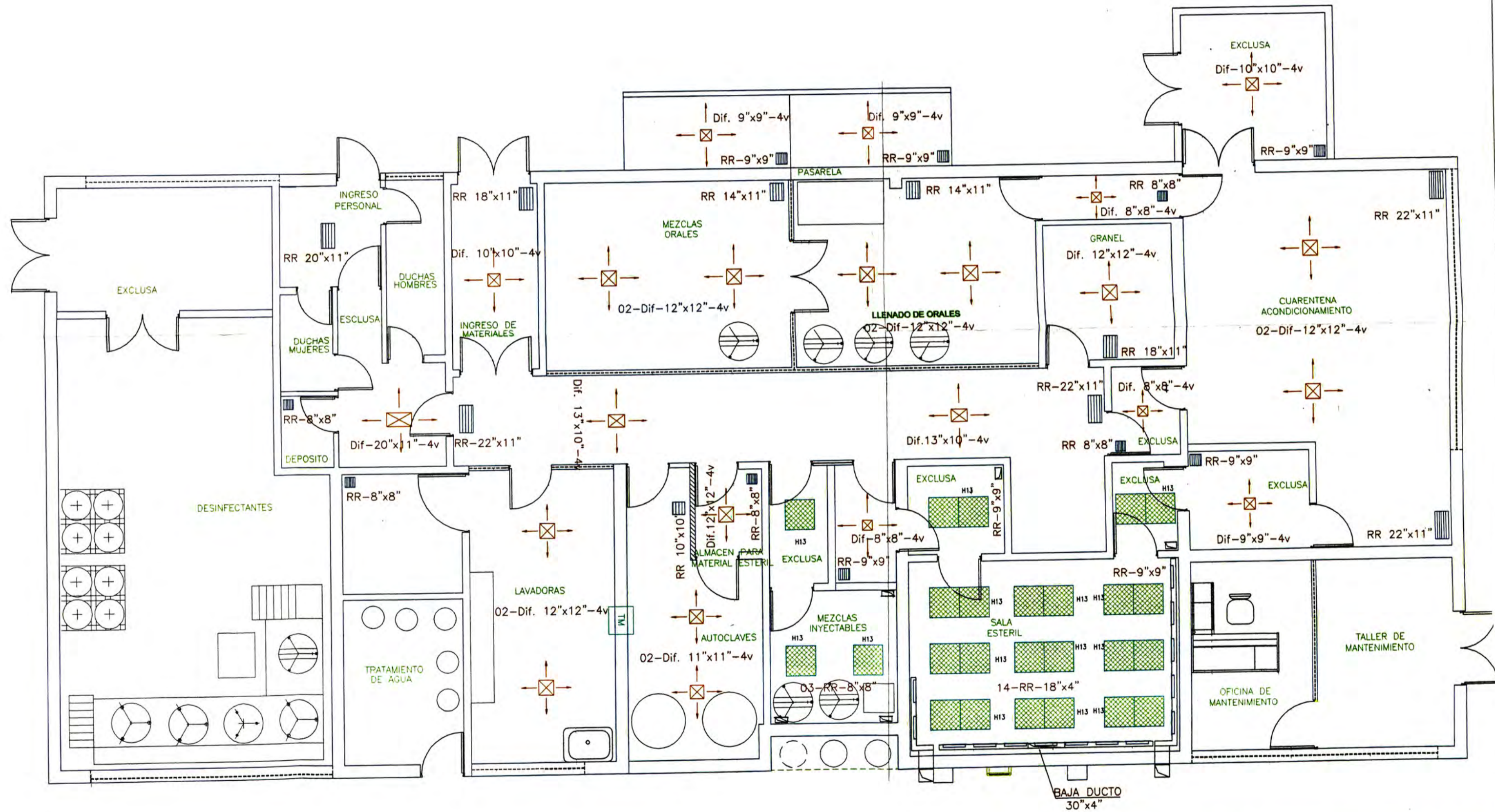
UMA: UNIDAD MANEJADORA DE AIRE TIPO SPLIT DE EXPANSION DIRECTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACION DE MEDICINAS

PLANO:	DISTRIBUCION DE EQUIPOS, CAJAS Y DUCTOS	N° DE PLANO:	AA-03
DIBUJO:	L.C.R.	DISENO:	L.C.R.
REVISO:	L.C.R.	FECHA:	AGO-2012
ESC. PLOT:	1/78		

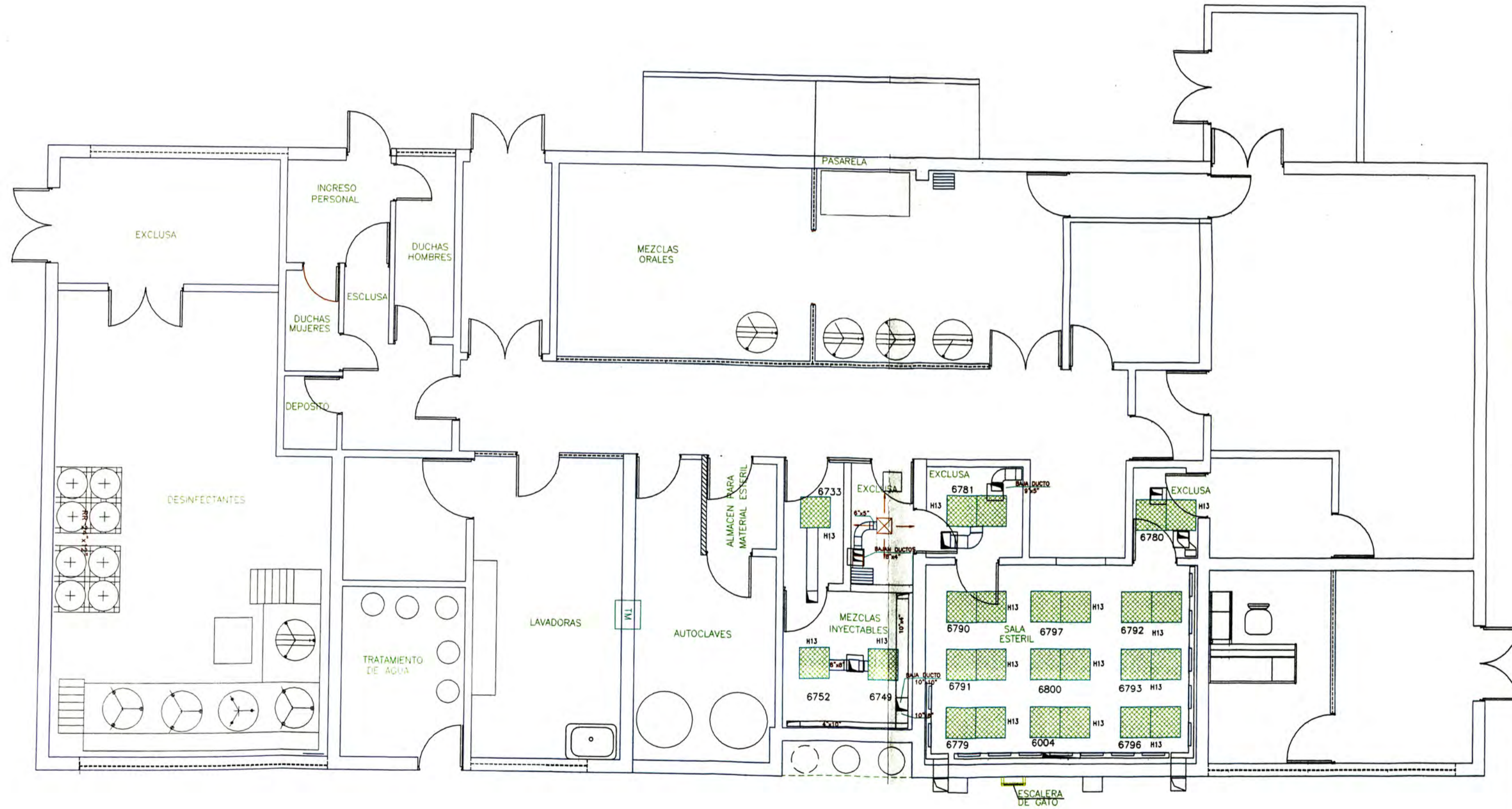
LEYENDA	
	PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA
	PUNTO DE DRENAJE
	CAJA DE CONTROL
	FILTRO HEPA
	DIFUSOR DE AIRE
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
	DUCTO DE EXTRACCION
	DUCTO DE INYECCION
	EXTRACTOR CENTRIFUGO
	EXTRACT. CENTRIF. CON FILTROS DE ALTA EFICIENCIA
	FILTRO HEPA TERMINAL
	FILTRO BOLSA AL 95%
	FILTRO DE AIRE (TIPO CORRUGADO)
	FILTRO DE AIRE (TIPO PERMAIRE)
	RESISTENCIA ELECTRICA (R)
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
	U.E. UNIDAD EVAPORADORA
	U.C. UNIDAD CONDENSADORA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACION DE MEDICINAS				
PLANO:	DISTRIBUCION DE FILTROS HEPA EN ZONA INTERNA			
DIBUJO:	L.C.R.	DISEÑO:	L.C.R.	REVISO:
FECHA:	AGO-2012	ESC. PLOT:	1/75	N° DE PLANO:
				AA-04

LEYENDA

	PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA
	PUNTO DE DRENAJE
	CAJA DE CONTROL
	FILTRO HEPA
	DIFUSOR DE AIRE
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
	DUCTO DE EXTRACCION
	DUCTO DE INYECCION
EC	EXTRACTOR CENTRIFUGO
EXT	EXTRACT. CENTRIF. CON FILTROS DE ALTA EFICIENCIA
	FILTRO HEPA TERMINAL
	FILTRO BOLSA AL 95%
	FILTRO DE AIRE (TIPO CORRUGADO)
	FILTRO DE AIRE (TIPO PERMAIRE)
	RESISTENCIA ELECTRICA (R)
	REJILLA DE RETORNO O EXTRACCION
U.E.	UNIDAD EVAPORADORA
U.C.	UNIDAD CONDENSADORA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
CLIMATIZACION DEL AREA DE INYECTABLES DE UN LABORATORIO FARMACEUTICO PARA LA ELABORACION DE MEDICINAS				
PLANO:	CODIFICACION DE FILTROS TERMINALES HEPA			Nº DE PLANO:
DIBUJO:	L.C.R.	DISEÑO:	L.C.R.	REVISO:
			L.C.R.	FECHA:
				AGO-2012
				ESC. PLOT:
				1/75
				AA-05

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1 : Presupuesto económico de obra

ANEXO 2 : Tablas utilizadas para el cálculo

ANEXO 3 : Memoria técnica

ANEXO 4 : Catálogos

ANEXO 5 : Carta Psicométrica.

