



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**ELABORACIÓN DE LA MEMORIA TÉCNICA DEL DISEÑO DE UN  
SISTEMA HVAC (SISTEMA DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, Y  
AIRE ACONDICIONADO) PARA LA SALA DE CUIDADOS  
INTENSIVOS DE LOS HOSPITALES NIVEL TRES**

**TESIS DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**Santiago Javier Núñez Acurio**

**Latacunga, octubre 2011**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1.1. SALA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI).....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1.2. CONCEPTOS DE HVAC.....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>1.2.1 VARIABLES DEL HVAC.....</b>	<b>- 15 -</b>
<b>1.2.2 COMPONENTES.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>1.3. MÉTODOS DE CONTROL.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>1.3.1 MÉTODOS DE CONTROL AUTOMÁTICO.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>1.3.2 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>1.3.3 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO.....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>1.3.4 MODOS DE CONTROL.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>1.3.4.1. CONTROL EN 2 POSICIONES (ON/OFF).....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>1.3.4.2. CONTROL PROPORCIONAL.....</b>	<b>- 18 -</b>
<b>1.3.4.3. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI).....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>1.3.4.4. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL           DERIVATIVO (PID).....</b>	<b>- 19 -</b>
<b>1.4. TEORÍA DE CÁLCULO DE LAS CARGAS PARA LOS SUBSISTEMAS       DEL SISTEMA HVAC.....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>1.4.1 CÁLCULO DE CARGAS DE CALEFACCIÓN.....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>1.4.2 CÁLCULO DE CARGAS DE VENTILACIÓN.....</b>	<b>- 22 -</b>
<b>1.5. SENSORES MÉDICOS.....</b>	<b>- 27 -</b>
<b>1.5.1 SENSORES DE TEMPERATURA.....</b>	<b>- 27 -</b>
<b>1.5.1.1. RESISTENCIAS METÁLICAS (RTD).....</b>	<b>- 27 -</b>
<b>1.5.1.2. TERMOPARES.....</b>	<b>- 29 -</b>
<b>1.5.1.3. TERMISTORES (NTC).....</b>	<b>- 35 -</b>
<b>1.5.2 SENSORES DE HUMEDAD.....</b>	<b>- 39 -</b>
<b>1.5.2.1. SENSORES MECÁNICOS.....</b>	<b>- 39 -</b>
<b>1.5.2.2. SALES HIGROSCÓPICAS:.....</b>	<b>- 39 -</b>
<b>1.5.2.3. SENSORES ELECTROLÍTICOS:.....</b>	<b>- 39 -</b>
<b>1.5.2.4. SENSORES POR CONDUCTIVIDAD:.....</b>	<b>- 40 -</b>

1.5.2.5.	SENSORES CAPACITIVOS:.....	- 40 -
1.5.2.6.	SENSORES INFRARROJOS:.....	- 40 -
1.5.2.7.	SENSORES PIEZOELÉCTRICOS:.....	- 40 -
1.5.3	SENSORES DE CO2.....	- 40 -
1.5.3.1.	SENSORES NDIR.....	- 41 -
1.5.3.2.	SENSORES RESISTIVOS.....	- 42 -
1.5.3.3.	SENSORES ELECTROQUÍMICOS.....	- 42 -
1.5.4	SENSORES DE SONIDO.....	- 43 -
1.5.4.1.	SONÓMETRO.....	- 43 -
1.6.	TIPOS DE SUBSISTEMAS PARA EL SISTEMA HVAC.....	- 44 -
1.6.1	TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	- 45 -
1.6.1.1.	CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE.....	- 45 -
1.6.1.2.	CALEFACCIÓN POR GAS.....	- 45 -
1.6.1.3.	CALEFACCIÓN POR GAS PROPANO.....	- 45 -
1.6.1.4.	CALEFACCIÓN POR GASÓLEO C.....	- 46 -
1.6.1.5.	CALEFACCIÓN ELÉCTRICA.....	- 46 -
1.6.1.6.	CONTROL DE CALOR CON CONTACTORES Y ARRANCADORES SUAVES.....	- 46 -
1.6.1.7.	CALEFACCIÓN POR BOMBAS DE CALOR.....	- 47 -
1.6.2	TIPOS DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	- 48 -
1.6.2.1.	VENTILACIÓN MECÁNICA O FORZADA.....	- 49 -
1.6.2.2.	VENTILACIÓN NATURAL.....	- 49 -
1.6.3	TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	- 49 -
1.6.3.1.	REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.....	- 50 -
1.6.4	TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.....	- 51 -
1.6.4.1.	SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADOS Y DISTRIBUIDOS.....	- 51 -
1.6.5	TIPOS DE SISTEMAS DE HUMIDIFICACIÓN.....	- 52 -
1.6.5.1.	HUMIDIFICADORES.....	- 52 -
1.6.5.2.	DESHUMIDIFICADORES.....	- 53 -
1.6.5.3.	TIPOS DE HUMIDIFICADORES.....	- 53 -
1.6.5.3.1.	HUMIDIFICADORES DE VAPOR FRÍO.....	- 53 -

1.6.5.3.2.	HUMIDIFICADORES DE VAPOR CALIENTE .....	- 54 -
1.6.5.3.3.	HUMIDIFICADORES ULTRASÓNICOS.....	- 54 -
1.6.5.3.4.	LOS VAPORIZADORES.....	- 54 -
1.6.5.3.5.	HUMIDIFICADORES ADIABÁTICOS.....	- 54 -
1.6.5.4.	TIPOS DE DESHUMIDIFICADORES .....	- 55 -
1.6.5.4.1.	DESHUMIDIFICACIÓN POR ENFRIAMIENTO.....	- 55 -
1.6.5.4.2.	DESHUMIDIFICACIÓN POR INCREMENTO DE LA PRESIÓN .....	- 55 -
1.6.5.4.3.	DESHUMIDIFICACIÓN POR DESECANTES .....	- 55 -
1.6.6	TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	- 56 -
1.6.7	TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL DE CONCENTRACIÓN DE CO <sub>2</sub> .....	- 56 -
1.6.7.1	FILTROS DE AIRE .....	- 57 -
1.6.7.2	TIPOS DE FILTROS DE AIRE .....	- 57 -
1.6.7.2.1.	FILTRO DE POLIÉSTER .....	- 58 -
1.6.7.2.2.	FILTROS DE SUPERFICIE EXTENDIDA.....	- 58 -
1.6.7.2.3.	FILTROS HEPA .....	- 59 -
1.6.7.2.4.	ESTÁNDAR. ....	- 59 -
1.6.7.2.5.	ELECTROSTÁTICOS. ....	- 59 -
1.6.7.2.6.	DE CARBÓN ACTIVO. ....	- 60 -
1.6.7.2.7.	FOTOCATALÍTICOS.....	- 60 -
1.6.7.2.8.	DE PLASMA O NEOPLASMA. ....	- 60 -
1.6.8	TIPOS DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO.....	- 60 -
1.6.8.1.	IMPACTODAN .....	- 61 -
1.6.8.2.	DANOFON .....	- 61 -
1.6.8.3.	FONODAN .....	- 62 -
1.6.8.4.	FONODAN BJ .....	- 62 -

## **CAPÍTULO II**

	ESTABLECIMIENTO DE LOS RANGOS DE LAS VARIABLES Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA HVAC PARA LA SALA DE UCI.....	- 63 -
2.1	COMPARACIÓN ENTRE LOS HOSPITALES REFERENCIALES.....	- 65 -

2.2	ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES PARA VARIABLES CRÍTICAS DEL SISTEMA HVAC PARA LA SALA DE UCI.....	- 67 -
2.3	EQUIPOS DE CONTROL DE CALEFACCIÓN.....	- 68 -
2.3.1.	CARGAS DE CALEFACCIÓN PARA LA SALA DE UCI.....	- 68 -
2.3.2.	SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CALEFACCIÓN.....	- 69 -
2.3.2.1.	CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE ELÉCTRICO .....	- 69 -
2.3.2.2.	SELECCIÓN DEL CABLE RADIANTE ELÉCTRICO .....	- 75 -
2.3.3.	SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	- 76 -
2.3.3.1.	TRANSMISOR DE TEMPERATURA THERMASGARD .....	- 76 -
2.4	EQUIPOS DE CONTROL DE HUMEDAD.....	- 77 -
2.4.1.	SELECCIÓN DEL EQUIPO DE HUMIDIFICACIÓN Y DESHUMIDIFICACIÓN.....	- 77 -
2.4.1.1.	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DESHUMIDIFICACIÓN ....	- 77 -
2.4.1.1.1.	DESHUMIDIFICADOR RNW 204 L.....	- 78 -
2.4.2.	SELECCIÓN DEL SENSOR DE HUMEDAD.....	- 79 -
2.5	EQUIPOS DE CONTROL DE PUREZA DEL AIRE (VENTILACIÓN).....	- 80 -
2.5.1.	SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL DE CONCENTRACIÓN DE CO2 O PUREZA DEL AIRE.....	- 81 -
2.5.1.1.	VENTILADOR AXIAL .....	- 83 -
2.5.1.2.	CONDUCTO DE AIRE .....	- 83 -
2.5.1.3.	COMPUERTAS DE EXTRACCIÓN DE AIRE .....	- 84 -
2.5.1.4.	COMPUERTAS DE INYECCIÓN DE AIRE .....	- 84 -
2.5.1.5.	REJILLAS DE INYECCIÓN.....	- 85 -
2.5.1.6.	REJILLAS DE EXTRACCIÓN.....	- 86 -
2.5.1.7.	FILTROS.....	- 86 -
2.5.2.	SELECCIÓN DEL SENSOR DE CONCENTRACIÓN DE CO2.....	- 87 -
2.6	EQUIPOS DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN.....	- 88 -
2.6.1.	CARGAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA SALA DE UCI.....	- 88 -
2.6.2.	SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN.....	- 90 -
2.6.2.1.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE. ....	- 90 -

2.6.2.2.	SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.....	- 94 -
2.6.2.3.	SELECCIÓN DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.....	- 96 -
2.6.2.4.	SELECCIÓN DEL CABLE DE REFRIGERACIÓN RADIANTE .....	- 98 -
2.6.3.	SELECCIÓN DEL ELEMENTO FINAL DE CONTROL.....	- 100 -
-		
2.6.3.1.	MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS.....	- 101 -
2.6.3.2.	MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS.....	- 101 -
2.6.3.3.	MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES.....	- 102 -
2.6.3.4.	MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES.....	- 103 -
<b>CAPÍTULO III</b>		
	INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HVAC.....	- 104 -
3.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL HVAC.....	- 104 -
3.1.1	NIVELES DE ACCESO EN EL SISTEMA DE CONTROL.....	- 105 -
3.2	PANTALLAS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	- 106 -
3.2.1.	PANTALLA PRINCIPAL.....	- 107 -
3.2.2.	PANTALLA TENDENCIAS.....	- 110 -
3.2.3.	PANTALLA REGISTROS .....	- 111 -
3.2.4.	PANTALLA ALARMAS.....	- 112 -
3.3	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS RECOMENDADA PARA SISTEMA HVAC EN SALAS DE CUIDADOS INTENSIVOS.....	- 114 -
3.3.1	DIAGRAMA P&ID RECOMENDADO PARA SISTEMA HVAC PARA SALA DE UCI.....	- 114 -
<b>CAPÍTULO IV</b>		
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 117 -
4.1	CONCLUSIONES.....	- 117 -
4.2	RECOMENDACIONES.....	- 118 -
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>- 120 -</b>
	ANEXO 1 CALCULO DE LAS CARGAS DE CALEFACCIÓN	
	ANEXO 2 PLANOS Y ÁREAS DE LOS HOSPITALES	
	ANEXO 3 GUÍA DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE ELÉCTRICO	

**ANEXO 4 VENTILADOR AXIAL**

**ANEXO 5 SENSOR DE TEMPERATURA THERMASGARD RTM 1**

**ANEXO 6 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA SHR 100**

**ANEXO 7 SENSOR DE CO2 SCR 100**

**ANEXO 8 CONDUCTO DE AIRE DRP**

**ANEXO 9 REJILLA DE INYECCIÓN DV3**

**ANEXO 10 REJILLA DE EXTRACCIÓN RHPA**

**ANEXO 11 FILTRO HEPA GVA H12**

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo abierto .....	- 17 -
Ilustración 2 Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo cerrado .....	- 17 -
Ilustración 3 Esquema de un control de 2 posiciones .....	- 18 -
Ilustración 4 Resistencias Metálicas RTD .....	- 28 -
Ilustración 5 TERMOPARES .....	- 29 -
Ilustración 6 Tipos de Termopares .....	- 32 -
Ilustración 7 Termistores NTC .....	- 36 -
Ilustración 8 Termistores PTC .....	- 37 -
Ilustración 9 Sensor de CO2 por Método no Dispersivo .....	- 41 -
Ilustración 10 Diagrama de un Sistema de Ventilación por compresión de vapor .....	- 50 -
Ilustración 11 Sistema de Aire Acondicionado Centralizado .....	- 52 -
Ilustración 12 Filtro de Poliéster .....	- 58 -
Ilustración 13 Filtro de superficie extendida .....	- 58 -
Ilustración 14 Filtro HEPA .....	- 59 -
Ilustración 15 Comparación entre los diferentes sistemas de calefacción .....	- 70 -
Ilustración 16 Comparación de distribución de calor y aire entre sistemas de aire forzado y sistemas de suelo radiante .....	- 71 -
Ilustración 17 Elementos del Sistema de Calefacción por Suelo Radiante Eléctrico .....	- 74 -
Ilustración 18 Disposición del cable radiante para un Sistema de Calefacción por Suelo Radiante .....	- 74 -
Ilustración 19 Sensor de temperatura THERMASGARD RTM .....	- 76 -
Ilustración 20 Sistema de Deshumidificación Empotrable en Pared .....	- 78 -
Ilustración 21 Deshumidificador RNW 204 I .....	- 79 -
Ilustración 22 Sensor de Humedad SHR 100 .....	- 80 -
Ilustración 23 Esquema del Sistema de Ventilación .....	- 81 -
Ilustración 24 Esquema del Sistema de Ventilación con Filtro .....	- 82 -
Ilustración 25 Esquema de Inyección y Extracción de aire .....	- 82 -
Ilustración 26 Ventilador axial SC3-24-620-A20 .....	- 83 -
Ilustración 27 Conducto de aire DRP .....	- 84 -
Ilustración 28 Compuerta de extracción de aire WD-320 .....	- 84 -
Ilustración 29 Compuertas de Inyección de aire WD-220 .....	- 85 -