ANEXO 1
PRESUPUESTO SISTEMA DE AIRE

Cliente : Innova Andina S.A.
Atención : Ing. Milton Espinoza.
Referencia : Sistema de Climatización, Presurización, Filtrado de Aire y Control del área de Inyectables
 (CLASE 1000).
Fecha : 24 de Agosto de 2007

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Costos US\$.	
				Unit.	Total
1	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO - Tipo: UMA - Marca: SEMPERE - Caudal: 7,340 m3/hr. - Condensador: 240,000Btu/hr Marca : LG - Función: Solo Frío, Gas refrigerante R-22 - Características eléctricas: 220V-3F-60Hz	Unid.	1.00	19,500.00	19,500.00
2	INSTALACION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Comprende: - Fabricación e instalación de soporte metálico para la UMA. - Suministro e instalación de tubos y accesorios de cobre con soldadura de plata y fundente especial para interconexión entre evaporador y condensador - Mangueras aislantes Armaflex para aislar tubos de cobre de baja presión - Presurización, purga y realización de vacío y secado del sistema. - Carga de gas refrigerante R-22 hasta su nivel máximo de operación - Cableado para interconexión eléctrica entre evaporador y condensador - Conexión eléctrica de fuerza hasta 1m del equipo como máximo - Instalación de drenaje de condensado por gravedad con tubos pvc - Pruebas, regulaciones finales y puesta en operación.	Unid.	1.00	1,200.00	1,200.00
3	DUCTOS DE PLANCHA GALVANIZADA Suministro e instalación de ductería metálica, de fabricación nacional con planchas de hierro galvanizado, incluye; correderas y soportes metálicos.	Lote	1.00	5,000.00	5,000.00
4	AISLAMIENTO TÉRMICO PARA DUCTOS GALVANIZADOS Suministro e instalación de aislamiento térmico para ductos con planchas de teknopor de 3/4", forradas con tocuyo y cola y pintado con látex blanco.	Lote	1.00	1,990.00	1,990.00
5	RESISTENCIA ELÉCTRICA DE 20 KW EN ETAPAS - Placa para soporte de resistencia, 220V-3F-60Hz.	Lote	1.00	900.00	900.00
6	INSTALACION DE BANCOS DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS	Glb	1.00	650.00	650.00
7	BOOSTER DE AIRE TIPO CENTRÍFUGO - Caudal: 7,340 M3/HR - Caida: 5.6" C.A. - Voltaje 220V-3F-60Hz.	Unid.	1.00	850.00	850.00
8	INSTALACION DE BOOSTER CENTRIFUGO Comprende: - Fabricación e instalación de soporte metálico para el equipo - Adecuación y montaje del equipo en su lugar de operación - Conexión eléctrica de fuerza hasta 1 metro del equipo como máximo - Suministro e instalación de arrancador directo -contactor magnético, relay térmico y pulsador ON/OFF- para control del equipo. - Pruebas, regulaciones finales y puesta en operación	Unid.	1.00	450.00	450.00
9	CAJA PORTAFILTRO PARA ALOJAR FILTRO HEPA TERMINAL Dimensiones de 24"x24"x3", Marco y contramarco de Acero Inoxidable	Unid.	3.00	280.00	840.00

ANEXO 1

10	FILTRO DE AIRE TIPO HEPA - ABSOLUTO H13 - <u>Dimensiones de 24"x24"x3"</u> , Eficiencia: 99.99%	Unid.	3.00	350.00	1,050.00
11	CAJA PORTAFILTRO PARA ALOJAR FILTRO HEPA TERMINAL <u>Dimensiones de 24"x48"x3"</u> , Marco y contramarco en Acero inoxidable.	Unid.	11.00	1,230.00	13,530.00
12	FILTRO DE AIRE TIPO HEPA - ABSOLUTO H13. - <u>Dimensiones de 24"x48"x3"</u> , Eficiencia: 99.99%	Unid.	11.00	350.00	3,850.00
13	REJILLA LÍNEAL DE RETORNO FABRICADO CON PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE PARA CLASE 1000	Unid.	14.00	650.00	9,100.00
14	MANOMETRO DE COLUMNA INCLINADA MARK II - Marca: DWYER (USA), Modelo: 25, Rango de 0 - 3°C.A	Unid.	4.00	55.00	220.00
15	INSTALACIÓN DE MANOMETRO DE COLUMNA INCLINADA MARK II	Unid.	4.00	15.00	60.00
16	SUPERVISION, REGULACIÓN DE PARAMETROS, PREPARACIÓN DE PROTOCOLOS DE ENTREGA IQ, OQ, ETC.	Unid.	1.00	550.00	550.00
SUB. TOTAL SIN IGV US\$.					59,740.00

SERÁ POR CUENTA DEL CLIENTE

- Generar una Orden de Compra para efectos de facturación.
- Suministrar la acometida eléctrica de fuerza protegida con sus llaves térmicas junto a cada equipo
- Suministrar el punto de desagüe para drenaje de condensado junto a cada unidad evaporadora
- Obras Civiles, carpintería, vidriería, etc.

NO INCLUYE : EL I.G.V. (19%)

FORMA DE PAGO : 50% ADELANTO, 30% A LA ENTREGA DE LOS EQUIPOS Y SALDO A LA ENTREGA DE LA OBRA

ENTREGA DE EQUIPOS : DE STOCK, SALVO VENTA PREVIA

INICIO DE TRABAJOS : DESPUÉS DE RECIBIDA SU ORDEN DE COMPRA

PERÍODO DE GARANTÍA : (01) AÑO EN CONDICIONES NORMALES DE USO Y OPERACIÓN

TIEMPO DE ENTREGA DE EQUIPOS : 8-10 Semanas contados a partir de la Orden de Compra y el pago del adelanto

TIEMPO DE INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA : 15 DIAS (Despues de la llegada de los equipos importados)

VALIDEZ DE OFERTA : (20) DÍAS CALENDARIOS

TABLA No. 1 RESISTENCIA TÉRMICA R — MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE AISLAMIENTO
(°C·m²·h/kcal)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m³)	RESISTENCIA R	
				Por m de espesor	Por el espesor considerado — x 10 ⁻³
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN					
PANELES O PLACAS	Fibrocemento		1920	2,0	
	Yeso o cemento		800	7,3	
	Contraplacado		544	10,2	
	Madera		416	19,2	
	Fibra de madera. Homogénea ó en chapas		496	16,1	
	Fibra de madera comprimida		1060	5,8	
	Madera. Pino o abeto		512	10,0	
PAPEL DE CONSTRUCCIÓN	Filtro permeable			-	12
	Filtro impermeable			-	24
	Enlucido plástico			-	Despreciable
MADERA	Arce, encina o especies duras		720	7,3	
	Pino, arce o especies blandas		512	10,1	
ELEMENTOS DE ALBAÑILERÍA	Ladrillo ordinario		1920	16,4	
	Ladrillo de paramento		2080	9,0	
	Ladrillo hueco:				
	1 alvéolo	75	960	-	164
	1 alvéolo	100	768	-	228
	2 alvéolos	150	800	-	312
	2 alvéolos	200	720	-	379
	2 alvéolos	250	672	-	455
	3 alvéolos	300	640	-	520
	Aglomerados huecos. 3 Alvéolos ovales. Arena y grava.	75	1216	-	82
		100	1104	-	143
		150	1024	-	186
		200	1024	-	227
		300	1008	-	262
	Hormigón de escorias	75	1008	-	176
		100	960	-	227
		150	864	-	308
		200	896	-	353
		300	848	-	383
	Hormigón ligero (Puzolana, ponca, etc.)	75	960	-	260
		100	832	-	308
		200	768	-	410
		300	688	-	415
Baldosas de yeso					
Macizas	75	720	-	259	
4 alvéolos	75	560	-	277	
3 alvéolos	100	608	-	334	
Piedra calcárea o silíceas			2400	0,64	