Ilustración 30 Rejilla de inyección DV3 .....	- 85 -
Ilustración 31 Rejilla de Extracción RHPA .....	- 86 -
Ilustración 32 Filtro compacto de aire HEPA GVA H12 .....	- 87 -
Ilustración 33 Sensor de concentración de CO2 SCR100 .....	- 88 -
Ilustración 34 Distribución de refrigeración pos Suelo Radiante .....	- 91 -
Ilustración 35 Sistema de Refrigeración por suelo Radiante .....	- 93 -
Ilustración 36 Panel Aislante Acoustic .....	- 94 -
Ilustración 37 Bomba de calor HPWW-G-42 .....	- 97 -
Ilustración 38 Tubo de Refrigeración RDZ CLIMA PE-XC 17 MM.....	- 98 -
Ilustración 39 COMPACTDAQ .....	- 100 -
Ilustración 40 Modulo de Entradas análogas 9207 .....	- 101 -
Ilustración 41 Modulo de Salida Analoga de Voltaje NI 9269.....	- 102 -
Ilustración 42 Modulo de Salida Análoga de Corriente NI 9265 .....	- 102 -
Ilustración 43 Modulo de Entradas Digitales NI 9423 .....	- 103 -
Ilustración 44 Modulo de Salidas Digitales NI 9474.....	- 103 -
Ilustración 45 Diagrama General del Sistema de Control .....	- 105 -
Ilustración 46 Pantalla Principal del Sistema de Control .....	- 108 -
Ilustración 47. Pantalla de tendencias del sistema de control.....	- 111 -
Ilustración 48. Pantalla de registros del sistema de control.....	- 112 -
Ilustración 49. Pantalla de alarmas del sistema de control .....	- 113 -
Ilustración 50 Diagrama P&ID de proceso de control de temperatura.....	- 114 -
Ilustración 51 Diagrama P&ID de proceso de control de Humedad .....	- 115 -
Ilustración 52 Diagrama P&ID de Proceso de Control de Ventilación .....	- 116 -

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características Técnicas de aislante acústico IMPACTODAN.....	- 61 -
Tabla 2 Características Técnicas de aislante acústico DANOFON .....	- 62 -
Tabla 3 Características técnicas de aislante acústico FONODAN .....	- 62 -
Tabla 4 Características de aislante acústico FONODAN BJ.....	- 62 -
Tabla 5 Comparativa entre las UCI de Adultos de los Hospitales Referenciales.....	- 65 -
Tabla 6 Comparativa entre UCI Neonatal y Pediátrica de los Hospitales Referenciales-	66 -
Tabla 7 Rangos de valores de las Variables Críticas .....	- 67 -
Tabla 8 Cargas para el sistema de calefacción por hospitales .....	- 68 -
Tabla 9 Características del Cable Radiante CTSM75/30 .....	- 75 -
Tabla 10 Características Técnicas del Deshumidificador RNW 204 I.....	- 79 -
Tabla 11 Cargas para el sistema de refrigeración por hospitales.....	- 89 -
Tabla 12 Características del Panel Acoustic Plus .....	- 96 -
Tabla 13 Características Tubo PE-XC 17 MM.....	- 99 -
Tabla 14 Características Tubo PE-XC 17 MM.....	- 100 -
Tabla 15 Tabla de Nivel de Acceso de Usuarios en el Sistema de Control.....	- 106 -
Tabla 16. Funciones de las pantallas del sistema de control .....	- 107 -
Tabla 17 Acciones de las Alarmas del Sistema de Control .....	- 110 -

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Carga de calefacción por transmisión .....	- 20 -
Ecuación 2 Carga de calefacción por infiltración condensada .....	- 21 -
Ecuación 3 Carga de calefacción por infiltración pura .....	- 21 -
Ecuación 4 Carga de calefacción por efecto del aire de infiltración sobre pérdidas de calor latente .....	- 22 -
Ecuación 5 Carga de ventilación por conducción en el interior .....	- 23 -
Ecuación 6 Carga de ventilación por conducción en el exterior.....	- 23 -
Ecuación 7 Carga general de ventilación por conducción .....	- 24 -
Ecuación 8 Carga de ventilación por radiación solar .....	- 24 -
Ecuación 9 Carga de ventilación por alumbrado interno.....	- 25 -
Ecuación 10 Carga de ventilación por calor sensible al interior.....	- 26 -
Ecuación 11 Carga de ventilación por calor latente de personas al interior .....	- 26 -
Ecuación 12 Carga de ventilación por infiltración .....	- 26 -

## **RESUMEN**

El presente proyecto es una recopilación de datos y parámetros ambientales a fin de establecer estándares óptimos para la implementación de un sistema HVAC en una sala de cuidados intensivos. Los estándares están orientados a: temperatura mínima, óptima y, máxima, humedad relativa, pureza del aire, (% de concentración de CO<sub>2</sub>) y circulación del aire dentro de la sala, se ha realizado un estudio y selección de equipos que permitan un adecuado control ambiental y por consiguiente un funcionamiento eficiente del sistema HVAC considerando normas de asepsia para la instalación y operación de los equipos dentro de la sala de UCI.

Se desarrolló un HMI que permite controlar los equipos seleccionados y provee funcionalidades para mantener un control adecuado de las condiciones climáticas de la sala, conocer si existen alarmas activas, alertar al personal de mantenimiento, llevar un archivo de cada una de las variables que ponen el sistema, manteniendo un criterio de acceso de usuario creando jerarquías de acceso a las diferentes funcionalidades del sistema desarrollado.

El trabajo incluye diagramas P&ID que presentan la forma en que se conectarán los equipos seleccionados al software desarrollado.

El presente trabajo pretende ser un documento de referencia que permita a futuro crear normas técnicas que regulen los sistemas HVAC que se instalen en las salas de cuidados intensivos de los hospitales nivel tres del país.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conceptos teóricos necesarios acerca de la sala de cuidados intensivos, así como la información necesaria para diseñar un sistema HVAC, como son los diferentes sistemas de control, sensores médicos para las diferentes variables del sistema, teoría de cálculo de las cargas necesarios para poder dimensionar la capacidad que deberán tener los equipos de cada subsistema del HVAC, e información acerca de los diferentes tipos de subsistemas que existen para el sistema HVAC.

### 1.1. SALA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI)

<sup>1</sup>La UCI o Unidad de Cuidados Intensivos es una sección especializada de los hospitales que se preocupa de dar medicina intensiva a personas que necesitan cuidados de manera más urgente por haber sufrido algún accidente, por padecer una enfermedad grave o por haber salido de una operación. Esta unidad cuenta con equipamiento y médicos especializados y, según los recursos y las necesidades de los hospitales, éstos también pueden contar con cuidados intensivos en áreas específicas de medicina.

En la UCI se encuentran los pacientes que requieren cuidado constante y atención especializada durante las 24 horas del día. Debido a que el estado de estas personas es muy crítico, la UCI es un sector en el que trabajan profesionales especializados y entrenados para dar la atención debida a los pacientes. Asimismo, estas unidades están provistas con equipos y sistemas especializados, tomando en cuenta la especificidad de la UCI. Algunas unidades específicas son:

- Cuidados Intensivos Cardiológicos o Unidad Coronaria.
- Unidad Postoperatoria de Cirugía Cardíaca.
- Trasplante de Órganos.
- Cuidados Postoperatorios.
- Cuidados Intensivos Neurológicos.

---

<sup>1</sup>(Enlace UCI)

Enlace UCI. <http://www.misrespuestas.com/que-es-la-uci.html> . 2011. 13-6-2011.

También es posible encontrar Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos y Unidades Neonatales, entre otras.

En cuanto al equipo de una UCI, los más comunes son los aparatos de ventilación mecánica, para asistir la respiración; equipos de diálisis para los fallos renales; equipos de monitorización cardiovascular; una serie de vías intravenosas, tubos nasogástricos, bombas de succión, drenajes, catéteres; y, finalmente, una amplia gama de fármacos, incluyendo sedantes, antibióticos, analgésicos y fármacos vasoactivos.

En la UCI trabajan médicos, enfermeros y paramédicos entrenados en medicina intensiva. Reciben el nombre de intensivistas y típicamente son entrenados en medicina interna, cirugía, anestesia y medicina de emergencias. En la actualidad, también forman parte de estos equipos practicantes de enfermería y asistentes con entrenamiento especial. Además, colaboran especialistas como enfermeros, terapeutas respiratorios, farmacéutas clínicos, nutricionistas, kinesiólogos, entre otros.

Las personas que entran a la UCI tienen un orden de prioridad. La primera prioridad es para las personas inestables que necesitan ayuda intensiva que no se puede ofrecer fuera de la unidad. La prioridad dos es para los que necesitan monitoreo intensivo y que podrían necesitar intervención inmediata. La prioridad tres es para pacientes que pueden recibir tratamiento intensivo para mejorar de enfermedades graves, pero se les puede poner límite a sus terapias. Por último, la prioridad cuatro es para los pacientes que no se beneficiarían de los cuidados intensivos como los anteriores. Se incluyen personas que pueden recibir cuidados fuera de la UCI y pacientes con daños o enfermedades irreversibles, es decir, están demasiado graves o enfermos como para beneficiarse de los cuidados intensivos.

## **1.2. CONCEPTOS DE HVAC**

<sup>2</sup>El sistema HVAC; es un proceso relacionado con la regulación de las condiciones ambientales con propósitos industriales o para hacer más confortable el clima de las viviendas o lugares específicos.

Los sistemas HVAC, realizan el control de humedad, vapor y aire acondicionado para la comodidad de sus ocupantes o para conservar los materiales que se manejen o almacenen en el lugar respectivo.

---

<sup>2</sup> (ESPOCH, Irma Cristina Lopez Perez, and Maria Gabriela Orejuela Tiaguaro)

Los sistemas HVAC permiten impedir que el aire de un edificio se caliente o se enfríe demasiado. Son bastante complejos, por lo que suelen instalarse durante la construcción del edificio.

<sup>3</sup>El sistema implica tres ciclos diferentes: la circulación de aire por los conductos interiores, el flujo de aire por el elemento situado en el exterior y la circulación del refrigerante entre los elementos exterior e interior.

En los conductos, el aire pasa por un filtro para eliminar partículas de polvo, Después atraviesa un compresor que lo envía al evaporador. El aire caliente vaporiza el refrigerante, que enfría el aire. El aire limpio y fresco pasa por los conductos que recorren el edificio y vuelve para ser enfriado de nuevo. El refrigerante se enfría con el aire exterior, se condensa y se comprime y pasa de nuevo al evaporador.

### **1.2.1 VARIABLES DEL HVAC**

El sistema HVAC cuyas siglas significan: control de humedad, vapor y aire acondicionado; proporciona acondicionamiento de aire a los espacios habitados u ocupados dentro de una edificación.

<sup>4</sup>El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento de aire que controla la humedad, vapor, la renovación, el movimiento y la limpieza del aire; es algo más que enfriar solamente.

Cualquier sistema de acondicionamiento de aire deberá realizar las siguientes funciones:

- Controlar la temperatura.
- Controlar la humedad relativa.
- Eliminar las impurezas del aire.
- Renovar el aire interior con aire nuevo exterior.

Generalmente, el aire que proviene del interior de un espacio ocupado, junto con aire fresco proveniente del exterior, es conducido a través del sistema de conductos a una unidad de calefacción y aire acondicionado, donde es nuevamente acondicionado; antes de que el aire llegue a la unidad generalmente pasa a través de un filtro diseñado para proteger

---

<sup>3</sup>(AIRE ACONDICIONADO)

AIRE ACONDICIONADO. <http://www.aarmex.com.mx/aireacon.php>. 2011.

<sup>4</sup>(ACONDICIONAMIENTO DE AIRE)

ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. <http://www.calclima.com/index.php/aireacondicionado>. 2011.

al equipo mecánico de la contaminación producida por grandes partículas de polvo y suciedad.

En el curso de las operaciones normales de un ambiente de una edificación, el nivel de humedad dentro del sistema de calefacción y aire acondicionado puede variar en gran manera, las altas dosis de humedad pueden combinarse con polvo y contaminantes en el interior del sistema, resultando a menudo en el crecimiento de una contaminación microbiana.