TABLA No. 2 RESISTENCIA TÉRMICA R — MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE AISLAMIENTO (Cont.)
(°C·m²·h/kcal)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m³)	RESISTENCIA R			
				Por m de espesor	Por el espesor considerado - x 10 ⁻³		
MATERIALES AISLANTES							
COLCHÓN O ALMOHADILLADO	Fibra de algodón		13 - 32	31,8			
	Lana mineral fibrosa (de roca, escorias o vidrio)		24 - 64	29,8			
	Fibra de madera Fibra de madera con varias capas unidas con grapas y espanditas		53 - 58 24 - 32	32,3 29,8			
PANELES Y LOSAS	Fibra de vidrio		152	32,2			
	Fibra de madera o de caña Lanas acústicas Revestimiento interior (lana, estireno, poliestireno)		330 240	19,3 23,8			
	Subjetos Impregnado o enlucido		320	21,2			
	Espuma de vidrio Panel de caucho (sin aglutinante) Sedas de cardo (aglutinante de estirio) Espuma de plástico Virutas de madera (en paneles prefabricados)		144 104 - 128 136 26 332	20,1 29,8 24,2 27,8 14,7			
	MATERIALES DE RELLENO	Papel molido o pulpa Fibra de madera (muñeca o pino) Lana mineral (roca, escorias o vidrio) Serrín o virutas de madera Verdúzcos expandidos		40 - 56 32 - 56 32 - 80 128 - 240 112	28,8 28,8 28,8 17,9 16,8		
		AISLAMIENTO PARA TECHUMBRES	Todos los tipos Prefabricado para utilización en subyunto		230	22,8	
			AIRE				
LÁMINA DE AIRE		Posición	Flujo de calor				
		horizontal	ascendente (invierno)	20 - 100		174	
	"	" (verano)	20 - 100		160		
	"	descendente (invierno)	20		207		
	"	"	40		234		
	"	"	100		252		
	"	"	200		234		
	"	" (verano)	20		174		
	"	"	40		191		
	"	"	100		203		
	inclination de 45°	ascendente (invierno)	20 - 100		185		
	"	descendente (verano)	20 - 100		189		
	vertical	horizontal (invierno)	20 - 100		197		
"	" (verano)	20 - 100		174			
CONVECCIÓN	Posición	Flujo de calor					
	horizontal	ascendente	—	—	125		
	inclination 45°	"	—	—	127		
	vertical	horizontal →	—	—	140		
	inclination 45°	descendente	—	—	158		
	horizontal	"	—	—	190		
	Viento de 28 km/h	Todos los posiciones (invierno)	Todos los direcciones			35	
		Todos los posiciones (verano)	Todos los direcciones			52	

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

TABLA No. 3 RESISTENCIA TÉRMICA R – MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DE AISLAMIENTO (Cont.)
(°C·m²·h/kcal)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m ³)	RESISTENCIA R	
				Por m de espesor	Por el espesor considerado - × 10 ⁻²
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN					
HORMIGÓN	Mortaro de cemento		1856	1,4	
	Terugos de madera 12,5 % aglomerados con yeso, 87,5 %		816	4,8	
	Hormigones ligeros		1900	1,5	
	Ponca, puzolana Celulares Vermiculite, perlita		1600 1280 960 640 480 320	2,2 3,2 4,7 6,6 8,9 11,5	
	Hormigón de arena y grava o piedra (secado al horno) Hormigón de arena y grava o piedra (no secado) Escayola		2200 2200 1856	0,99 0,45 1,4	
ENLUCIDOS	Cemento		1856	1,4	
	Yeso :				
	ligero		720	5,2	
	ligero sobre entramado metálico		720	5,2	
	perlita		720	3,4	
	arena		1680	1,4	
	arena sobre entramado metálico		1680	1,4	
	arena sobre entramado de madera vermiculita		1680 720	4,7	82
MATERIALES PARA TECHUMBRES	Piezas de fibrocemento		1920		43
	Asfalto		1120		30
	Baldosas de asfalto		1120		90
	Revestimiento de terraza o esotea		1120	7,2	
	Tejas planas		3216		10
	Metal en chapa			Despreciable	
	Madera en planchas		640		193
MATERIALES DE REVESTIMIENTO (superficies planas)	Madera espesor sencillo				178
	Madera espesor doble				244
	Madera sobre panel aislante 10 mm				287
	Fibrocemento 6 mm. con recubrimiento				43
	Enlucido de asfalto				30
	Baldosa de asfalto 12 mm				298
	Planchas 25 × 200				112
	Planchas biseladas, con recubrimiento 13 × 200				166
	Planchas biseladas, con recubrimiento 20 × 260				215
	Contraplacado con recubrimiento 10 mm				121
Vidrio de catedral				29	
REVESTIMIENTO DEL SUELO	Losas de asfalto		1920	2,6	
	Alfombra y almohadillado de caucho				426
	Baldosas cerámicas				252
	Baldosas de corcho			0,65	
	Fieltro		400	17,9	
	Adobes				12,3
	Linóleo			3,2	
	Soporte de contraplacado		1280	3,2	
	Baldosas de caucho o plástico		544	10,7	
	Terrazoleta		1760	1,3	
	Soporte de madera		2248	0,65	
Parquet de madera dura		312	18,3		
		720	7,4		

TABLA No. 4 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO.

Con elementos de sombra interiores*
Funcionamiento de 24 horas diarias, Temperatura interior constante**

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO*** (kg por m ² de superf. de suelo)	HORA SOLAR																								ORIENTACIÓN (Latitud Sur)
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
NE	750 y más	0,47	0,58	0,54	0,42	0,27	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	NE
	500	0,48	0,60	0,57	0,46	0,30	0,24	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	
E	750 y más	0,39	0,56	0,67	0,59	0,49	0,33	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	E
	500	0,46	0,58	0,65	0,63	0,52	0,35	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	
SE	750 y más	0,04	0,28	0,47	0,59	0,64	0,67	0,53	0,41	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	NE
	500	0,03	0,20	0,47	0,61	0,67	0,65	0,57	0,44	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	
S	750 y más	0,06	0,08	0,23	0,38	0,51	0,60	0,66	0,67	0,64	0,59	0,47	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	N
	500	0,04	0,04	0,22	0,38	0,52	0,63	0,70	0,71	0,69	0,59	0,45	0,26	0,22	0,18	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	
SO	750 y más	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,24	0,39	0,53	0,63	0,66	0,61	0,47	0,23	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	NO
	500	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10	0,24	0,48	0,53	0,66	0,70	0,64	0,50	0,26	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	
O	750 y más	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	O
	500	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
NO	750 y más	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	SO
	500	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
N y sombra	750 y más	0,08	0,37	0,67	0,71	0,74	0,74	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	S y sombra
	500	0,06	0,31	0,67	0,72	0,76	0,77	0,81	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	
150	750 y más	0,25	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	150
	500	0,23	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h.m² (Tabla 6)]
 * [superficie acristalada, m²].
 * [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)].
 * [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

*** Peso por metro cuadrado de piso.

$$\text{Local con uno o más muros al exterior} = \frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local interior (sin muros exteriores)} = \frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local en sótano (piso sobre suelo)} = \frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Edificio o zona entera} = \frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0,50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33.

TABLA No. 5 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO

Con vidrio descubierto o con elementos de sombra externos*
Funcionamiento de 24 horas diarias, Temperatura interior constante**

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO (***) (kg por m² de superf. de suelo)	HORA SOLAR																									ORIENTACIÓN (Latitud Sur)
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA					
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5		
NE	750 y más	0,17	0,27	0,33	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,04	0,04	NE	
	500	0,19	0,31	0,38	0,39	0,36	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03			
E	750 y más	0,16	0,26	0,34	0,39	0,40	0,38	0,34	0,30	0,29	0,26	0,22	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,04	E	
	500	0,16	0,29	0,40	0,46	0,44	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08	0,06	0,04	0,03			
SE	750 y más	0,08	0,14	0,22	0,31	0,36	0,43	0,44	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,22	0,21	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	SE	
	500	0,08	0,18	0,30	0,39	0,44	0,49	0,51	0,47	0,41	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04			
S	750 y más	0,10	0,10	0,12	0,20	0,28	0,35	0,42	0,48	0,51	0,51	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	S	
	500	0,07	0,09	0,12	0,23	0,30	0,39	0,48	0,54	0,58	0,57	0,53	0,45	0,37	0,31	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09			
SO	750 y más	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,21	0,29	0,36	0,42	0,47	0,46	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	SO	
	500	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,14	0,23	0,31	0,42	0,50	0,53	0,51	0,44	0,35	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11			
O	750 y más	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,19	0,27	0,36	0,42	0,44	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	O	
	500	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,12	0,19	0,30	0,40	0,48	0,51	0,42	0,35	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11			
NO	750 y más	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,17	0,25	0,34	0,39	0,34	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	NO	
	500	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,19	0,29	0,40	0,46	0,40	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,09			
N y sombra	750 y más	0,16	0,23	0,33	0,41	0,47	0,52	0,57	0,61	0,66	0,69	0,72	0,74	0,59	0,52	0,46	0,42	0,37	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,21	0,17	S y sombra	
	500	0,11	0,22	0,44	0,51	0,57	0,62	0,66	0,70	0,74	0,76	0,79	0,80	0,60	0,51	0,44	0,37	0,32	0,29	0,27	0,23	0,21	0,18	0,13			
	150	0	0,48	0,44	0,74	0,82	0,87	0,91	0,93	0,93	0,97	0,98	0,98	0,87	0,74	0,64	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,35	0,31	0,27			

Ecuación: Carga de

retención kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/m² (Tabla 6)].

× [superficie acristalada, m²].

× [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)].

× [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

Vidrio descubierto: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierto.

** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el período de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante períodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

*** Peso por metro cuadrado de piso.

$$\text{Local con uno o más muros al exterior} = \frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local Interior (sin muros exteriores)} = \frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local en sótano (piso sobre suelo)} = \frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Edificio o zona entera} = \frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0.50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33.

TABLA No. 6 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO.

Dispositivos con elementos de sombra interiores*
Funcionamiento de 16 horas diarias, Temperatura interior constante**

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO (***) (kg por m ² de superficie de suelo)	HORA SOLAR															ORIENTACIÓN (Latitud Sur)	
		MAÑANA										TARDE						
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
NE	750 y más	0,53	0,64	0,59	0,47	0,31	0,25	0,24	0,22	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	SE
	500	0,83	0,65	0,61	0,38	0,33	0,27	0,22	0,21	0,17	0,16	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	
	150	0,36	0,77	0,73	0,38	0,36	0,24	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,04	0,02	0,02	
E	750 y más	0,47	0,63	0,63	0,64	0,54	0,36	0,27	0,25	0,20	0,18	0,17	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	E
	500	0,46	0,63	0,70	0,67	0,56	0,38	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	
	150	0,47	0,71	0,68	0,79	0,64	0,42	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,02	
SE	750 y más	0,14	0,37	0,55	0,64	0,70	0,68	0,58	0,46	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	NE
	500	0,11	0,35	0,53	0,64	0,72	0,69	0,61	0,47	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	
	150	0,02	0,31	0,57	0,75	0,64	0,61	0,69	0,80	0,30	0,20	0,17	0,13	0,09	0,05	0,04	0,03	
S	750 y más	0,19	0,18	0,24	0,40	0,60	0,60	0,72	0,74	0,64	0,59	0,42	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	N
	500	0,16	0,14	0,21	0,44	0,59	0,49	0,75	0,78	0,67	0,59	0,45	0,26	0,23	0,18	0,16	0,15	
	150	0,12	0,23	0,44	0,64	0,77	0,64	0,80	0,82	0,64	0,56	0,34	0,16	0,11	0,09	0,05	0,04	
SO	750 y más	0,22	0,21	0,20	0,30	0,30	0,32	0,47	0,60	0,63	0,64	0,61	0,47	0,23	0,19	0,18	0,14	NO
	500	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,21	0,46	0,60	0,64	0,70	0,64	0,50	0,26	0,20	0,17	0,15	
	150	0,08	0,08	0,09	0,07	0,10	0,24	0,47	0,67	0,61	0,64	0,70	0,60	0,26	0,17	0,12	0,08	
O	750 y más	0,23	0,23	0,21	0,21	0,20	0,19	0,10	0,23	0,36	0,52	0,63	0,65	0,53	0,22	0,19	0,17	O
	500	0,22	0,21	0,19	0,19	0,17	0,16	0,15	0,23	0,36	0,54	0,64	0,60	0,25	0,20	0,17	0,15	
	150	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,42	0,65	0,61	0,65	0,74	0,30	0,19	0,13	
NO	750 y más	0,21	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,23	0,49	0,61	0,60	0,19	0,17	0,15	SO
	500	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,16	0,24	0,52	0,65	0,23	0,18	0,15	0,12	
	150	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,17	0,39	0,63	0,60	0,70	0,28	0,18	0,12	
N y sombra	750 y más	0,23	0,38	0,75	0,79	0,60	0,60	0,91	0,82	0,83	0,84	0,84	0,87	0,80	0,39	0,33	0,21	S y sombra
	500	0,25	0,44	0,75	0,78	0,62	0,62	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,60	0,34	0,29	
	150	0,07	0,22	0,69	0,68	0,64	0,73	0,84	0,95	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,75	0,23	0,14	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h.m² (Tabla 6)].

- * [superficie acristalada, m²].
- * [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)].
- * [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

*** Peso por metro cuadrado de piso.

$$\text{Local con uno o más muros al exterior} = \frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local interior (sin muros exteriores)} = \frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local en sótano (piso sobre suelo)} = \frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Edificio o zona entera} = \frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

SI el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0,50 e fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33.

TABLA No 7 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO

Con vidrio descubierto o con elementos de sombra externos*
 Funcionamiento de 16 horas diarias, Temperatura interior constante**

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO (***) (kg por m ² de superficie de suelo)	HORA SOLAR														ORIENTACIÓN (Latitud Sur)		
		MAÑANA							TARDE									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
NE	750 y más	0,28	0,37	0,47	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,29	0,27	0,28	0,19	0,17	0,15	0,14	0,17	SE
	500	0,28	0,29	0,43	0,45	0,41	0,39	0,31	0,27	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10	
	150	0,33	0,57	0,66	0,62	0,46	0,33	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	
E	750 y más	0,29	0,28	0,44	0,46	0,48	0,46	0,41	0,36	0,28	0,26	0,23	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	E
	500	0,27	0,28	0,40	0,34	0,32	0,28	0,41	0,35	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	
	150	0,29	0,51	0,68	0,74	0,69	0,53	0,38	0,27	0,27	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	
SE	750 y más	0,24	0,29	0,35	0,43	0,49	0,53	0,53	0,51	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	NE
	500	0,19	0,24	0,33	0,44	0,52	0,57	0,57	0,53	0,41	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	
	150	0,03	0,20	0,41	0,60	0,73	0,77	0,77	0,60	0,44	0,37	0,33	0,18	0,14	0,09	0,07	0,05	
S	750 y más	0,33	0,31	0,32	0,37	0,43	0,49	0,55	0,60	0,57	0,51	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	N
	500	0,27	0,24	0,28	0,34	0,42	0,50	0,58	0,60	0,60	0,57	0,53	0,45	0,37	0,31	0,27	0,23	
	150	0,06	0,04	0,15	0,31	0,49	0,65	0,75	0,67	0,61	0,57	0,61	0,42	0,28	0,19	0,13	0,09	
SO	750 y más	0,33	0,37	0,38	0,28	0,26	0,28	0,38	0,37	0,43	0,47	0,46	0,48	0,34	0,38	0,27	0,24	NO
	500	0,31	0,28	0,23	0,24	0,22	0,26	0,33	0,40	0,46	0,50	0,53	0,51	0,44	0,33	0,29	0,26	
	150	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10	0,14	0,35	0,54	0,68	0,78	0,78	0,68	0,46	0,29	0,20	0,14	
O	750 y más	0,36	0,34	0,37	0,28	0,26	0,25	0,23	0,25	0,26	0,27	0,26	0,42	0,44	0,38	0,33	0,29	O
	500	0,34	0,31	0,28	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,23	0,28	0,40	0,48	0,51	0,43	0,35	0,30	
	150	0,17	0,14	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10	0,15	0,29	0,49	0,67	0,76	0,73	0,53	0,33	0,22	
NO	750 y más	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,23	0,20	0,18	0,17	0,25	0,34	0,29	0,34	0,29	0,26	SO
	500	0,20	0,28	0,35	0,33	0,22	0,20	0,19	0,17	0,17	0,19	0,29	0,40	0,46	0,40	0,32	0,26	
	150	0,36	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,13	0,27	0,48	0,65	0,73	0,49	0,31	0,21	
N y sombra	750 y más	0,31	0,37	0,64	0,68	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,78	0,78	0,59	0,52	0,46	S y sombra
	500	0,38	0,47	0,60	0,67	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,60	0,51	0,44	
	150	0,04	0,07	0,53	0,78	0,78	0,84	0,80	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,62	0,34	0,24	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h.m² (Tabla 6)]
 * [superficie acristalada, m²]
 * [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)]
 * [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

Vidrio descubierto: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierto.

** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

*** Peso por metro cuadrado de piso.

$$\text{Local con uno o más muros al exterior} = \frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local interior (sin muros exteriores)} = \frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Local en sótano (piso sobre suelo)} = \frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

$$\text{Edificio o zona entera} = \frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0,50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33.

TABLA No. 8 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES
 Funcionamiento de 12 horas diarias. Temperatura interior constante***

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO (kg por m ² de superfl. de suelo)	CON PANTALLA INTERIOR *												SIN O CON PANTALLA EXTERIOR **												ORIENTACIÓN (Latitud Norte) SURT
		HORA SOLAR																								
		MAÑANA						TARDE						MAÑANA						TARDE						
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
NE	750 y más	0,59	0,67	0,62	0,49	0,33	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,17	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,29	0,26	0,23	SE
	500	0,59	0,68	0,64	0,52	0,35	0,27	0,24	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,35	0,45	0,50	0,49	0,45	0,42	0,34	0,30	0,27	0,24	0,23	0,20	
	150	0,63	0,80	0,75	0,60	0,37	0,25	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,40	0,62	0,69	0,64	0,48	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14	0,14	0,12	
E	750 y más	0,51	0,66	0,71	0,67	0,57	0,40	0,29	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,36	0,44	0,50	0,53	0,53	0,50	0,44	0,39	0,34	0,34	0,30	0,28	E
	600	0,52	0,67	0,73	0,70	0,58	0,40	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,16	0,34	0,44	0,54	0,58	0,57	0,51	0,44	0,39	0,34	0,31	0,28	0,24	
	150	0,53	0,74	0,82	0,81	0,65	0,43	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,34	0,56	0,71	0,76	0,70	0,54	0,39	0,28	0,23	0,18	0,15	0,12	
SE	750 y más	0,20	0,42	0,59	0,70	0,74	0,71	0,61	0,48	0,33	0,26	0,24	0,24	0,34	0,37	0,43	0,38	0,54	0,58	0,57	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	NE
	600	0,18	0,40	0,57	0,70	0,75	0,72	0,63	0,49	0,34	0,28	0,25	0,21	0,29	0,33	0,41	0,51	0,58	0,61	0,61	0,56	0,49	0,44	0,37	0,33	
	150	0,09	0,35	0,61	0,78	0,86	0,82	0,69	0,58	0,30	0,20	0,17	0,13	0,14	0,27	0,47	0,64	0,75	0,79	0,73	0,61	0,45	0,32	0,23	0,18	
S	750 y más	0,28	0,25	0,40	0,33	0,64	0,77	0,77	0,77	0,73	0,67	0,49	0,31	0,47	0,43	0,42	0,44	0,51	0,56	0,61	0,65	0,64	0,63	0,61	0,54	N
	600	0,26	0,22	0,38	0,31	0,64	0,73	0,79	0,79	0,77	0,65	0,51	0,31	0,44	0,37	0,39	0,43	0,50	0,57	0,64	0,68	0,70	0,68	0,63	0,53	
	150	0,21	0,29	0,48	0,67	0,78	0,88	0,89	0,83	0,56	0,50	0,24	0,16	0,28	0,19	0,23	0,38	0,54	0,68	0,78	0,84	0,82	0,76	0,61	0,42	
SO	750 y más	0,31	0,27	0,27	0,24	0,23	0,27	0,59	0,63	0,72	0,74	0,69	0,54	0,51	0,44	0,40	0,37	0,34	0,36	0,41	0,47	0,54	0,57	0,60	0,58	NO
	600	0,33	0,28	0,25	0,23	0,23	0,35	0,50	0,64	0,74	0,77	0,70	0,53	0,53	0,44	0,37	0,35	0,31	0,33	0,39	0,46	0,55	0,62	0,64	0,60	
	150	0,29	0,21	0,18	0,15	0,14	0,27	0,38	0,49	0,62	0,67	0,79	0,68	0,68	0,32	0,25	0,28	0,17	0,19	0,37	0,54	0,70	0,80	0,79	0,69	
O	750 y más	0,43	0,33	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,29	0,46	0,61	0,71	0,72	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31	0,31	0,35	0,42	0,49	0,54	O
	600	0,47	0,33	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,28	0,44	0,61	0,72	0,73	0,60	0,53	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,28	0,33	0,43	0,51	0,57	
	150	0,77	0,34	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13	0,23	0,44	0,67	0,82	0,85	0,77	0,56	0,38	0,28	0,23	0,18	0,16	0,19	0,33	0,52	0,69	0,77	
NO	750 y más	0,68	0,78	0,77	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,28	0,41	0,56	0,67	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26	0,30	0,37	0,44	SO
	600	0,71	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,23	0,40	0,58	0,70	0,54	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,24	0,30	0,39	0,48	
	150	0,87	0,33	0,25	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,19	0,41	0,64	0,80	0,75	0,53	0,36	0,28	0,24	0,19	0,17	0,15	0,17	0,30	0,50	0,66	
N y sombra	750 y más	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,75	0,75	0,79	0,83	0,84	0,84	0,80	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	S y sombra
	600	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	
	150																									