La limpieza de los sistemas de calefacción y aire acondicionado produce una mayor eficacia que debe reducir los costes de energía, los componentes mecánicos bien mantenidos deben necesariamente durar más tiempo reduciendo la necesidad de reparaciones y reemplazos costosos de sistemas de calefacción y aire acondicionado.

### **1.2.2 COMPONENTES**

Los componentes que forman parte del sistema HVAC a menudo son los siguientes:

- Motores
- Ventiladores
- Conductores
- Aparatos de medida
- Controlador
- Elementos de control
- Sistema de Control (Termostatos, Controladores, Estaciones de Trabajo, Software)
- Sensores y Actuadores (Temperatura, Humedad, Presión, Válvulas, Actuadores, Variadores de Frecuencia)

## **1.3. MÉTODOS DE CONTROL**

### **1.3.1 MÉTODOS DE CONTROL AUTOMÁTICO**

El control automático consiste en mantener un valor dentro de un punto de ajuste, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

El sistema de control se compone por actuadores, sistema de medición, el controlador.

### 1.3.2 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO

<sup>5</sup>Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual la acción de control es independiente a la entrada.

En un sistema en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia, por ello cada entrada corresponderá a una operación prefijada sobre la señal de salida. Se puede asegurar entonces que la exactitud del sistema depende en gran manera de la calibración del mismo y, por tanto, la presencia de perturbaciones en la cadena (señales indeseadas) provocará que éste no cumpla la función asignada.

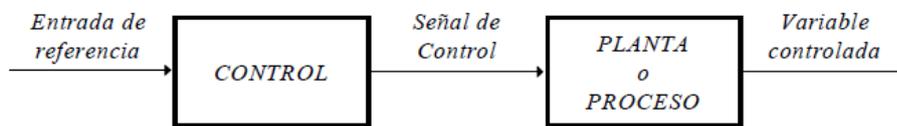


Ilustración 1 Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo abierto

### 1.3.3 SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO

<sup>6</sup>En los sistemas de control en lazo cerrado, la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. A este efecto se le denomina realimentación.

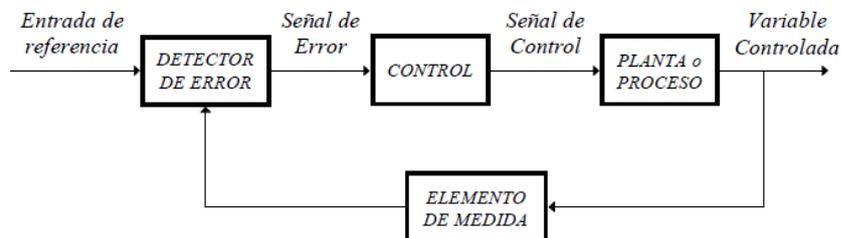


Ilustración 2 Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo cerrado

La señal controlada debe realimentarse y compararse con la entrada de referencia, tras lo cual se envía a través del sistema una señal de control, que será proporcional a la diferencia encontrada entre la señal de entrada y la señal medida a la salida, con el objetivo de corregir el error o desviación que pudiera existir.

<sup>5</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

<sup>6</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

La principal ventaja de los sistemas de control en lazo cerrado es que el uso de la realimentación hace al conjunto menos sensible a las perturbaciones externas y a las variaciones de los parámetros internos que los sistemas en lazo abierto.

### 1.3.4 MODOS DE CONTROL

<sup>7</sup>Los sistemas de control utilizan diferentes modos de control para lograr sus propósitos.

Los modos de control para aplicaciones comerciales son:

- Control en 2 Posiciones.
- Control Proporcional.
- Control Proporcional-Integral.
- Control Proporcional-Integral-Derivativo.

#### 1.3.4.1. CONTROL EN 2 POSICIONES (ON/OFF)

<sup>8</sup>El elemento de control final ocupa una de dos posiciones posibles. Dos valores de la variable controlada (normalmente ON/OFF), determinan la posición del elemento de control.

A medida que la variable de control alcanza uno de los dos valores, el elemento de control asume la posición que corresponde a las demandas del controlador, y permanece ahí hasta que la variable de control cambia a otro valor.

El elemento de control se desplaza hacia la otra posición y permanece ahí hasta que la variable controlada regresa al otro límite.

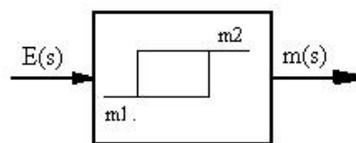


Ilustración 3 Esquema de un control de 2 posiciones

#### 1.3.4.2. CONTROL PROPORCIONAL

<sup>9</sup>En el control proporcional el elemento de control final se desplaza a una posición proporcional a la desviación del valor de la variable controlada del punto de ajuste. La

<sup>7</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

<sup>8</sup> (Instituto Politecnico Nacional de Mexico et al.)

<sup>9</sup> (Universidad Poltecnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

posición del elemento de control final es una función lineal del valor de la variable controlada.

La salida del controlador es proporcional a la desviación del punto de control con respecto al punto de ajuste.

#### **1.3.4.3. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL (PI)**

<sup>10</sup>En el modo con control proporcional-integral (PI), el restablecimiento del punto de control es automático. El control PI elimina virtualmente la divergencia y hace que la banda proporcional sea casi invisible. Tan pronto como la variable controlada se desvía por arriba o por debajo del punto de ajuste y se produce divergencia, la banda proporcional cambia de manera gradual y automática, y la variable regresa al punto de ajuste.

El control PI cambia la posición del elemento de control final para acomodar cambios de carga y, al mismo tiempo, mantiene el punto de control en el punto de ajuste o muy cerca de él.

#### **1.3.4.4. CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO (PID)**

<sup>11</sup>El control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) añade la función derivada al control PI. Esta función opone cualquier cambio y es proporcional al rango de cambio. Cuanto más rápido cambia el punto de control, mayor acción correctiva proporciona el sistema PID.

Si el punto de control se aleja del punto de ajuste, la función derivada emite una acción correctiva para que el punto de control regrese más rápido que a través de la acción integral por sí sola. Si el punto de control se acerca al punto de ajuste, la función derivada reduce la acción correctiva para que se acerque de manera más lenta al punto de ajuste, lo cual reduce la posibilidad de sobrecalentamiento.

---

<sup>10</sup> (Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

<sup>11</sup> (Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans)

## 1.4. TEORÍA DE CÁLCULO DE LAS CARGAS PARA LOS SUBSISTEMAS DEL SISTEMA HVAC

### 1.4.1 CÁLCULO DE CARGAS DE CALEFACCIÓN

<sup>12</sup>Antes de diseñar el sistema de calefacción debe hacerse una estimación del máximo probable de pérdida de calor que tendrá la sala de UCI.

Las pérdidas de calor pueden ser de dos tipos, uno es el calor transmitido a través de paredes, techos, pisos, ventanas y otras superficies conocidas como pérdidas de calor por transmisión, y otro es el calor requerido para calentar el aire exterior que entra al espacio conocida como pérdidas por infiltración.

A la suma de las pérdidas de calor se le denomina carga térmica, esta será referida como carga de calefacción.

Para contrarrestar estas pérdidas de calor, se debe agregar continuamente energía al interior de la sala para mantener la temperatura deseada.

### CÁLCULO DE CARGAS POR TRANSMISIÓN

<sup>13</sup>Todo el calor transferido a través de las paredes, techos, pisos, ventanas, y puertas es sensible a la transferencia de calor que se calcula a partir de:

$$^{14}Q = U * A * (T_i - T_o)$$

Ecuación 1 Carga de calefacción por transmisión

Donde:

Q = carga por transmisión. (W)

U = Coeficiente térmico del material del cual está constituido el elemento de la sala de UCI. (W/m<sup>2</sup> °C)

A = área o superficie del elemento de la sala de UCI (pared, ventana, techo, etc.) (m<sup>2</sup>)

T<sub>i</sub> = temperatura dentro de la sala. (°C)

T<sub>o</sub> = temperatura en el exterior de la sala. (°C)

---

<sup>12</sup> (McQuiston)

<sup>13</sup> (McQuiston)

<sup>14</sup> (DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA)

## **CÁLCULO DE CARGAS POR INFILTRACIÓN**

<sup>15</sup>En la mayoría de las estructuras ocurre el fenómeno de infiltración o fuga de aire. Esto significa una pérdida de calor ya que el aire frío del exterior debe calentarse hasta que alcance la temperatura de diseño interior; además debe agregársele humedad para que alcance el mismo nivel que el valor de diseño. A este efecto se le conoce como el efecto de la infiltración de aire sobre la pérdida de calor sensible.

Para el cálculo del calor sensible requerido se usa:

$$Q = 1.10 * CFM * CT$$

Ecuación 2 Carga de calefacción por infiltración condensada

Dónde:

Q = calor sensible necesario para las perdidas por infiltración. (W)

CFM = velocidad de infiltración o ventilación del aire (m<sup>3</sup>/s).

CT = cambio de temperatura entre el aire interior y el exterior (°C).

Por lo que vista de otra forma la fórmula es:

$$^{16}Q = 1.1 * Q_L * (T_i - T_o)$$

Ecuación 3 Carga de calefacción por infiltración pura

Dónde:

Q = calor sensible necesario para las perdidas por infiltración. (W)

Q<sub>L</sub> = caudal de aire L/S es decir (volumen interno de la sala/3600). (m<sup>3</sup>/s).

T<sub>i</sub> = temperatura dentro de la sala. (°C)

T<sub>o</sub> = temperatura en el exterior de la sala. (°C)

## **EFEECTO DEL AIRE DE INFILTRACIÓN SOBRE PÉRDIDAS DE CALOR LATENTE.**

<sup>17</sup>Con frecuencia el aire de infiltración es menos húmedo que el aire interior, la humedad interior puede descender a niveles inadmisibles dentro de la sala de UCI. Para conservar la

---

<sup>15</sup> (McQuiston;Edward Pita)

<sup>16</sup> (DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA)

<sup>17</sup> (Edward Pita) Pag 58

humedad del interior del recinto se le debe agregar vapor de agua. La adición de esta humedad necesita de calor: el calor latente de evaporación del agua. Esta se expresa mediante la ecuación:

$$Q = 0.68 \cdot Q_L \cdot (W_i - W_o)$$

Ecuación 4 Carga de calefacción por efecto del aire de infiltración sobre pérdidas de calor latente

Dónde:

Q = calor sensible necesario para las pérdidas por infiltración. (W)

$Q_L$  = caudal de aire L/S es decir (volumen interno de la sala/3600). ( $m^3/s$ ).

$W_i$  = humedad mayor dentro de la sala. ( $^{\circ}C$ )

$W_o$  = humedad menor en el exterior de la sala. ( $^{\circ}C$ )

Debido a que la humedad máxima dentro de la UCI es de 95% y en el exterior la humedad se encuentra entre el (60 al 80)% e incluso en regiones específicas se puede llegar al 90% se considera que el efecto antes descrito de agregar vapor de agua para mejorar la humidificación puede ser no considerado para los cálculos, aunque es importante destacar que el sistema será capaz de mejorar la humidificación en las ocasiones que este lo necesite ya que contara con un sistema estándar para poder añadir vapor de agua al aire dentro de la sala. (Pita, E. 2002).

#### **1.4.2 CÁLCULO DE CARGAS DE VENTILACIÓN**

<sup>18</sup>El interior de la UCI gana calor debido a varias fuentes. Si la temperatura y humedad del aire en los recintos se debe mantener a un nivel confortable, se debe extraer calor para compensar las ganancias mencionadas. A la cantidad neta de calor que se retira se le llama carga de ventilación. Los métodos que se emplearan aquí son esencialmente los que recomienda el ASHRAE (Fundamental Book 2000)

Las ganancias más comunes en los recintos son:

- Conducción a través de paredes, techos, vidrios al exterior.
- Conducción a través de divisiones internas cielos rasos y pisos
- Radiación solar a través de vidrios

---

<sup>18</sup> (Edward Pita)

- Alumbrado
- Personas
- Equipos
- Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor: las que proceden de fuentes externas al recinto, y la que se generan internamente. (Pita, E. 2002)

## **CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR E INTERIOR**

### **CONDUCCIÓN INTERIOR**

<sup>19</sup>Las ganancias de calor por conducción a través de las paredes, techos, y vidrios que dan al interior se calculan con la ecuación

$$^{20}Q = U \cdot A \cdot (T_o - T_i)$$

Ecuación 5 Carga de ventilación por conducción en el interior

Donde

Q = ganancia de calor por conducción (W)

U = coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )

A = área o superficie del elemento de la UCI (pared, ventana, etc.). ( $m^2$ )

T<sub>i</sub> = temperatura dentro de la sala. ( $^\circ C$ )

T<sub>o</sub> = temperatura en el exterior de la sala. ( $^\circ C$ )

### **CONDUCCIÓN EXTERIOR**

<sup>21</sup>Para los elementos que dan al exterior la ecuación es:

$$Q = U \cdot A \cdot DTCE$$

Ecuación 6 Carga de ventilación por conducción en el exterior

---

<sup>19</sup> (Edward Pita;McQuiston)

<sup>20</sup> (DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA)

<sup>21</sup> (Edward Pita) Pág. 136

Donde

Q = ganancia de calor por conducción (W)

U = coeficiente de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> °C)

A = área o superficie del elemento de la UCI (pared, ventana, etc.). (m<sup>2</sup>)

DTCE = diferencia de temperatura para carga de enfriamiento.