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h.m² (Tabla 6)]
 × [superficie acristalada, m²]
 × [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)]
 × [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

** Vidrio descubierto: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierto.

*** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

**** Peso por m² de superficie de suelo. $\frac{\text{Peso de muros exteriores, kg} + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$

Local interior (sin muros exteriores) = $\frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$

Local en sótano (piso sobre suelo) = $\frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$

Edificio o zona entera = $\frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0.50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33

TABLA No. 9 MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO*
kcal/ (hora) (m²)

LATITUD NORTE	MES	ORIENTACIÓN (LATITUD NORTE)									MES	LATITUD SUR
		N**	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.		
0°	Junio	160	423	398	113	38	113	398	423	612	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	0°
	Julio y Mayo	130	414	412	141	38	141	412	414	631		
	Agosto y Abril	67	382	442	214	38	214	442	382	664		
	Sept. y Marzo	27	320	452	320	38	320	452	320	678		
	Oct. y Febrero	27	214	442	382	92	382	442	214	664		
	Nov. y Enero	27	141	412	414	181	414	412	141	631		
	Diciembre	27	113	398	423	222	423	398	113	612		
10°	Junio	108	414	420	149	38	149	420	414	659	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	10°
	Julio y Mayo	81	401	428	179	38	179	428	401	669		
	Agosto y Abril	35	352	442	254	38	254	442	352	678		
	Sept. y Marzo	27	279	444	344	75	344	444	279	669		
	Oct. y Febrero	27	179	420	404	198	404	420	179	623		
	Nov. y Enero	24	100	387	436	287	436	387	100	569		
	Diciembre	24	75	371	442	324	442	371	75	547		
20°	Junio	70	417	433	198	38	198	433	417	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	20°
	Julio y Mayo	51	374	442	230	38	230	442	374	680		
	Agosto y Abril	29	320	447	306	70	306	447	320	669		
	Sept. y Marzo	27	235	442	379	176	379	442	235	631		
	Oct. y Febrero	24	141	398	433	301	433	398	141	564		
	Nov. y Enero	21	70	347	444	382	444	347	70	488		
	Diciembre	21	48	328	452	404	452	328	48	461		
30°	Junio	54	377	426	244	57	244	426	377	678	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	30°
	Julio y Mayo	43	355	444	271	81	271	444	355	667		
	Agosto y Abril	29	292	447	349	170	349	447	292	637		
	Sept. y Marzo	24	244	428	412	284	412	428	244	574		
	Oct. y Febrero	21	105	366	442	393	442	366	105	485		
	Nov. y Enero	19	43	314	439	431	439	314	43	393		
	Diciembre	16	32	284	439	442	439	284	32	355		
40°	Junio	46	360	439	301	146	301	439	360	642	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	40°
	Julio y Mayo	40	344	444	339	187	339	444	344	631		
	Agosto y Abril	29	276	439	395	276	395	439	276	580		
	Sept. y Marzo	24	157	404	439	379	439	404	157	496		
	Oct. y Febrero	19	94	330	442	439	442	330	94	349		
	Nov. y Enero	13	32	271	423	450	423	271	32	279		
	Diciembre	13	27	233	401	447	401	233	27	230		
50°	Junio	43	341	444	366	252	366	444	341	596	Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio	50°
	Julio y Mayo	38	317	442	387	287	387	442	317	572		
	Agosto y Abril	29	254	428	425	374	425	428	254	501		
	Sept. y Marzo	21	157	374	442	428	442	374	157	401		
	Oct. y Febrero	13	78	284	425	452	425	284	78	254		
	Nov. y Enero	10	24	173	344	414	344	173	24	143		
	Diciembre	8	19	127	314	382	314	127	19	108		
		S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	Horiz.		
ORIENTACIÓN (LATITUD SUR)												
Coefficiente de corrección	Marzo metálico o ningún marzo = 1/0.85 ó 1.17	Limpioz - 15 % n.a.	Altitud + 0.7 % por 300 m		Punto de rocío superior a 19.5° C - 5 % por 4° C		Punto de rocío inferior a 19.5° C + 5 % por 14° C		Latitud Sur Dic. o Enero + 7 %			

* Valores extraídos de la Tabla 15.

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

TABLA No. 10 DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)

Muros soleados o en sombra*

Valadero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte**

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

Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 21 a 25).

* Válido tanto si el muro tiene o no aislamiento.

** Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.

*** El peso por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 21 a 25. Para pesos por m² inferiores a 100 kg/m², tomar los valores correspondientes a 100 kg/m².

**TABLA No. 11 DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA ***

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte **

CONDI- CIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																								
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,4	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7	
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,6	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1	
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	
400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	7,8		
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	3,3	6,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8	
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	
	300	-0,5	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0	
Rociado	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7	
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	
(en la sombra)	100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA				
		HORA SOLAR																								

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 27 ó 28).

* Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes.

Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.

** Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto.

*** Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 27 ó 28.

TABLA No. 12 CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-16	-21.2	-21.7	-22.3	-22.8	-23.3	-23.8	-24.2	-24.7	-25.1	-25.6	-26.0	-26.5	-27.0	-27.4	-27.7	-28.8	-29.3	-29.8
-12	-17.2	-17.7	-18.3	-18.8	-19.3	-19.8	-20.2	-20.7	-21.1	-21.6	-22.0	-22.5	-23.0	-23.4	-23.9	-24.8	-25.3	-25.8
-8	-13.2	-13.7	-14.3	-14.8	-15.3	-15.8	-16.2	-16.7	-17.1	-17.6	-18.0	-18.5	-19.0	-19.4	-19.9	-20.8	-21.3	-21.8
-4	-9.2	-9.7	-10.3	-10.8	-11.3	-11.8	-12.2	-12.7	-13.1	-13.6	-14.0	-14.5	-15.0	-15.4	-15.9	-16.8	-17.3	-17.8
0	-5.0	-5.5	-6.1	-6.6	-7.1	-7.6	-8.0	-8.5	-8.9	-9.4	-9.8	-10.3	-10.8	-11.2	-11.7	-12.6	-13.1	-13.6
+2	-3.1	-3.6	-4.2	-4.7	-5.2	-5.6	-6.1	-6.6	-7.0	-7.5	-7.9	-8.4	-8.9	-9.3	-9.8	-10.6	-11.1	-11.7
+4	-1.1	-1.6	-2.2	-2.7	-3.2	-3.6	-4.1	-4.6	-5.0	-5.5	-5.9	-6.4	-6.9	-7.3	-7.8	-8.6	-9.1	-9.7
+6	0.8	0.3	-0.3	-0.8	-1.3	-1.7	-2.2	-2.7	-3.1	-3.6	-4.0	-4.5	-5.0	-5.4	-5.9	-6.7	-7.2	-7.8
+8	2.8	2.3	1.7	1.2	0.7	0.3	0	-0.7	-1.1	-1.6	-2.0	-2.5	-3.0	-3.4	-3.9	-4.7	-5.2	-5.8
+10	4.7	4.2	3.6	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.8	0.3	-0.1	-0.6	-1.1	-1.5	-2.0	-2.8	-3.3	-3.9
+12	6.8	6.3	5.7	5.2	4.7	4.3	3.8	3.3	2.9	2.4	1.8	1.3	0.8	0.4	0.1	-0.7	-1.2	-1.8
+14	8.8	8.3	7.7	7.2	6.7	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	3.8	3.3	2.8	2.4	1.9	1.3	0.8	0.2
+16	10.8	10.3	9.7	9.2	8.7	8.3	7.8	7.3	6.9	6.4	5.8	5.3	4.8	4.4	3.9	3.3	2.8	2.2
+18	12.8	12.3	11.7	11.2	10.7	10.3	9.8	9.3	8.9	8.4	7.8	7.3	6.8	6.4	5.9	5.3	4.8	4.2
+20	14.8	14.3	13.7	13.2	12.7	12.3	11.8	11.3	10.9	10.4	9.8	9.3	8.8	8.4	7.9	7.3	6.8	6.2
+22	16.7	16.4	15.8	15.3	14.8	14.4	13.9	13.4	13.0	12.5	11.9	11.4	10.9	10.5	10.0	9.4	8.9	8.3

ANEXO 3

**Innova Andina S.A.
Memoria Descriptiva**

**Climatización, Filtración de aire y Presurización de
ambientes**

Obra : Laboratorio Inyectables – Lurin

Empresa: INNOVA ANDINA S.A.