La DTCE debe ser calculada para cada hora específica del día, pero debido a que se necesita una diferencia estándar, se toma la máxima temperatura exterior y la mínima interior para poder obviar la hora del día y poder tener un dato que refleje la peor condición en la que tendría que trabajar el sistema.

Por lo tanto la fórmula para conducción a través de elementos interiores y exteriores sería la siguiente:

$$^{22}Q = U * A * (T_o - T_i)$$

Ecuación 7 Carga general de ventilación por conducción

Donde

Q = ganancia de calor por conducción (W)

U = coeficiente de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> °C)

A = área o superficie del elemento de la UCI (pared, ventana, etc.). (m<sup>2</sup>)

T<sub>i</sub> = temperatura dentro de la sala. (°C)

T<sub>o</sub> = temperatura en el exterior de la sala. (°C)

### **RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIOS**

<sup>23</sup>La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se transforma en ganancia de calor al recinto. Su valor varía con la hora, la orientación, el sombreado y el efecto de almacenamiento. La ganancia neta de calor se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS * A * CS * FCE$$

Ecuación 8 Carga de ventilación por radiación solar

---

<sup>22</sup> (DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA)

<sup>23</sup> (Edward Pita)

Dónde:

$Q$  = ganancia de calor por radiación solar (W)

FGCS = factor de ganancia máxima de calor solar por el vidrio, ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ )

$A$  = área o superficie del vidrio. ( $m^2$ )

CS = coeficiente de sombreado

FCE = factor de carga de enfriamiento para el vidrio.

<sup>24</sup>Este cálculo será obviado debido a que se considera que nuestro país se encuentra en la línea ecuatorial lo que implica que se recibe perpendicularmente la radiación solar, por lo que es más efectivo y práctico calcular únicamente la conducción de calor a través de los vidrios y no a través de la radiación solar ya que el mismo calor que se recibe por radiación es el que se recibe por conducción de los elementos exteriores de la UCI.

### **ALUMBRADO**

<sup>25</sup>La ecuación para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado es:

$$Q = W * F_{ul} * F_{sa}$$

Ecuación 9 Carga de ventilación por alumbrado interno

Dónde:

$Q$  = ganancia de calor por alumbrado (W)

$W$  = capacidad de alumbrado en watts

$F_{ul}$  = factor de uso, generalmente 1

$F_{sa}$  = potencia del reactor o balastro/ watts de la lámpara

### **PERSONAS**

<sup>26</sup>La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

---

<sup>24</sup> (INAMHI ECUADOR)

<sup>25</sup> (Edward Pita)

<sup>26</sup> (Edward Pita)

$$Q_s = q_s * N * FCE$$

Ecuación 10 Carga de ventilación por calor sensible al interior

$$Q_l = q_l * N$$

Ecuación 11 Carga de ventilación por calor latente de personas al interior

Dónde:

$Q_s, Q_l$  = ganancia de calor sensible y latente

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

$N$  = número de personas

$FCE$  = factor de carga de enfriamiento para las personas

### INFILTRACIÓN

<sup>27</sup>La infiltración de aire a través de fisuras en las ventanas o puertas ocasiona una ganancia de calor para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = 0,577 * W * H^{1.5} * (Q_s/A) * (1/R_s)$$

Ecuación 12 Carga de ventilación por infiltración

Dónde:

$Q$  = Carga de calor sensible y latente (W)

$Q_s/A$  = Carga de calor sensible de infiltración por metro cuadrado del elemento constitutivo de la UCI

$W$  = ancho del elemento constitutivo

$R_s$  = relación de calor sensible de ganancia de calor de aire infiltrado

$H$  = alto del elemento constitutivo

---

<sup>27</sup> (Edward Pita)

## 1.5.        **SENSORES MÉDICOS**

### 1.5.1       **SENSORES DE TEMPERATURA**

<sup>28</sup>En un sistema HVAC existe la necesidad imperativa de controlar la temperatura, por lo cual la elección del sensor adecuado es sumamente importante, a continuación se presentan los sensores más habituales para en base a esta información y a las necesidades de un ambiente medico seleccionar el sensor más adecuado para el sistema HVAC a diseñar.

#### 1.5.1.1.   **RESISTENCIAS METÁLICAS (RTD)**

<sup>29</sup>Los detectores de temperatura resistivos (RTD) son sensores de temperatura basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

Al calentarse un metal habrá una mayor agitación térmica, dispersándose más los electrones y reduciéndose su velocidad media, aumentando la resistencia.

A mayor temperatura, mayor agitación, y mayor resistencia.(Perez Garcia)

La variación de la resistencia puede ser expresada de manera polinómica como sigue a continuación. Por lo general, la variación es bastante lineal en márgenes amplios de temperatura.

Los materiales empleados para la construcción de sensores RTD suelen ser conductores tales como el cobre, el níquel o el platino.

De todos ellos es el platino el que ofrece mejores prestaciones, como:

- alta resistividad para un mismo valor óhmico, la masa del sensor será menor, por lo que la respuesta será más rápida
- margen de temperatura mayor
- alta linealidad sin embargo, su sensibilidad ( $\alpha$ ) es menor

Un sensor muy común es el Pt100 (RTD de platino con  $R=100 \Omega$  a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ). En la siguiente tabla se muestran valores estándar de resistencia a distintas temperaturas para un sensor Pt100 con  $\alpha = 0.00385 \Omega / \text{K}$ .

---

<sup>28</sup> (Perez Garcia)

<sup>29</sup> (Perez Garcia)



Ilustración 4 Resistencias Metálicas RTD

### **VENTAJAS DE LOS SENSORES RTD**

- Margen de temperatura bastante amplio.
- Proporciona las medidas de temperatura con mayor exactitud y repetitividad.
- El valor de resistencia del RTD puede ser ajustado con gran exactitud por el fabricante (trimming), de manera que su tolerancia sea mínima. Además, éste será bastante estable con el tiempo.
- Los sensores RTD son los más estables con el tiempo, presentando derivas en la medida del orden de  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ .
- La relación entre la temperatura y la resistencia es la más lineal.
- Los sensores RTD tienen una sensibilidad mayor que los termopares. La tensión debida a cambios de temperatura puede ser unas diez veces mayor.
- La existencia de curvas de calibración estándar para los distintos tipos de sensores RTD (según el material conductor,  $R_0$  y  $\alpha$ ), facilita la posibilidad de intercambiar sensores entre distintos fabricantes.
- A diferencia de los termopares, no son necesarios cables de interconexión especial ni compensación de la unión de referencia.

### **INCONVENIENTES DE LOS SENSORES RTD**

- Dado que el platino y el resto de materiales conductores tienen todos una resistividad muy baja, para conseguir un valor significativo de resistencia será necesario devanar un hilo de conductor bastante largo, por lo que, sumando el

elevado coste de por sí de estos materiales, el coste de un sensor RTD será mayor que el de un termopar o un termistor.

- El tamaño y la masa de un sensor RTD será también mayor que el de un termopar o un termistor, limitando además su velocidad de reacción.
- Los RTD se ven afectados por el autocalentamiento.
- Los RTD no son tan durables como los termopares ante vibraciones o golpes

En definitiva, los sensores RTD son los más apropiados para aplicaciones en las que la exactitud de la medida es crítica mientras que la velocidad y el coste son menos importantes.

#### 1.5.1.2. TERMOPARES

Un termopar (también llamado termocupla) es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto Seebeck), que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia<sup>30</sup>. (TERMOPARES)

En Instrumentación industrial, los termopares son ampliamente usados como sensores de temperatura. Son económicos, intercambiables, tienen conectores estándar y son capaces de medir un amplio rango de temperaturas. Su principal limitación es la exactitud ya que los errores del sistema inferiores a un grado Celsius son difíciles de obtener.

El grupo de termopares conectados en serie recibe el nombre de termopila. Tanto los termopares como las termopilas son muy usados en aplicaciones de calefacción a gas. (TERMOPARES)



Ilustración 5 TERMOPARES

---

<sup>30</sup> (TERMOPAR; TERMOPARES)

## **EFFECTOS EXTERNOS**

<sup>31</sup>Cuando se sueldan dos conductores de materiales diferentes A y B y el extremo soldado se somete a una temperatura diferente a los extremos libres, se produce entre estos últimos una pequeña diferencia de voltaje que es característica del par soldado. Este par soldado se conoce como termopar y el efecto que produce el voltaje se llama efecto Peltier. Estos conductores pueden ser metálicos puros o sus aleaciones, también metaloides e incluso cerámicas especiales. Un termopar es un dispositivo capaz de convertir la energía calorífica en energía eléctrica su funcionamiento se basa en los descubrimientos hechos por Seebeck en 1821 cuando hizo circular corriente eléctrica en un circuito, formado por dos metales diferentes cuyas uniones se mantienen a diferentes temperaturas, esta circulación de corriente obedece a dos efectos termoeléctricos combinados, el efecto Peltier que provoca la liberación o absorción de calor en la unión de dos metales diferentes cuando una corriente circula a través de la unión y el efecto Thomson que consiste en la liberación o absorción de calor cuando una corriente circula a través de un metal homogéneo en el que existe un gradiente de temperaturas. Es decir la fuerza electromotriz es proporcional a la temperatura alcanzada por la unión térmica a sí mismo si se resta el calentamiento óhmico, que es proporcional al cuadrado de la corriente, queda un remanente de temperatura que en un sentido de circulación de la corriente es positivo y negativo en el sentido contrario. El efecto depende de los metales que forman la unión. La combinación de los dos efectos Peltier y Thomson, es la causa de la circulación de corriente al cerrar el circuito en el termopar. Esta corriente puede calentar el termopar y afectar la precisión en la medida de la temperatura, por lo que durante la medición debe hacerse mínimo su valor.

## **LINEALIZACIÓN**

<sup>32</sup>Además de lidiar con la compensación de unión fría, el instrumento de medición debe además enfrentar el hecho de que la energía generada por un termopar es una función no lineal de la temperatura. Esta dependencia se puede aproximar por un polinomio complejo (de 5° a 9° orden dependiendo del tipo de termopar). Los métodos analógicos de linealización son usados en medidores de termopares de bajo costo.

---

<sup>31</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

<sup>32</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

## MODALIDADES DE TERMOPARES

<sup>33</sup>Los termopares están disponibles en diferentes modalidades, como sondas. Estas últimas son ideales para variadas aplicaciones de medición, por ejemplo, en la investigación médica, sensores de temperatura para los alimentos, en la industria y en otras ramas de la ciencia, etc.

A la hora de seleccionar una sonda de este tipo debe tenerse en consideración el tipo de conector. Los dos tipos son el modelo estándar, con pines redondos y el modelo miniatura, con pines chatos, siendo estos últimos (contradictoriamente al nombre de los primeros) los más populares.

Otro punto importante en la selección es el tipo de termopar, el aislamiento y la construcción de la sonda. Todos estos factores tienen un efecto en el rango de temperatura a medir, precisión y fiabilidad en las lecturas.

## TIPOS DE TERMOPARES

- **Tipo K:** (Cromo (Ni-Cr) Chromel / Aluminio (aleación de Ni -Al) Alumel): con una amplia variedad de aplicaciones, está disponible a un bajo costo y en una variedad de sondas. Tienen un rango de temperatura de  $-200^{\circ}\text{C}$  a  $+1.372^{\circ}\text{C}$  y una sensibilidad  $41\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$  aprox. Posee buena resistencia a la oxidación.
- **Tipo E:** (Cromo / Constantán (aleación de Cu-Ni)): No son magnéticos y gracias a su sensibilidad, son ideales para el uso en bajas temperaturas, en el ámbito criogénico. Tienen una sensibilidad de  $68\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ .
- **Tipo J:** (Hierro / Constantán): debido a su limitado rango, el tipo J es menos popular que el K. Son ideales para usar en viejos equipos que no aceptan el uso de termopares más modernos. El tipo J no puede usarse a temperaturas superiores a  $760^{\circ}\text{C}$  ya que una abrupta transformación magnética causa un desajuste permanente. Tienen un rango de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+750^{\circ}\text{C}$  y una sensibilidad de  $\sim 52\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ . Es afectado por la corrosión.
- **Tipo T:** (Cobre / Constantán): ideales para mediciones entre  $-200$  y  $260^{\circ}\text{C}$ . Resisten atmósferas húmedas, reductoras y oxidantes y son aplicables en criogenia. El tipo termopares de T tiene una sensibilidad de cerca de  $43\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ .

---

<sup>33</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

- **Tipo N:** (Nicrosil (Ni-Cr-Si) / Nisil (Ni-Si)): es adecuado para mediciones de alta temperatura gracias a su elevada estabilidad y resistencia a la oxidación de altas temperaturas, y no necesita del platino utilizado en los tipos B, R y S que son más caros.
- Por otro lado, los termopares tipo B, R y S son los más estables, pero debido a su baja sensibilidad ( $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  aprox.) generalmente son usados para medir altas temperaturas (superiores a  $300^\circ\text{C}$ ).
- **Tipo B:** (Platino (Pt)-Rodio (Rh)): son adecuados para la medición de altas temperaturas superiores a  $1.800^\circ\text{C}$ . Los tipo B presentan el mismo resultado a  $0^\circ\text{C}$  y  $42^\circ\text{C}$  debido a su curva de temperatura/voltaje, limitando así su uso a temperaturas por encima de  $50^\circ\text{C}$ .
- **Tipo R:** (Platino (Pt)-Rodio (Rh)): adecuados para la medición de temperaturas de hasta  $1.300^\circ\text{C}$ . Su baja sensibilidad ( $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) y su elevado precio quitan su atractivo.
- **Tipo S:** (Platino / Rodio): ideales para mediciones de altas temperaturas hasta los  $1.300^\circ\text{C}$ , pero su baja sensibilidad ( $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) y su elevado precio lo convierten en un instrumento no adecuado para el uso general. Debido a su elevada estabilidad, el tipo S es utilizado para la calibración universal del punto de fusión del oro ( $1064,43^\circ\text{C}$ ).
- Los termopares con una baja sensibilidad, como en el caso de los tipos B, R y S, tienen además una resolución menor. La selección de termopares es importante para asegurarse que cubren el rango de temperaturas a determinar.  
(TERMOPAR; TERMOPARES)



Ilustración 6 Tipos de Termopares

## **PRECAUCIONES Y CONSIDERACIONES AL USAR TERMOPARES**

<sup>34</sup>La mayor parte de los problemas de medición y errores con los termopares se deben a la falta de conocimientos del funcionamiento de los termopares. A continuación, un breve listado de los problemas más comunes que deben tenerse en cuenta.

### **PROBLEMAS DE CONEXIÓN**

<sup>35</sup>La mayoría de los errores de medición son causados por uniones no intencionales del termopar. Se debe tener en cuenta que cualquier contacto entre dos metales distintos creará una unión. Si lo que se desea es aumentar la longitud de las guías, se debe usar el tipo correcto del cable de extensión. Así por ejemplo, el tipo K corresponde al termopar K. Al usar otro tipo se introducirá una unión termopar. Cualquiera que sea el conector empleado debe estar hecho del material termopar correcto y su polaridad debe ser la adecuada. Lo más correcto es emplear conectores comerciales del mismo tipo que el termopar para evitar problemas.

### **RESISTENCIA DE LA GUÍA**

<sup>36</sup>Para minimizar la desviación térmica y mejorar los tiempos de respuesta, los termopares están integrados con delgados cables. Esto puede causar que los termopares tengan una alta resistencia, la cual puede hacer que sea sensible al ruido y también puede causar errores debidos a la resistencia del instrumento de medición. Una unión termopar típica expuesta con 0,25 mm tendrá una resistencia de cerca de 15 ohmios por metro. Si se necesitan termopares con delgadas guías o largos cables, conviene mantener las guías cortas y entonces usar el cable de extensión, el cual es más grueso, (lo que significa una menor resistencia) ubicado entre el termopar y el instrumento de medición. Se recomienda medir la resistencia del termopar antes de utilizarlo.

### **DESCALIBRACIÓN**

<sup>37</sup>La descalibración es el proceso de alterar accidentalmente la conformación del cable del termopar. La causa más común es la difusión de partículas atmosféricas en el metal a los

---

<sup>34</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

<sup>35</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

<sup>36</sup> (TERMOPAR)

<sup>37</sup> (TERMOPAR)

extremos de la temperatura de operación. Otras causas son las impurezas y los químicos del aislante difundiendo en el cable del termopar. Si se opera a elevadas temperaturas, se deben revisar las especificaciones del aislante de la sonda.

## **RUIDO**

<sup>38</sup>La salida de un termopar es una pequeña señal, así que es susceptible de error por ruido eléctrico. La mayoría de los instrumentos de medición rechazan cualquier modo de ruido (señales que están en el mismo cable o en ambos) así que el ruido puede ser minimizado al retorcer los cables para asegurarse que ambos recogen la misma señal de ruido. Si se opera en un ambiente extremadamente ruidoso, (Ej.: cerca de un gran motor), es necesario considerar usar un cable de extensión protegido. Si se sospecha de la recepción de ruido, primero se deben apagar todos los equipos sospechosos y comprobar si las lecturas cambian. Sin embargo, la solución más lógica es diseñar un filtro pasabajos (resistencia y condensador en serie) ya que es probable que la frecuencia del ruido (por ejemplo de un motor) sea mucho mayor a la frecuencia con que oscila la temperatura.

## **VOLTAJE EN MODO COMÚN**

<sup>39</sup>Aunque las señales del termopar son muy pequeñas, a la salida del instrumento de medición pueden aparecer voltajes mayores. Estos voltajes pueden ser causados tanto por una recepción inductiva (un problema cuando se mide la temperatura de partes del motor y transformadores) o por las uniones a conexiones terrestres. Un ejemplo típico de uniones a tierra sería la medición de un tubo de agua caliente con un termopar sin aislamiento. Si existe alguna conexión terrestre pueden existir algunos voltios entre el tubo y la tierra del instrumento de medición. Estas señales están una vez más en el modo común (las mismas en ambos cables del termopar) así que no causarán ningún problema con la mayoría de los instrumentos siempre y cuando no sean demasiado grandes. Los voltajes del modo común pueden ser minimizados al usar los mismos recaudos del cableado establecidos para el ruido, y también al usar termopares aislados.

---

<sup>38</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

<sup>39</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

## **DESVIACIÓN TÉRMICA**

<sup>40</sup>Al calentar la masa de los termopares se extrae energía que afectará a la temperatura que se trata de determinar. Considérese por ejemplo, medir la temperatura de un líquido en un tubo de ensayo: existen dos problemas potenciales. El primero es que la energía del calor viajará hasta el cable del termopar y se disipará hacia la atmósfera reduciendo así la temperatura del líquido alrededor de los cables. Un problema similar puede ocurrir si un termopar no está suficientemente inmerso en el líquido, debido a un ambiente de temperatura de aire más frío en los cables, la conducción térmica puede causar que la unión del termopar esté a una temperatura diferente del líquido mismo. En este ejemplo, un termopar con cables más delgados puede ser útil, ya que causará un gradiente de temperatura más pronunciado a lo largo del cable del termopar en la unión entre el líquido y el aire del ambiente. Si se emplean termopares con cables delgados, se debe prestar atención a la resistencia de la guía. El uso de un termopar con delgados cables conectados a un termopar de extensión mucho más gruesa a menudo ofrece el mejor resultado.

### **1.5.1.3. TERMISTORES (NTC)**

<sup>41</sup>Los termistores son resistores variables con la temperatura, pero no están basados en conductores como las RTD, sino en semiconductores. Si su coeficiente de temperatura es negativo NTC (negative temperature coefficient), mientras que si es positivo, se denominan PTC.

La principal característica de este tipo de resistencias es que tienen una sensibilidad del orden de diez veces mayor que las metálicas y aumenta su resistencia al disminuir la temperatura.

Su fundamento está en la dependencia de la resistencia de los semiconductores con la temperatura, debida a la variación con esta del número de portadores reduciéndose la resistencia, y de ahí que presenten coeficiente de temperatura negativo. Esta dependencia varía con la presencia de impurezas, y si el dopado es muy intenso, el semiconductor adquiere propiedades metálicas con coeficiente de temperatura positivo (PTC) en un margen de temperaturas limitado.

---

<sup>40</sup> (TERMOPAR;TERMOPARES)

<sup>41</sup> (TERMISTORES)

## TIPOS

<sup>42</sup>NTC.- se fabrican a base de mezclar y sinterizar óxidos dopados de metales como el níquel, cobalto, manganeso, hierro y cobre. El proceso se realiza en una atmósfera controlada dándoles la forma y tamaño deseados. La proporción de óxidos determina la resistencia y el coeficiente de temperatura.

La principal característica de este tipo de resistencias es que tienen una sensibilidad del orden de 10 veces mayor que las metálicas y aumentan su resistencia al disminuir la temperatura. Estos semiconductores están constituidos por óxidos metálicos, tales como Mg O, Mg Al O, Mn O, Fe O, Co O, Ni O, Zn Ti O. Los termistores se fabrican por sintetización del semiconductor en polvo, lo que permite preparar resistencias del valor más adecuado y de tamaño reducido, del orden de milímetros. Este procedimiento de preparación, junto a sus características eléctricas, hace de los termistores elementos que pueden realizar la medida de temperaturas en una región muy reducida, casi puntual, y además debido a que su calor específico es pequeño, ofrecen una velocidad de respuesta muy elevada. La estabilidad de un termistor depende de su preparación y de las condiciones de utilización. El rango de utilización de los termistores se extiende hasta temperaturas cercanas a la del helio líquido pero sólo puede subir hasta unos 300 °C. Hay que tener en cuenta que la temperatura de licuación de estos materiales es bastante baja en comparación con los metales. Como contrapartida, resulta necesario calibrar cada uno de los termistores, pues no son intercambiables los valores de uno a otro elemento. En general tienen una tolerancia del 10 % de su valor nominal.

Para altas temperaturas (> 1000 °C) se emplean óxidos de Itrio y circonio.  
(INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL)



Ilustración 7 Termistores NTC

---

<sup>42</sup> (TERMISTORES;INSTRUMENTACION INDUSTRIAL;TERMISTOR)

<sup>43</sup>**PTC.**- también conocidas como de conmutación están basadas en titanato de bario al que se añade titanato de plomo o de circonio para determinar la temperatura de conmutación. Hay modelos entre -100 ° y 350°C. Las PTC de medida están basadas en silicio dopado. Las formas en que se presentan las NTC son múltiples, y cada una de ellas está orientada a un grupo concreto de aplicaciones. Las de "gota", "escama" y "perla" se prefieren para aplicaciones de medida de temperatura, mientras que las de "disco", "arandela" y "varilla" son aptas para la compensación y control de temperatura y para aplicaciones con autocalentamiento.

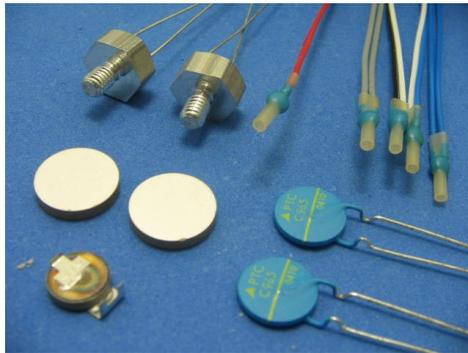


Ilustración 8 Termistores PTC

## ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

### <sup>44</sup>**Resistencia / Temperatura**

La relación R/T del termistor no es en absoluto lineal y existen varias aproximaciones que dependen de los parámetros del proceso.

### <sup>45</sup>**Tensión / Corriente**

Describe la variación de la corriente del termistor en función de la tensión aplicada.

Podemos diferenciar tres secciones:

- 1) Zona óhmica.  $dV/dI = R$
- 2) Incremento no lineal.
- 3) Zona de pendiente negativa

---

<sup>43</sup> (TERMISTORES;INSTRUMENTACION INDUSTRIAL;TERMISTOR)

<sup>44</sup> (TERMISTORES;INSTRUMENTACION INDUSTRIAL;TERMISTOR)

<sup>45</sup> (TERMISTORES;INSTRUMENTACION INDUSTRIAL;TERMISTOR)

## CONFIGURACIONES

<sup>46</sup>Existen en el mercado, termistores con diferentes encapsulados dependiendo de la constitución y el modelo, especificaciones eléctricas y su aplicación final.

Los termistores tipo perla, disco y chip son los más ampliamente utilizados en medición de temperatura. Aunque cada configuración es fabricada siguiendo un método específico, algunas técnicas generales se emplean en la mayoría de termistores: formulación y preparación del óxido metálico, pulverización y mezcla; tratamiento de calor para producir un material cerámico; adición de contactos eléctricos (para discos y chips), y para componentes individuales, encapsulación en un dispositivo con cubierta protectora y terminales.

- **Tipo perla:** El termistor tipo perla es, como su propio nombre indica, una pequeña perla de material termistor con un par de terminales.
- **Tipo disco:** La apariencia externa de un termistor tipo disco es la misma que la del típico condensador cerámico de disco. Esencialmente es un disco de material termistor al que se le han añadido un par de terminales, éstos pueden estar montados axialmente o radialmente en la misma dirección o en direcciones opuestas. Incluso pueden estar fijados en la parte superior del disco.
- **Tipo chip:** En la fabricación de los termistores con configuración de chip se utiliza una mezcla similar a la empleada en los termistores de perla. Este material se deja secar sobre una superficie de material cerámico que es cortado en pequeñas secciones en forma de oblea y sometido a altas temperaturas.
- **Tipo arandela:** Los termistores de arandela son una variación de los termistores de disco excepto por tener un orificio central y carece de terminales aunque está provisto de dos caras metalizadas para establecer el contacto. Es frecuentemente utilizado como parte de un montaje.
- **Tipo barra:** Este tipo de termistores, tienen toda la apariencia de las típicas resistencias. Constan de un cuerpo cilíndrico de material termistor y de un terminal en cada extremo de la barra en forma radial o axial.

---

<sup>46</sup> (TERMISTORES;INSTRUMENTACION INDUSTRIAL;TERMISTOR)

## **1.5.2      SENSORES DE HUMEDAD**

<sup>47</sup>Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.

La humedad tiene influencia dentro de un sistema HVAC ya que está íntimamente relacionada con la temperatura del aire, ya que generalmente si el aire está caliente tiene una humedad alta, mientras que si se encuentra frío tendrá una baja humedad

### **1.5.2.1.    SENSORES MECÁNICOS**

<sup>48</sup>La idea de este tipo de sensores, es aprovechar los cambios en las dimensiones que sufren ciertos tipos de materiales en presencia de la humedad, como algunas fibras orgánicas y sintéticas (por ejemplo el cabello humano). Al aumentar la humedad relativa, las fibras aumentan de tamaño, es decir, se alargan. Luego esta deformación debe ser amplificada de alguna manera (por palancas mecánicas, o circuitos electrónicos), y debe ser graduada de acuerdo a la proporcionalidad con la humedad relativa.

### **1.5.2.2.    SALES HIGROSCÓPICAS:**

<sup>49</sup>Una sal higroscópica (cloruro de litio por ejemplo), es una molécula cristalina que tiene gran afinidad con la absorción de agua.

### **1.5.2.3.    SENSORES ELECTROLÍTICOS:**

<sup>50</sup>Una molécula de agua puede descomponerse por electrólisis, cuando esto ocurre se liberan dos electrones por molécula, la idea entonces es producir la electrólisis de las moléculas de agua presentes en el gas, y medir la corriente que se genera cuando aquello ocurre.

---

<sup>47</sup>(HUMEDAD)

<sup>48</sup>(UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA)

<sup>49</sup>(UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA;SENSORES DE HUMEDAD)

<sup>50</sup>(UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA;SENSORES DE HUMEDAD)

#### **1.5.2.4. SENSORES POR CONDUCTIVIDAD:**

<sup>51</sup>Si se tiene una superficie cualquiera en presencia de una mezcla gaseosa con vapor de agua, siempre habrá cierta cantidad de moléculas de agua presentes en dicha superficie. La presencia de agua permite que a través de la superficie circule una corriente, en ello se basan los sensores por conductividad.

#### **1.5.2.5. SENSORES CAPACITIVOS:**

<sup>52</sup>Son quizás los más difundidos en la industria y meteorología, pues son de fácil producción, bajos costos, y alta fidelidad. El principio en el cual se basa este tipo de sensores, es en el cambio que sufre la capacidad de un condensador al variar la constante dieléctrica del mismo.

#### **1.5.2.6. SENSORES INFRARROJOS:**

<sup>53</sup>Las moléculas poseen movimientos rotatorios alrededor del centro de masa, y movimientos vibratorios. Ambas energías están cuantizadas, y para que la molécula pase de un nivel energético a otro se requiere de una cantidad de energía específica, que depende del tipo de molécula que se esté considerando. Lo anterior origina la teoría de espectros moleculares.

#### **1.5.2.7. SENSORES PIEZOELÉCTRICOS:**

<sup>54</sup>Los cristales poseen frecuencias de oscilación bastante estables, sin embargo, al cambiar la masa del cristal por deposiciones de materiales sobre él, éste experimenta una variación de 2000[Hz] en su frecuencia de oscilación por cada microgramo de aumento de material sobre su superficie. Basta cubrirlos con un material higroscópico, para que aumente la cantidad de agua sobre el cristal en forma proporcional a la Humedad.

### **1.5.3 SENSORES DE CO<sub>2</sub>**

<sup>55</sup>El CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) es un gas incoloro e inodoro. Un metro cúbico pesa alrededor de 2 Kg (el mismo volumen de aire pesaría 1,3 Kg). El CO<sub>2</sub> se origina por la

---

<sup>51</sup> (UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA;SENSORES DE HUMEDAD)

<sup>52</sup> (UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA;SENSORES DE HUMEDAD)

<sup>53</sup> (UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA;SENSORES DE HUMEDAD)

<sup>54</sup> (UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA)

<sup>55</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC and Luciano Cardenas Antogazzi)

combustión y descomposición de material carbónico como la madera y otras biomásas como el gas natural, el petróleo, el carbón y sus derivados, pero también por la respiración de personas y animales.

Las plantas por el contrario absorben CO<sub>2</sub> del aire para incorporar al organismo el carbono contenido.

Existen diferentes técnicas para la medida de CO<sub>2</sub>. En este trabajo, de manera sintética, se han analizado los siguientes tipos de sensores: NDIR, resistivos y electroquímicos.

### 1.5.3.1. SENSORES NDIR (Non Dispersive InfraRed)

<sup>56</sup>Esta técnica aprovecha la propiedad de que muchos gases absorben radiación en una zona de luz infrarroja determinada, que se encuentra entre 2 y 14 micrómetros. Estas absorciones muestran características únicas para cada uno de los gases, permitiendo que se puedan deducir sus concentraciones.

Dentro de la cavidad del sensor, en donde se encuentra el gas, está la fuente de luz infrarroja y el detector infrarrojo. La luz que pasa hacia los detectores lo hace a través de un filtro cuyas características dependen del gas a ser medido. De esta manera, según cuanta luz se recoja en los detectores, se puede medir la concentración del gas.

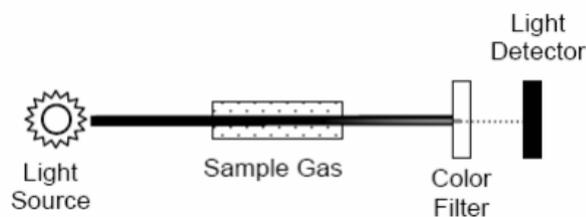


Ilustración 9 Sensor de CO<sub>2</sub> por Método no Dispersivo

Para el caso del CO<sub>2</sub> la longitud de onda de absorción es de 4,26  $\mu\text{m}$ , es decir, que en la fabricación del sensor NDIR se utiliza un filtro óptico que sólo deja pasar esta longitud de onda hacia el detector de presencia de CO<sub>2</sub>.

Los dispositivos comercialmente disponibles tienen dos detectores, el detector de presencia del gas a analizar y otro que se utiliza como referencia y que tiene otro filtrado diferente.

Las ventajas que presentan los sensores NDIR son su reducido tiempo de calentamiento y su bajo consumo. Por el contrario las desventajas son que el procesamiento de las señales, la rutina de calibración y el cálculo de la medida son procesos relativamente complicados.

<sup>56</sup> (Universidad Politécnica de Cataluña UPC and Luciano Cardenas Antogazzi)

Además, su precio es relativamente elevado comparado con los sensores electroquímicos.(Universidad Politécnica de Cataluña UPC and Luciano Cárdenas Antogazzi)

### **1.5.3.2. SENSORES RESISTIVOS**

<sup>57</sup>Existen dos tipos de sensores resistivos para gases, los catalíticos (Pellistor) y los del tipo Metal oxide semiconductor.

Los sensores de gas catalíticos utilizan una fina bobina de platino que cuando se calienta llega a una temperatura de unos 450 °C. Esta bobina está incrustada dentro de una unidad (pellet) que se encuentra impregnada en un material catalizador. Cuando un gas inflamable entra en contacto con la superficie del catalizador se quema y se convierte en óxido, esto aumenta la temperatura del conductor con lo que se modifica su resistencia. Para compensar la temperatura ambiente y la humedad, se utiliza otro pellistor similar, pero sin catalizador conectado en serie. Este método se utiliza para la medida de gases inflamables. Los sensores resistivos del tipo Metal oxide semiconductor se basan en el cambio de conductividad de óxidos semiconductores, dependiendo de la concentración de oxígeno en el ambiente. Se utilizan diferentes materiales en su construcción y se calientan a una determinada temperatura según el gas que se quiere detectar.

### **1.5.3.3. SENSORES ELECTROQUÍMICOS**

<sup>58</sup>Un sensor electroquímico consiste de un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una delgada capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación o reducción. Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones. Una tensión proporcional a la concentración de gas es generada, la que puede ser medida para determinar la concentración de gas.

Existen diferentes maneras en que los sensores electroquímicos están construidos, dependiendo del tipo de gas a detectar y del fabricante. La tecnología más utilizada en los sensores electroquímicos disponibles en el mercado para la medida de CO<sub>2</sub> es la del tipo de electrolito sólido.

---

<sup>57</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC and Luciano Cardenas Antogazzi)

<sup>58</sup> (Universidad Politecnica de Cataluña UPC and Luciano Cardenas Antogazzi)

Las ventajas de este sensor son su consumo muy bajo, su tamaño muy reducido y que no requiere de un circuito asociado complicado ni de cálculos complejos. Su precio es relativamente bajo comparado con otros tipos de sensores de CO<sub>2</sub>. (Universidad Politécnica de Cataluña UPC and Luciano Cárdenas Antogazzi)

#### **1.5.4        SENSORES DE SONIDO**

<sup>59</sup>La presión sonora o acústica es producto de la propia propagación del sonido. La energía provocada por las ondas sonoras genera un movimiento ondulatorio de las partículas del aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire

El equipo que se utiliza para medir los niveles del sonido es conocido como el sonómetro

##### **1.5.4.1.   SONÓMETRO**

<sup>60</sup> Instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende la amplitud y, por tanto, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad), es decir mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Si no se usan curvas ponderadas (sonómetro integrador), se entiende que son (dB<sub>SPL</sub>).

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como contaminación acústica (ruido molesto de un determinado paisaje sonoro) hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el ruido puede tener multitud de causas y proceder de fuentes muy diferentes. Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental (continuo, impulsivo, etc.) se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinentes.

En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien, estar programada de antemano. En cuanto al tiempo entre las tomas de nivel cuando el sonómetro está programado, depende del propio modelo. Algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Además, hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación.

La norma IEC 60651 y la norma IEC 60804, emitidas por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), establecen las normas que han de seguir los fabricantes de sonómetros. Se intenta que todas las marcas y modelos ofrezcan una misma medición ante un sonido dado.

---

<sup>59</sup> (presión sonora)

<sup>60</sup> (SONIDO)

Además, en todos los países, normas nacionales e internacionales clasifican los sonómetros en función de su grado de precisión. Se establecen 4 tipos en función de su grado de precisión de más a menos:

- Sonómetro de clase 0: se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: permite el trabajo de campo con precisión.
- Sonómetro de clase 2: permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Sonómetro de clase 3: es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

Sea del tipo que sea, básicamente, el sonómetro siempre está formado por:

- Un micrófono con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiofrecuencias generalmente, entre 8 Hz y 22 KHz.
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.
- Una unidad de lectura (vúmetro, led, pantalla digital, etc.).

Muchos sonómetros cuentan con una salida (un conector jack, por lo general, situado en el lateral), que permite conectarlo con un osciloscopio, con lo que la medición de la presión sonora se complementa con la visualización de la forma de la onda.(SONIDO)

## **1.6. TIPOS DE SUBSISTEMAS PARA EL SISTEMA HVAC**

<sup>61</sup>HVAC es un término colectivo para toda tecnología de aire acondicionado. Su función es la de mantener de forma fiable los valores requeridos de temperatura, humedad del aire y calidad del aire. (Con independencia de las fluctuaciones en el ambiente exterior.

Para este propósito, se requieren equipos que disipen (enfrien) o introduzcan (calienten) calor en las zonas interesadas, que incrementen (humidifiquen) o reduzcan (deshumidifiquen) el nivel de humedad y transporten el medio empleado (aire, agua).

Las siguientes funciones son vitales en los sistemas HVAC:

- Calefacción de habitaciones y agua caliente
- Refrigeración
- Ventilación

---

<sup>61</sup> (HVAC)

- Aire acondicionado, Humidificación y Deshumidificación

### **1.6.1 TIPOS DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN**

La calefacción es un sistema que tiene como función calentar el interior de las edificaciones cuando el clima está frío, un sistema de calefacción siempre es requerido para climatizar salas de UCI pues estas necesitan de condiciones controladas de temperatura.

Se cuenta con los siguientes tipos de calefacción:

#### **1.6.1.1. CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE**

<sup>62</sup>Se trata de tubos colocados en el suelo de la edificación. Su principal ventaja es el ahorro, ya que basta calentar el agua a unos 40 grados para que el sistema funcione. Su desventaja es que tarda mucho tiempo en calentar la edificación a la temperatura deseada. El sistema consiste en la instalación en el forjado del hormigón de cables, tubos, láminas o paneles calefactores, que desprenden calor a la sala sin ser visibles, por lo tanto no ocupan espacio y están preinstalados en la sala. Pueden ser calentados por la electricidad por paneles solares o por calderas.

#### **1.6.1.2. CALEFACCIÓN POR GAS**

<sup>63</sup>Ocupa un puesto predominante entre los combustibles más empleados en la actualidad. El gas natural es limpio, no contamina y es eficaz. Además, su coste de instalación queda rápidamente amortizado por el ahorro que ofrece. Se caracteriza por ser un combustible cómodo pues el usuario no debe preocuparse ni de su aprovisionamiento, almacenamiento, ni de su distribución. Una vez instalado, puede ser utilizado tanto como calefacción, como para la producción de agua caliente y para la cocina. La calefacción mediante gas natural permite una fácil regulación del calor en cada estancia.

#### **1.6.1.3. CALEFACCIÓN POR GAS PROPANO**

<sup>64</sup> Puede presentar varias modalidades para su almacenamiento. Se puede almacenar en recipientes pequeños (en lugares aireados como terrazas o balcones) o en depósito fijo, ya

---

<sup>62</sup> (CALEFACCIONES;SISTEMAS DE CALFEACCION)

<sup>63</sup> (CALEFACCIONES;SISTEMAS DE CALFEACCION)

<sup>64</sup> (CALEFACCIONES;SISTEMAS DE CALFEACCION)

sea individual o colectivo y centralizado. Su potencia calorífica es superior al gas natural. Su costo resulta algo inferior al gas natural, siempre dependiendo del tipo de instalación y almacenamiento.