Área: LABORATORIO DE FARMACOS

Zona: MEZCLA DE INYECTABLES

Descripción de uso:

Preparación de productos inyectables líquidos, mediante procesos de dilución y mezcla de líquidos.

Observaciones:

Esclusa de entrada al local con interbloqueo de sus puertas. Es necesario aumento de la protección en el vestuario del personal que trabajará en estos ambientes.

Equipamiento:

Marmita volcable 200 lts. Sistema trifásico 380v, 2 HP + Resistencia 4 kw

Tanque agitador 300 lts, sistema trifásico, 380v, 1.5 HP

Filtro prensa, sistema monofásico 220v, 1.5 HP.

MEZCLAS INYECTABLES

Descripción	Esclusa de Ingreso	Mezcla de inyectables
Área de piso	2.79 m ²	7.1 m ²
Altura	3.10 m	3.10 m
Clasificación del local	10,000	10,000
Temperatura en la sala	24 ± 1°C	24 ± 1°C
Humedad Relativa en la sala	50 ± 5%	50 ± 5%
Personas permitidas en el local simultáneamente	1	2
Grado de actividad permisible	Movimiento Ocasional	Movimiento Ocasional
Equipamiento en la sala	30% de área de piso	30% de área de piso
Presión diferencial (contra ambiente)	(+) 45 Pa	(+) 30 Pa
Cambio de aire por hora	126	45
m ³ /h	850	766
Porcentaje de aire fresco	5 – 10	10 – 15
Localización de las entradas de aire limpio	Techo	Techo
Entradas de aire limpio (% de superficie del techo)	10	10
Velocidad terminal en las entradas de aire limpio	0.15 - 0.45 m/s	0.15 - 0.45 m/s
Localización de los retornos		30 cms. N.P.T. Rejillas intermitentes
Velocidad en rejillas de retorno	1 - 2.5 m/s	1 - 2.5 m/s
Prefiltros 1ra etapa	80% Gravimétrico	80% Gravimétrico
Prefiltros 2da etapa	70 - 90% Efic. Opacimétrico	70 - 90% Efic. Opacimétrico
Filtros finales	99.99% Efic. MPPS.	99.99% Efic. MPPS.

Empresa: INNOVA ANDINA S.A.

Área: LABORATORIO DE FARMACOS

Zona: SALA ESTÉRIL (ENVASADO)

Descripción de uso:

Envasado de los productos preparados en la sala de mezclas inyectables.

Esclusa de entrada al local con interbloqueo de sus puertas. Es necesario aumento de la protección en el vestuario del personal que trabajará en estos ambientes.

Así mismo cuenta con una esclusa de material, por ella se ingresará el material habilitado por la zona de lavado. En esta esclusa se encuentra una esterilizadora de doble puerta, a la cual ingresará los carros con el material de empaque para su esterilización y el retiro se hace por la puerta que da hacia el lado de la zona estéril.

El producto terminado saldrá de la zona por medio de una esclusa que conecta a la zona de cuarentena y acondicionamiento.

Equipamiento:

02 tanques 150 lts. Sistema trifásico 380v, 1.5 HP cada uno

01 llenadora de frascos, sistema trifásico 380 V. 1.0 HP.

01 selladora de frascos, sistema trifásico, 380 V. 1.5 HP.

01 llenadora de ampollas, sistema trifásico 380 V. 1.5 HP.

Esterilizadora de doble puerta, sistema trifásico, 380 V. 10 kw

SALA ÉSTERIL

Descripción	Pre Esclusa de Ingreso	Esclusa de Ingreso	Sala Estéril	1ra Esclusa de salida	2da Esclusa de salida
Área de piso	3.11 m ²	3.95 m ²	21.92 m ²	2.38 m ²	5.00 m ²
Altura	3.10 m	3.10 m	3.10 m	3.10 m	3.10 m
Clasificación del local	100,000	1,000	1,000	10,000	100,000
Temperatura en sala	24 ± 2°C	24 ± 1°C	24 ± 1°C	24 ± 1°C	24 ± 2°C
Humedad Relativa en sala	50 ± 5%	50 ± 5%	50 ± 5%	50 ± 5%	50 ± 5%
Personas permitidas en el local simultáneamente	1	1	2	1	N/A
Grado de actividad permisible	Movimiento ocasional	Movimiento ocasional	Movimiento ocasional	Movimiento ocasional	Actividad constante
Equipamiento en la sala		30% del suelo	30% del suelo	30% del suelo	N/A
Presión diferencial (contra ambiente)	(+) 45 Pa	(+) 60 Pa	(+) 45 Pa	(+) 30 Pa	(+) 15 Pa
Cambio de aire por hora	25	90	65	65	25
m ³ /h	186	850	4,415	370	350
Porcentaje de aire fresco	5 – 10	5 – 10	5 – 10	5 – 10	100
Localización de las entradas de aire limpio	Techo	Techo	Techo	Techo	Techo
Entradas de aire limpio (% de superficie del techo)	5	10	10	10	5
Velocidad terminal en las entradas de aire limpio	0.15 – 0.45 m/s	0.15 – 0.45 m/s	0.15 – 0.45 m/s	0.15 – 0.45 m/s	0.15 – 0.45 m/s
Localización de los retornos	Techo.	30 cm. N.P.T. Rejillas intermitentes	30 cm. N.P.T. Rejillas intermitentes	30 cm. N.P.T. Rejillas intermitentes	Techo
Velocidad en rejillas de retorno	2.5	1 - 2.5	1 – 2.5	1 – 2.5	2.5
Prefiltros 1ra etapa	80% Arrestance	80% Arrestance	80% Arrestance	80% Arrestance	80% Gravimétrico
Prefiltros 2da etapa	95% Opacimétrico	70 – 90% Opacimétrico	70 – 90% Opacimétrico	70 – 90% Opacimétrico	95% Opacimétrico
Filtros finales	N/A	99.99% Efic. MPPS.	99.99% Efic. MPPS.	99.99% Efic. MPPS.	N/A

FILTROS ABSOLUTOS MINIPLIEGUE

Filtros HEPA

- Eficiencias 99,99% y 99,999% para partículas de 0,3 µm
- Ensayados en origen y localmente
- Marco metálico

Características constructivas

El Filtro Absoluto® Minipliegue es más compacto y de menor espesor que los Filtros Absolutos HEPA de Pliegue Profundo. Está fabricado con marco metálico de aluminio extruido anodizado, de gran estabilidad dimensional y resistencia a la corrosión. Ofrece máxima protección al medio filtrante.

Posee juntas de alta resistencia que permiten un ensamble uniforme y rígido. Los separadores de cordón poliuretánico le aseguran estabilidad y máximo rendimiento.

Su medio filtrante es de microfibras de vidrio ultrafina resistente a la humedad (100%) y está encapsulado en su totalidad, para asegurar la ausencia de fugas. Posee burlate de neoprene y grilla de protección en una de sus caras. Su temperatura máxima de trabajo es de 85°C y puede trabajar en ambientes con 100% de humedad relativa.

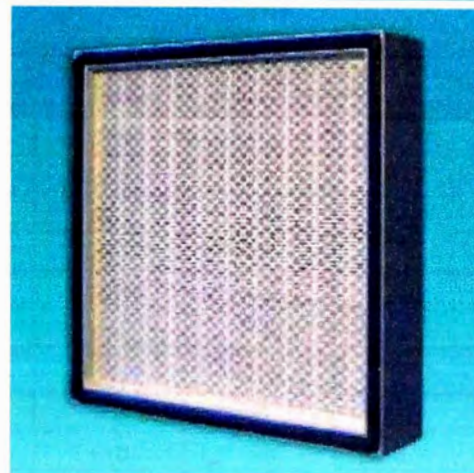
Estos filtros se pueden montar en alojamientos estándar, dependiendo del tipo de instalación:

- **MT** (Módulo terminal a nivel del cielo raso)
- **GPA** (gabinete para intercalar en conductos)
- **MARMETAL-A** (Módulo de acceso frontal)

Eficiencia

Según Norma EN 1822	H 13	H 14
Según Norma DIN 24183	EU13	EU14
	99,99% < Aa < 99,995%	99,995% < Aa < 99,9995%

Aa: Eficiencia para partículas de 0,3 micrones, según ensayo de aerosoles DOP bajo norma Mil-STD 282



Aplicaciones

El Filtro Absoluto® Minipliegue se aplica en Áreas Limpias, Ambientes Controlados, instalaciones de aire acondicionado central y ventilación industrial de alta calidad de filtración de aire.

Ideal para la industria Farmacéutica, electrónica, hospitalaria, alimenticia y petroquímica, entre otras.

Algunos de los ambientes controlados en los cuales se utiliza son quirófanos, salas de aislamiento, centrales de pesadas y demás sectores críticos de trabajo, entre ellos, plantas procesadoras de alimentos, salas de envasado aséptico, equipos de Flujo Laminar, venteo de tanques para almacenamiento de productos, etc.