#### **1.6.1.4. CALEFACCIÓN POR GASÓLEO C**

<sup>65</sup>Es el más económico de los combustibles presentes en el mercado pero de alto riesgo debido a los cuidados en su almacenamiento y combustión por los gases generados.

#### **1.6.1.5. CALEFACCIÓN ELÉCTRICA**

<sup>66</sup>Un sistema de calefacción eléctrica se compone fundamentalmente de resistencias eléctricas. Se calientan por flujo de corriente eléctrica, y el calor resultante que se genera se emite o bien directamente a través del aire circundante o por flujo de agua, o indirectamente mediante fundas protectoras. Los sistemas de calefacción eléctrica auxiliares se emplean habitualmente en equipos HVAC. El típico diseño de calefacción auxiliar para un calentador de agua de acumulación es una bobina en espiral que también puede encontrarse con un diseño más simplificado en calentadores de inmersión.

Entre las aplicaciones más frecuentes que pueden encontrarse en Europa están los llamados acumuladores de calor eléctricos. Un depósito de calor se calienta por la noche y el calor almacenado se emite durante el día. Esta forma de calefacción se emplea cada vez menos en la actualidad debido al gasto de energía que implica.

Con la calefacción eléctrica –de aire o de agua usando baterías o barras de calentamiento, la energía térmica generada se corresponde exactamente con la cantidad de energía eléctrica suministrada.

#### **1.6.1.6. CONTROL DE CALOR CON CONTACTORES Y ARRANCADORES SUAVES**

<sup>67</sup>En el caso más simple, el control del suministro de calor con sistemas de calefacción de respuesta lenta mediante un control de encendido-apagado se lleva a cabo usando el contactor (DIL). Si la masa a calentar es pequeña o la potencia calorífica es muy grande se producen altas frecuencias de funcionamiento del contactor. La demanda de precisión de

---

<sup>65</sup> (CALEFACCIONES;SISTEMAS DE CALFEACCION)

<sup>66</sup> (CALEFACCION)

<sup>67</sup> (CALEFACCION)

control también juega un papel significativo. Para garantizar una larga vida útil del dispositivo de conmutación, se recomienda el uso de un contactor semiconductor.

Se puede lograr el máximo nivel de precisión usando un regulador continuo (PID) y un elemento de control semiconductor continuo. Esta función de regulador y accionador ya está integrada en los arrancadores suaves más grandes.

#### **1.6.1.7. CALEFACCIÓN POR BOMBAS DE CALOR**

<sup>68</sup>Las bombas de calor extraen calor del entorno, ya sea del aire, del suelo o del agua. Este calor se procesa en la unidad y se transfiere para el calentamiento del agua. Se emplea el denominado ciclo termodinámico: Un refrigerante con un punto de ebullición muy bajo que se evapora debido al calor ambiental circula por un sistema de tuberías. El vapor se comprime en la unidad usando corriente eléctrica. Por consiguiente, aumentan la presión y la temperatura. Así pues, el calor del aire, del suelo o del circuito de agua cerrado se incrementa hasta un nivel de temperatura de explosión con un uso mínimo de energía. En el intercambiador de calor (el núcleo de la bomba de calor) el vapor se condensa y el calor extraído se transfiere directamente al circuito de calefacción. El refrigerante vuelve a su estado líquido cerrando así el circuito –entonces, se repite el ciclo.

Una bomba de calor es una máquina simple, que eleva (bombea) la energía de un nivel de temperatura bajo a un nivel de temperatura más alto mediante el uso de energía de impulsión adicional. La bomba de calor tiene un compresor accionado por un motor eléctrico. Este compresor presuriza un refrigerante (inicialmente en estado gaseoso) que en consecuencia se calienta. En el posterior enfriamiento y licuefacción del refrigerante, la energía calorífica liberada se transfiere a un intercambiador de calor en el circuito de calefacción intermedio (habitualmente) agua o salmuera. El refrigerante se despresuriza y posteriormente se enfría en una válvula de expansión. El refrigerante enfriado se pasa a través de un evaporador y entonces regresa a su estado gaseoso al absorber el calor del ambiente.

La energía térmica extraída en este proceso es un múltiplo de la energía eléctrica del motor. En total, se suministra a la bomba de calor la energía eléctrica para el motor del compresor y el calor extraído del ambiente. La relación entre el consumo de energía

---

<sup>68</sup> (CALEFACCION)

eléctrica y el calor útil extraído se conoce como coeficiente de rendimiento (COP). Este valor es de 5 en las bombas de calor modernas.

Los tipos más importantes de bombas de calor son:

- Bombas de calor geotérmicas
- Bombas de calor con fuente de aire
- Bombas de calor con circuito de agua cerrado.

Los requisitos iniciales para las bombas de calor son los dispositivos de conmutación y protección para el motor eléctrico, y el arrancador suave para la limitación de corriente de arranque.(CALEFACCIÓN)

### **1.6.2 TIPOS DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN**

<sup>69</sup>Los sistemas de ventilación se encargan del suministro e intercambio de aire en áreas definidas. Este cambio de aire implica que el nuevo aire ingresa purificado y en el caso de las UCI el nuevo aire ingresa libre de elementos patógenos que puedan provocar infecciones u otras complicaciones clínicas en los pacientes que en ella se encuentran.

<sup>70</sup>Se debe diferenciar entre tecnología de ventilación, aire acondicionado y tecnología de proceso del aire. Mientras la tecnología de proceso del aire se divide en las áreas de suministro, extracción, filtrado y secado, la tecnología de ventilación y aire acondicionado se divide en las áreas de plantas de aire y sistemas de circulación externos.

El movimiento del aire (extracción) se lleva a cabo usando ventiladores (turbinas) equipados con motores eléctricos.

La propiedad de par de los ventiladores aumenta como función cuadrática de la velocidad. Se debe tener en cuenta un incremento del par de arranque. Si los motores son de velocidad controlada, se pueden proporcionar volúmenes de aire y ratios de presión definidos sin pérdidas.

El control de velocidad convencional de motores para ventilador se lleva a cabo actualmente usando convertidores de frecuencia.

---

<sup>69</sup> (VENTILACION)

<sup>70</sup> (VENTILACION)

Si se requiere una velocidad de ventilador constante durante el funcionamiento lo que implica un volumen de aire constante se usan arrancadores electrónicos para un arranque suave controlado.

Los métodos para ventilar un edificio se pueden dividir en mecánicos y naturales.(VENTILACIÓN)

#### **1.6.2.1. VENTILACIÓN MECÁNICA O FORZADA**

<sup>71</sup>La ventilación mecánica se utiliza para controlar la calidad del aire interior del aire con el uso de ventiladores y otros equipos que permiten movilizar el flujo de aire dentro del as edificaciones.

Generalmente los ventiladores son ubicados en techos, pisos, pero en sistemas especiales como en los hospitalarios se utilizan conductos termosellados que permiten extraer o ingresar aire al recinto dependiendo de las necesidades de los mismos. En casos especiales de uso hospitalario se debe considerar la implementación de una etapa de filtrado del nuevo aire para purificar el aire y a fin de evitar el paso de elementos patógenos que deriven en complicaciones de los pacientes internados.

#### **1.6.2.2. VENTILACIÓN NATURAL**

<sup>72</sup>La ventilación natural de un edificio es llevada a cabo con el aire exterior sin el uso de ventiladores u otros equipos mecánicos. Puede ser alcanzado con las ventanas operables cuando los espacios a ventilar son pequeños. En sistemas más complejos el aire caliente dentro del edificio se puede extraer con ventilas que se encuentran en lugares específicas del edificio, así se logra que el aire exterior ingrese y desplace al aire caliente, esta es la opción más ecológica pero no es la más efectiva ya que demanda demasiado tiempo para enfriar la edificación.

#### **1.6.3 TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN**

<sup>73</sup>Una planta de refrigeración se usa para enfriar es decir extraer el calor de un recinto. El componente más importante de toda planta de refrigeración es el enfriador. La función del

---

<sup>71</sup> (VENTILACION FORZADA;VENTILACIONES;VENTILACION)

<sup>72</sup> (ventilacion natural)

<sup>73</sup> (REFRIGERACION)

enfriador se basa en el ciclo termodinámico (Ciclo de Carnot), donde el calor se absorbe por debajo de la temperatura ambiente y se emite a una temperatura más alta.

La diferencia principal entre los tipos más importantes de refrigeradores por compresión de vapor y refrigeradores por absorción es el método de suministro de energía. En refrigeradores por compresión de vapor, la energía principal se suministra completamente mediante el motor eléctrico, mientras que con el refrigerador por absorción tan solo se suministra calor.(REFRIGERACIÓN)

### 1.6.3.1. REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

<sup>74</sup>El refrigerador por compresión de vapor incorpora un compresor (K) con un motor eléctrico, una válvula de expansión (E), así como dos intercambiadores de calor (C, V).

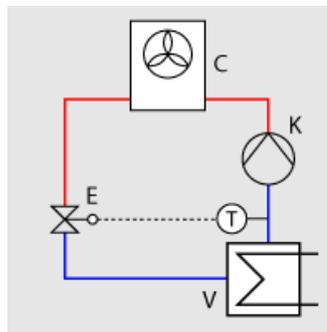


Ilustración 10 Diagrama de un Sistema de Ventilación por compresión de vapor

En el denominado ciclo termodinámico, el compresor primero presuriza el vapor refrigerante. El refrigerante se condensa en el condensador intermedio (C). El líquido refrigerante se despresuriza en la válvula de expansión. En el proceso de expansión, se reduce la presión del refrigerante y se enfría. En el evaporador (V), el refrigerante absorbe el calor aportado desde la zona de enfriamiento. El compresor absorbe de nuevo el refrigerante evaporado y así se completa el ciclo.

El control de la capacidad de enfriamiento se lleva a cabo paso a paso de un modo convencional mediante la desconexión de cilindros y la distribución de la capacidad de enfriamiento entre varios compresores. Se puede lograr una mejora continua de los procesos de control y una reducción de pérdidas mediante un continuo control de la velocidad del motor utilizando convertidores de frecuencia y un cambio del concepto de control.(REFRIGERACIÓN)

---

<sup>74</sup> (REFRIGERACION)

#### **1.6.4 TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO**

<sup>75</sup>Un equipo de aire acondicionado (AC) produce y mantiene condiciones ambientales preseleccionadas dentro de las áreas definidas. Se controla especialmente temperatura, humedad y calidad del aire. Los aparatos de aire acondicionado proporcionan un ambiente acogedor tanto para personas como para animales. En salas de máquinas se establecen las condiciones ambientales requeridas para sistemas y maquinarias. En salas hospitalarias en especial en las de terapia intensiva el aire acondicionado permite el control de la humedad del aire y la temperatura del mismo permitiendo controlar el exceso de temperatura del mismo sobre todo la calidad del aire en base a su temperatura, humedad y concentración de CO<sub>2</sub>.

##### **1.6.4.1. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADOS Y DISTRIBUIDOS**

<sup>76</sup>Existe una diferencia fundamental entre sistemas de aire acondicionado centralizados y distribuidos. Los aparatos de aire acondicionado distribuidos se usan para el control climático de habitaciones individuales, mientras que los sistemas de aire acondicionado centralizados se usan para la calefacción y refrigeración de edificios enteros.

En los sistemas de aire acondicionado centralizados, las funciones técnicas tales como el movimiento del aire, el filtrado, el control de temperatura, la humidificación y el secado se llevan a cabo centralmente en una unidad de suministro y retorno de aire. Los sistemas de aire acondicionado centralizados permiten un tratamiento eficaz del aire desde el punto de vista energético y son independientes tanto del emplazamiento como de las fachadas. Una implementación central significa diseños de construcción más grandes, que permiten la aplicación universal de componentes con pocas pérdidas como ventiladores y recuperadores.

Los motores de turbina, motores de compresor o motores de bomba requieren dispositivos de conmutación y protección, así como dispositivos de circuitos de control. Si son de velocidad controlada, también se usan convertidores de frecuencia.

En motores de velocidad constante, se puede lograr un mejor rendimiento en el arranque usando los arrancadores suaves DS/DM en lugar de un arranque directo o un arranque estrella-triángulo.(AIRE ACONDICIONADO)

---

<sup>75</sup> (AIRE ACONDICIONADO)

<sup>76</sup> (AIRE ACONDICIONADO)

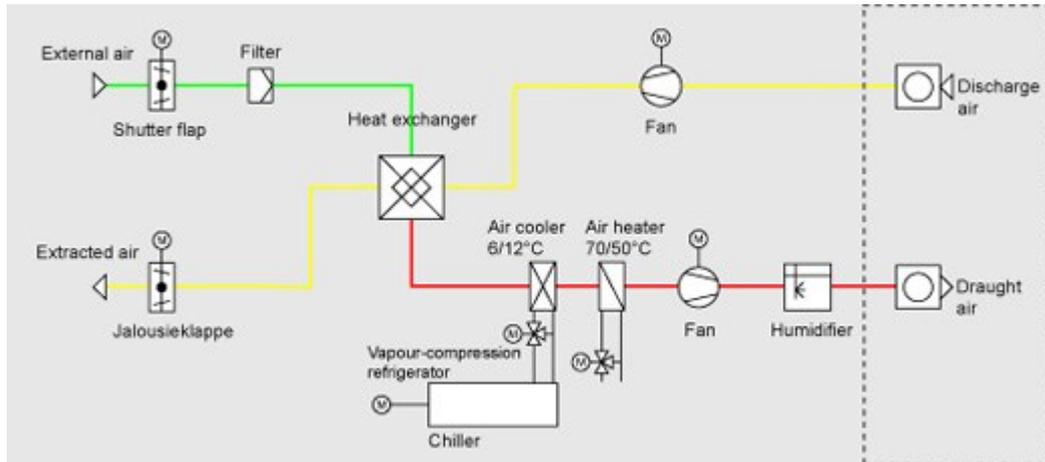


Ilustración 11 Sistema de Aire Acondicionado Centralizado

### 1.6.5 TIPOS DE SISTEMAS DE HUMIDIFICACIÓN

<sup>77</sup>El acondicionamiento de aire o humidificación es la operación unitaria que tiene como objetivo modificar las condiciones de humedad y temperatura de una corriente de aire, por interacción con una corriente de agua. Se transfiere agua y energía calorífica de una a otra corriente.