FILTROS ABSOLUTOS® MINIPLIEGUE

▣ Cuadro de medidas standard y caudales nominales

Eficiencia EN 1822	Modelo	Caudal (m³/h) vs. Pérdida de carga (PA)			Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Peso (Kg)
		125 Pa	175 Pa	254 Pa				
H13	H13-12123	160	181	234	305	305	72	1,8
	H13-24123	321	380	486	610	305	72	2,1
	H13-24243	642	763	1032	610	610	72	5,1
	H13-24303	810	963	1296	610	762	72	5,4
	H13-24483	1317	1565	2112	610	1220	72	8,7
	H13-30483	1662	1976	2658	762	1220	72	10,9
H14	H14-12123	128	162	201	305	305	72	1,8
	H14-24123	268	326	418	610	305	72	2,1
	H14-24243	542	656	888	610	610	72	5,1
	H14-24303	684	827	1115	610	762	72	5,4
	H14-24483	1112	1345	1817	610	1220	72	8,7
	H14-30483	1403	1698	2286	762	1220	72	10,9

A pedido se fabrican en medidas especiales

Pérdida de carga final de recambio: 500 Pa.

▣ Presentación

Se comercializan en forma unitaria en cajas de cartón con protección interior y certificación de ensayo en origen y local, según las recomendaciones del **Institute of Environmental of Sciences IES-RP-CC-001 HEPA FILTERS.**



▣ Cómo especificar

Filtro Absoluto Minipliegue, fabricado con marco metálico de aluminio extruido anodizado, con juntas de alta resistencia, sin elementos de unión y separadores de cordón poliuretánico. Con medio filtrante de microfibras de vidrio ultrafina, terminación "encapsulada" y burlete de neoprene en una de sus caras. Con certificado de ensayo individual.

Determinar modelo según tabla, seleccionando:

- Eficiencia mínima
- Dimensiones en mm. (ancho, largo, espesor) acordes al caudal

Filtro ABSOLUTO® es marca registrada de Casiba S.A.



UNIDAD CENTRAL MODULAR DE TRATAMIENTO DE AIRE

Series CHD



Sempere



Unidad central de tratamiento de aire (central station) constituida por secciones específicas combinables entre sí, para cumplir con todo tipo de exigencias, tales como toma de aire exterior, cámara de mezcla, expulsión, filtrado, humidificación, deshumidificación, calefacción, refrigeración y salida uni o multizonal.

Se emplea para el acondicionamiento de instalaciones de confort e industriales para grandes edificios, oficinas, teatros, hospitales, industrias farmacéuticas, áreas limpias (Clean Room), centrales nucleares, medicina nuclear, industrias textiles, del tabaco, alimentación, del papel y otras.

Sus trece tamaños abarcan desde los 1.500 m³/h hasta los 100.000 m³/h.

Se utilizan para el acondicionamiento de aire en sistemas convencionales de baja velocidad, de volumen de aire variable de alta velocidad con cajas expansoras o unidades inductoras, de media presión con unidades terminales de filtrado absoluto o de alta eficiencia, de flujo laminar, etc.



Sempere

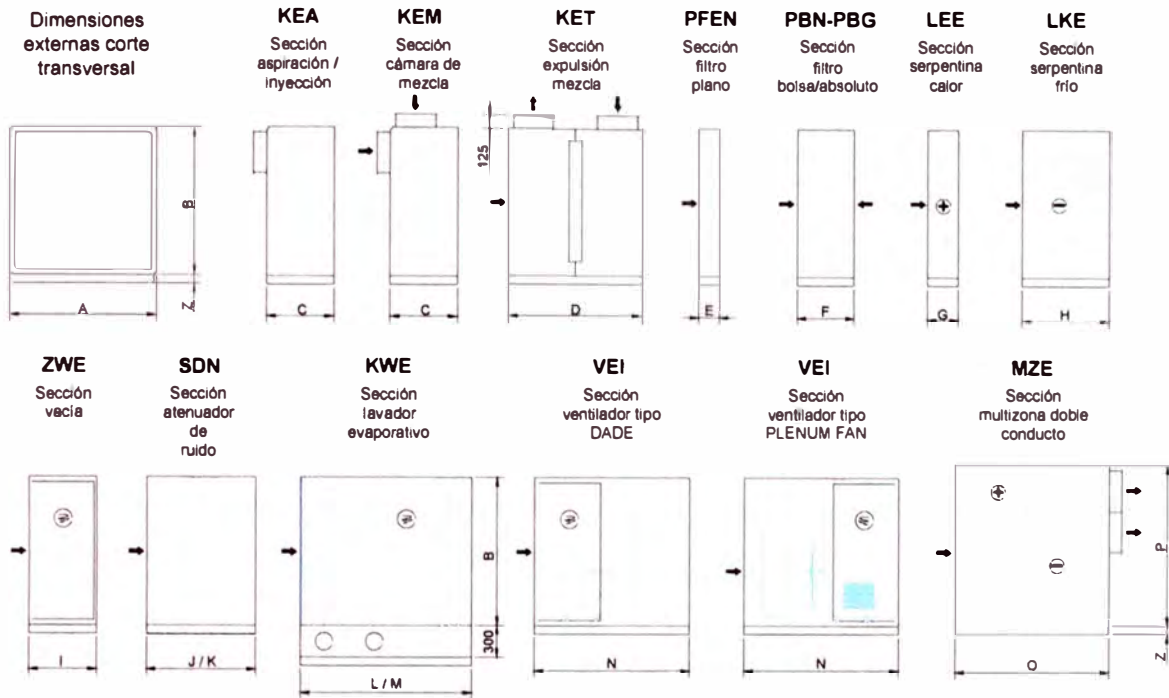
Están construidas con un bastidor de perfiles extruidos de aluminio ensamblados con esquineros de aluminio fundido y paneles dobles de chapa galvanizada con aislación interior de poliuretano inyectado, fabricadas íntegramente en Argentina. Cuentan con un eficiente service y permanente disponibilidad de repuestos.

Se incluye iluminación interior con llave general en las secciones accesibles.

Las secciones componentes del equipo son agrupadas en módulos cuyas dimensiones facilitan el traslado y posterior movimiento de obra.

Opcionales:

- Sección de deshumidificador rotativo
- Sección de humidificador por panel
- Sección de humidificador por lanzas
- Sección de recuperador de calor estático
- Sección de recuperador de calor rotativo
- Secciones construidas en acero inoxidable
- Lámparas bactericidas
- Calefacción por resistencias eléctricas
- Serpentina de enfriamiento por expansión directa

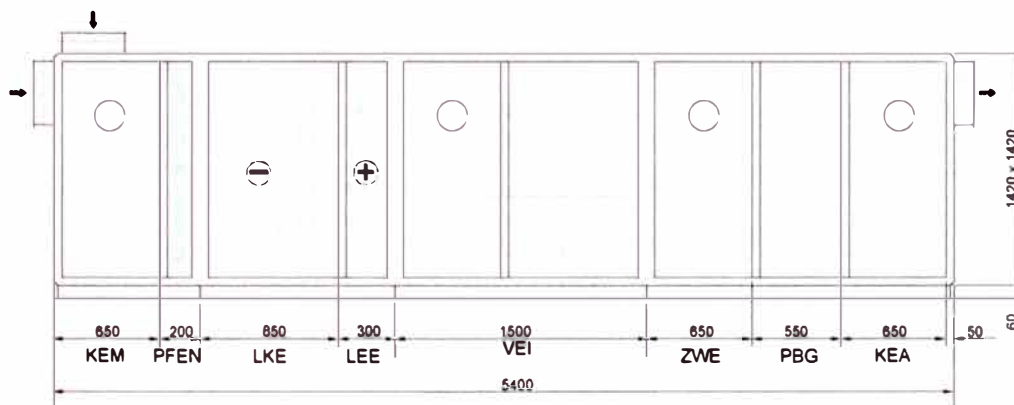


TAMAÑO CHD	Caudales de aire (m3/h)		DIMENSIONES EXTERIORES			KEA / KEM	KET	PFEN	PBN	PBG	LEE				
	Refrigeración	Calef. Vent.				Sección aspiración / Cámara de mezcla	Sección de expulsión mezcla	Sección filtros planos G1 a F9 de 24"x 24"	Sección filtros bolsa / rígidos F5 a F9 de 24"x 24"	Sección filtros absolutos H10 a H13 de 24"x 24"	Sección serpentina de calor por agua o vapor. Max. 2 hileras				
	mín. / máx.	máx.	A	B	Z	C	D	E	Cant. Filtros	F	Cant. Filtros	F	Cant. Filtros	G	Area (m²)
2,5	1.458 / 2.918	3.650	880	950	60	500	1000	200	1	550	1	550	1	300	0,27
4	2.484 / 4.968	7.300	1420	950	60	500	1000	200	2	550	2	550	2	300	0,46
6,3	3.726 / 7.300	7.300	1420	950	80	500	1000	200	2	550	2	550	2	300	0,69
10	6.372 / 12.744	14.600	1420	1420	80	850	1300	200	4	550	4	550	4	300	1,18
16	8.802 / 17.604	21.900	2050	1420	80	850	1300	200	6	550	6	550	6	300	1,63
22	13.230 / 26.460	32.850	2050	2050	80	900	1800	300	9	550	9	550	9	300	2,45
28	16.146 / 32.292	32.850	2050	2050	100	900	1800	300	9	550	9	550	9	300	2,99
32	18.900 / 37.800	43.800	2740	2050	100	900	1800	300	12	550	12	550	12	300	3,50
40	24.300 / 48.600	58.400	2740	2740	100	1200	2400	300	16	550	16	550	16	300	4,50
51	29.700 / 58.400	58.400	2740	2740	120	1200	2400	450	18	550	18	550	18	300	5,50
63	37.098 / 73.000	73.000	3400	2740	120	1200	2400	450	20	550	20	550	20	300	6,87
80	48.658 / 91.250	91.250	3400	3800	140	1450	2900	450	25	550	25	550	25	300	8,64
100	60.048 / 109.500	109.500	4080	3800	140	1450	2900	450	30	550	30	550	30	300	11,12

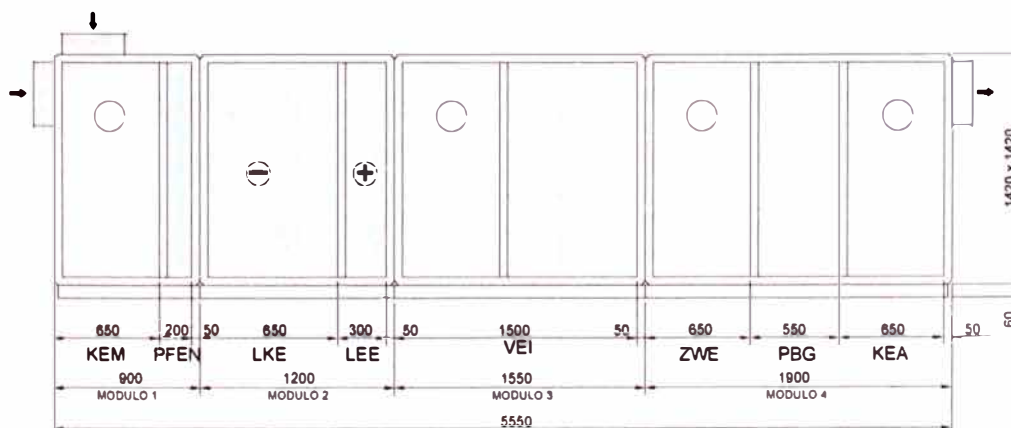
TAMAÑO CHD	LKE		ZWE	SDN		KWE		VEI			MZE		
	Sección serpentina de frío por agua. Max. 8 hileras		Sección vacía	Sección atenuador de ruido		Sección lavador evaporativo		Sección ventilador de baja y alta presión			Sección multizona doble conducto		
	H	Area (m²)	I	J	K	Simple banco	Doble banco	N	DADE Airfoil	Plenum Fan Airfoil	Limit Load	O	P
2,5	850	0,27	500	1050	1550	1650	2150	1150	-	150	315	1350	1550
4	850	0,46	500	1050	1550	1650	2150	1250	-	165	355	1350	1550
6,3	850	0,69	500	1050	1550	1650	2150	1250	150	165	355	1550	1550
10	850	1,18	850	1050	1550	1850	2150	1500	182	222	450	1550	1550
16	850	1,63	650	1050	1550	1650	2150	1850	222	245	500	1650	1850
22	850	2,45	850	1050	1550	1850	2150	2150	270	330	560	1850	2300
28	850	2,99	650	1050	1550	1650	2150	2350	330	330	630	2150	2300
32	850	3,50	850	1050	1550	1850	2150	2500	365	402	710	2150	2450
40	850	4,50	650	1050	1550	1650	2150	2750	402	445	900	2450	2600
51	850	5,50	850	1050	1550	1850	2150	2750	402	445	900	2450	2900
63	850	6,87	650	1050	1550	1650	2150	3050	445	490	1000	2750	3200
80	850	8,64	850	1050	1550	1850	2150	3350	490	600	-	3050	3650
100	850	11,12	650	1050	1550	1650	2150	3650	600	600	-	3050	4100

EJEMPLOS DE DIMENSIONAMIENTO:

1) Equipo CHD 10 en 1 MODULO



2) Equipo CHD 10 en 4 MODULOS



La longitud de cada módulo será igual a la suma del largo de las secciones más 50 mm.

KEA - SECCION DE ASPIRACION / INYECCION

KEM - SECCION CAMARA MEZCLA

Con una o dos persianas de hojas opuestas, cada una de ellas para el 100% del caudal de aire que permite regular la mezcla.

Las persianas pueden ser con mando manual o motorizadas.

Opcionalmente se puede solicitar posiciones de persianas diferentes.

KET - SECCION DE EXPULSION / MEZCLA

Dos cámaras con tres persianas permiten regular la relación de aire de expulsión, aire de retorno y aire exterior desde 0 a 100% en los equipos con ventilador de retorno.

PFEN - SECCION FILTROS PLANOS

Montado verticalmente con marcos portafiltros. Estos filtros planos se pueden colocar en cualquier sección que disponga de puerta de inspección.

Filtros metálicos G1 a G2.

Filtros descartables G1 a F9.

PBN - SECCION FILTROS DE ALTA EFICIENCIA

Para alojar filtros de alta eficiencia de dimensiones normalizadas.

Filtros de bolsas/rígidos G5 a F9.

Siempre se deberá anteponer una sección vacía o distanciadora con puerta de acceso **ZWE** para el mantenimiento de los filtros.

PBG - SECCION FILTROS ABSOLUTOS

Para alojar filtros absolutos de dimensio-

nes normalizadas con marcos portafiltro de acero inoxidable.

Filtros H10 a H13.

Se deberán prever dos secciones **ZWE**, una para el mantenimiento y otra del lado de salida para el control de fugas (TEST DOP).

LEE - SECCION SERPENTINA DE CALOR

Serpentinas para agua caliente o vapor de dos hileras máximo.

Dispone de conexiones roscadas NPT macho. El desmontaje se realizará lateralmente. (Software de selección disponible)

LKE - SECCION SERPENTINA DE FRIO

Serpentinas para agua fría de dos a ocho hileras máximo. Dispone de conexiones roscadas NPT macho.

Amplia bandeja para recolección de condensados con conexión NPT macho (sifón de evacuación a colocar en obra). A partir del tamaño 22 inclusive las serpentinas van divididas en dos o más cuerpos en altura y llevan bandejas intercaladas cuyo desagüe va conectado mediante tubo plástico a la bandeja principal. Incluye eliminador de gotas de polipropileno (opcionalmente PVC, chapa galvanizada o acero inoxidable). (Software de selección disponible)

SDN - SECCION ATENUADOR DE RUIDO

Disponibles para 8dB y 16 dB. Para todos los casos se deberá colocar una **ZWE** en la entrada y otra en la salida.

KWE - SECCION LAVADOR

Se suministra sólo como sección individual con batea incorporada. Al conectar con otras secciones, éstas deberán ser elevadas 304 mm por medio de patas o plataformas.

VEI - SECCIÓN VENTILADOR

Según necesidad de caudal, presión y rendimiento. El rotor del ventilador puede ser Limit Load o Airfoil accionados por motores eléctricos normalizados. Pueden tener transmisión mediante correas y poleas o de acople directo. El conjunto es montado sobre una base unificadora con sistema antivibratorio.

MZE - SECCION MULTIZONA DOBLE CONDUCTO

Se suministra sólo como sección individual, dispone de persianas de regulación para producir la mezcla (con o sin mando motorizado).

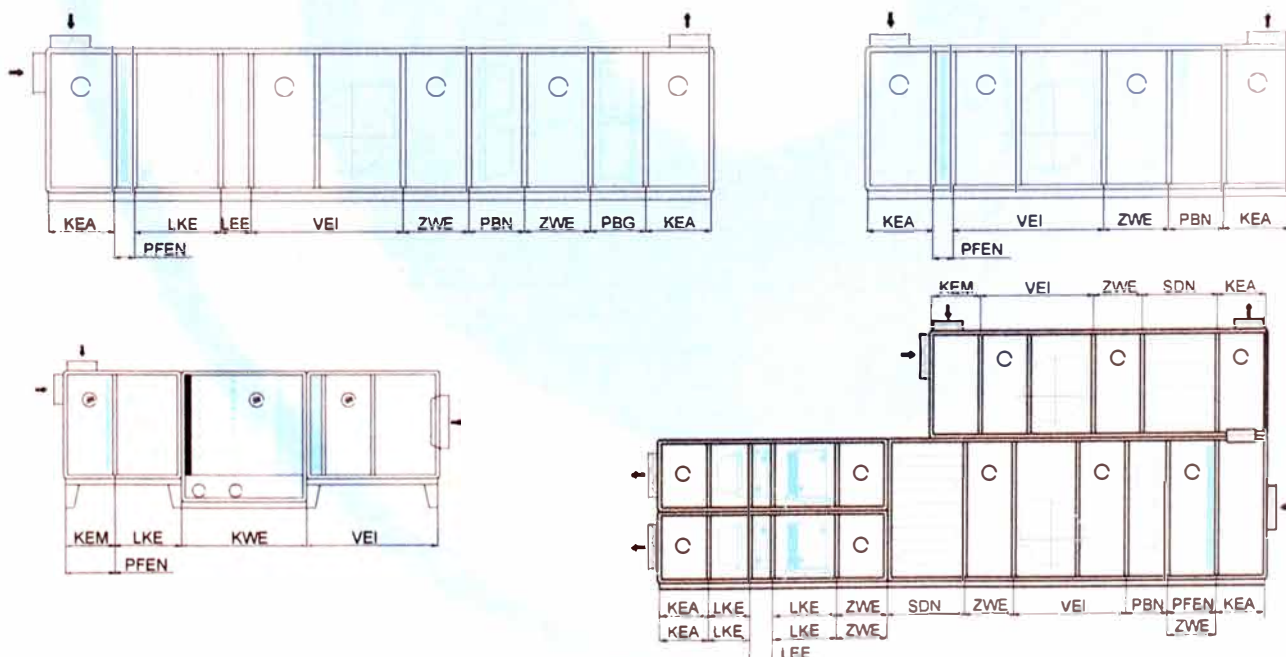
Baterías de frío y calor, bandeja para recolección de condensados, dos posiciones de persianas con descarga horizontal o vertical.

Para sección doble conducto es exactamente igual pero sin persianas. A pedido se puede suministrar con persianas con comandos individuales.

ZWE - SECCION VACIA

Se utiliza como sección distanciadora y para acceso a componentes de otros módulos. Puede ser ciega o con puerta, con iluminación interior. **desmontables sin que se modifique la forma original de las unidades.**

POSIBLES COMBINACIONES:



ANEXO 5