Esta modificación de la humedad tiene varios beneficios ya que en bajas concentraciones de humedad se producen molestias a la piel y resequedad en conductos respiratorios de las personas, al controlar la humedad también se controla el crecimiento de bacterias y hongos que pueden ser causantes de infecciones y otras enfermedades dentro de los recintos hospitalarios.

#### 1.6.5.1. HUMIDIFICADORES

<sup>78</sup>Los humidificadores distribuyen la humedad en el ambiente, reduciendo el aire seco. El mantener un nivel de humedad adecuado supone el reducir el polvo, mitigar los efectos del aire seco y los síntomas de la fiebre que puedan presentar los pacientes, así como la sequedad de piel y de ojos, la tos y la irritación de garganta, ayuda a respirar mejor y a dormir de forma más placentera lo que mejora notablemente el confort del paciente, y reduce la electricidad estática permitiendo un mejor desempeño de los equipos electrónicos que se encuentran en la sala de cuidados intensivos.

<sup>77</sup> (DESHUMIDIFICADORES;DESHUMIDIFICACION;HUMEDAD)

<sup>78</sup> (DESHUMIDIFICADORES;DESHUMIDIFICACION)

Otro beneficio implícito dentro del mantener un nivel adecuado de humedad es que al ser más húmedo el aire es más cálido lo que ayuda en el proceso de calefacción.

### **1.6.5.2. DESHUMIDIFICADORES**

<sup>79</sup>El exceso de humedad supone más que una simple incomodidad.

La humedad excesiva favorece la aparición de moho y ácaros del polvo así como de otras bacterias nocivas dentro de un ambiente hospitalario. Los aparatos de aire acondicionado deshumidifican el aire de forma parcial, pero a menudo no es suficiente. Los deshumidificadores trabajan solos o como complemento del aire acondicionado para controlar la humedad en las habitaciones más susceptibles a los efectos dañinos del exceso: baños, cocinas y sótanos y en nuestro caso particular en las sala de cuidados intensivos y en otros ambientes hospitalarios críticos por su asepsia.

Los deshumidificadores funcionan como el aire acondicionado que tiene opción de frío y calor en el mismo aparato. Un ventilador absorbe el aire húmedo de la habitación hacia una bobina de frío para condensar la humedad y retener el agua del aire. Después, el aire pasa por una bobina de calor para calentarlo hasta su temperatura original y vuelve a distribuirse por la habitación.

### **1.6.5.3. TIPOS DE HUMIDIFICADORES**

Hay cuatro tipos básicos de humidificadores: de vapor frío, de vapor caliente, ultrasónico y vaporizadores.

#### **1.6.5.3.1. HUMIDIFICADORES DE VAPOR FRÍO**

<sup>80</sup>Dispersan de manera suave un vapor frío e invisible por el aire. El sistema atrae el aire seco, que pasa a través de un filtro con una mecha saturada. Un ventilador evapora la humedad en el aire mientras los sedimentos, minerales y otras impurezas quedan atrapados en el filtro. El resultado es un vapor limpio, puro y refrescante. Estos humidificadores seguros son efectivos en habitaciones grandes, y el vapor frío y refrescante es reconfortante en climas áridos.

---

<sup>79</sup> (DESHUMIDIFICADORES;DESHUMIDIFICACION)

<sup>80</sup> (HUMIDIFICADORES)

#### **1.6.5.3.2. HUMIDIFICADORES DE VAPOR CALIENTE**

<sup>81</sup>Producen un vapor cálido, relajante y visible para que los fríos meses de invierno sean más agradables. Un suave proceso de calentamiento atrapa las impurezas liberando un vapor cálido y limpio en el aire. Muchos modelos incluyen una tecnología con humidistato y vasos que dispersan los inhalantes.

#### **1.6.5.3.3. HUMIDIFICADORES ULTRASÓNICOS**

<sup>82</sup>A través de procedimientos mecánicos, eléctricos o de aire comprimido, se produce una pulverización del agua en pequeñísimas partículas (micrones) que se evaporan en el ambiente.

Producen un vapor más fino y ligero que dispersa de forma rápida la humedad en la habitación. En estos humidificadores, un transductor hace vibrar el agua a velocidad ultrasónica para descomponerla, dando como resultado un vapor frío puro, refrescante y visible. Los modelos ultrasónicos son silenciosos, refrescantes y necesitan poco mantenimiento.

#### **1.6.5.3.4. LOS VAPORIZADORES**

<sup>83</sup>En los humidificadores de vapor, se utiliza la energía eléctrica para producir el vapor de agua en estado gaseoso, el cual se mezcla con el aire sin ninguna dificultad. Durante el proceso de humidificación isotérmico, la temperatura se mantiene constante. Los humidificadores de vapor producen vapor estéril, por lo que están indicados para ambientes "puros": hospitales, quirófanos, laboratorios, museos, etc.

Producen un vapor cálido y relajante mediante un proceso de ebullición que elimina las impurezas del agua antes de dispersar una humedad limpia y fresca por el aire. Los vaporizadores son compactos y rentables.

#### **1.6.5.3.5. HUMIDIFICADORES ADIABÁTICOS**

<sup>84</sup>Son aquellos que para producir el vapor de agua necesario para la humidificación, utilizan calor contenido en el mismo aire a humidificar. Se caracterizan por un bajo

---

<sup>81</sup> (HUMIDIFICADORES)

<sup>82</sup> (HUMIDIFICADORES)

<sup>83</sup> (HUMIDIFICADORES)

<sup>84</sup> (DESHUMIDIFICACION; HUMIDIFICADORES ADIABATICOS)

consumo de energía y por provocar un ligero descenso de temperatura del ambiente que se humidifica.

#### **1.6.5.4. TIPOS DE DESHUMIDIFICADORES**

##### **1.6.5.4.1. DESHUMIDIFICACIÓN POR ENFRIAMIENTO**

<sup>85</sup>El aire puede deshumidificarse con sistemas de aire acondicionado convencionales de compresión de vapor. Estos enfrían al aire a una presión constante hasta una temperatura abajo de la temperatura del punto de rocío, ocurre que se condensa parte del vapor de agua presente en el aire. Este tipo de deshumidificación es el más utilizado en los equipos de aire acondicionado comercial y residencial. Para realizar este proceso el evaporador, del sistema de compresión de vapor, debe operar a una temperatura más baja que la que es requerida para extraer la carga de calor sensible de enfriamiento del espacio acondicionado, esto hace que el sistema tenga bajos coeficientes de operación (COP). Además, algunas veces es necesario recalentar el aire para evitar un excesivo enfriamiento sensible del espacio acondicionado

##### **1.6.5.4.2. DESHUMIDIFICACIÓN POR INCREMENTO DE LA PRESIÓN**

<sup>86</sup>En este proceso la deshumidificación ocurre cuando se comprime el aire atmosférico hasta lograr la condensación del vapor de agua contenido en él.

##### **1.6.5.4.3. DESHUMIDIFICACIÓN POR DESECANTES**

<sup>87</sup>En el caso de la deshumidificación con desecantes no es un proceso de enfriamiento propiamente dicho, se considera que es opuesto a un enfriamiento evaporativo. Antes de describir el proceso es conveniente definir ciertos conceptos que permitan entender, sin confusiones, el proceso de deshumidificación por desecantes.

---

<sup>85</sup> (Sanchez R and UNIVERSIDAD DE CAMPECHE)

<sup>86</sup> (Sanchez R and UNIVERSIDAD DE CAMPECHE)

<sup>87</sup> (Sanchez R and UNIVERSIDAD DE CAMPECHE)

### **1.6.6 TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

<sup>88</sup>El suministro de energía eléctrica incorpora todos los sistemas eléctricos necesarios para el transporte, la protección y la distribución de las cargas eléctricas (de un edificio). Se ha de diferenciar entre cuadros de distribución y sistemas de canalización eléctrica prefabricada.

Los cuadros de distribución de hoy en día son significativamente superiores en su gama de funciones a los sistemas y conexiones de canalización eléctrica prefabricada. Distribución, conmutación, protección, monitorización, control y regulación son funciones importantes, provistas por cuadros de distribución en varias versiones de montaje e instalaciones destinadas a atender todas las demandas del consumidor.

La conexión de canalización eléctrica prefabricada posee ventajas significativas en términos de un transporte de energía simple y protegido contra cortocircuitos y en el volumen aprovechable de distribución eléctrica con el que se ahorra espacio. Otros beneficios incluyen ventajas sobre el cableado tales como un ahorro significativo en energía combustible y la reducción de campos magnéticos, lo que tiene especial importancia en edificios de oficinas con muchos ordenadores.

En las unidades de canalización eléctrica sin derivación de hoy en día, no solo es posible llevar a cabo funciones de protección, sino también un rango limitado de tareas de control y monitorización.(DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA)

### **1.6.7 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL DE CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub>**

<sup>89</sup>Clásicamente, a la hora de controlar o medir la calidad del aire en alguna aplicación se ha medido la humedad relativa y especialmente la temperatura, si bien actualmente el CO<sub>2</sub> es un parámetro que está tomando relevancia el campo de la evaluación del confort humano y calidad del aire a través del control de la ventilación y el acondicionamiento del aire (HVAC).

Para medir este parámetro (CO<sub>2</sub>) el principio tecnológico se basa en la absorción de luz. El sensor contiene un emisor y un receptor de luz, que mandan y reciben un haz con la longitud de onda de absorción de CO<sub>2</sub> y este haz se ve atenuado (diferencia entre lo

---

<sup>88</sup> (DISTRIBUCION ELECTRICA)

<sup>89</sup> (CO<sub>2</sub>)

emitido y lo recibido) de manera proporcional a la cantidad de CO<sub>2</sub> presente en el aire o mezcla de gases que se está analizando.

Para poder controlar la cantidad de CO<sub>2</sub> que ingresa y que ya se encuentra en la sala de UCI se puede tener dos etapas.

La primera etapa es el eliminar la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> del aire que va a ingresar a la UCI por medio del filtrado del aire exterior.

La segunda etapa es cuando ya se encuentra una concentración de CO<sub>2</sub> considerable dentro de la UCI, para depurar esta concentración se realiza un cambio de aire es decir se ejecuta el sistema de ventilación principal del HVAC.

#### **1.6.7.1 FILTROS DE AIRE**

<sup>90</sup>Los filtros de aire se encuentran en la mayoría de sistemas de flujo de aire forzado (HVAC).

La eficacia de los filtros de aire en tales sistemas influye de forma significativa en la calidad del aire en el interior.

<sup>91</sup>Las etapas de filtración y bancos de filtros tienen como propósito evitar la entrada de partículas de tamaños diversos que pueden incidir negativamente en la calidad del aire. Cada filtro tiene una eficiencia de filtración en particular que va desde el 5% o 10% hasta el 99,97% e incluso el 99.99% de eficiencia.

#### **1.6.7.2 TIPOS DE FILTROS DE AIRE**

<sup>92</sup>Los filtros son indispensables para el buen funcionamiento de los equipos de climatización, así como para purificar el aire. Han evolucionado a lo largo del tiempo y su variedad es muy amplia. Sus beneficios van desde la protección básica hasta los más sofisticados, con tratamiento antimoho y antibacteriano, o sirven incluso para cuidar la piel.

---

<sup>90</sup> (FILTROS1;FILTROS2)

<sup>91</sup> (FILTROS3;FILTROS4)

<sup>92</sup> (FILTROS5;FILTROS6)

### 1.6.7.2.1. FILTRO DE POLIÉSTER

<sup>93</sup>Es un filtro construido con media filtrante de fibra de vidrio o poliéster, cuya densidad se encuentra más concentrada hacia la salida del aire. Esta característica permite que la media filtrante se sature totalmente, debido a que las partículas de polvo menores no son retenidas a la salida, brindando una eficiencia de 25 a 30%. Se fabrica en marco metálico, tanto frontal como posterior, a su vez se encuentra reforzados con un tirante fijo. Dentro de esta estructura se aloja la media filtrante de poliéster de alta densidad.

Se utiliza en hospitales, Hoteles, Restaurantes y en la industria automotriz.

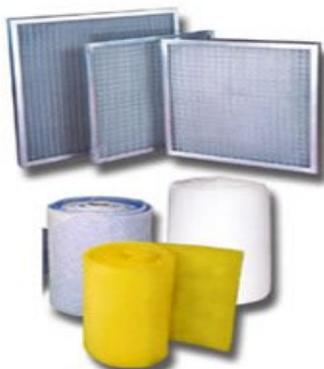


Ilustración 12 Filtro de Poliéster

### 1.6.7.2.2. FILTROS DE SUPERFICIE EXTENDIDA

<sup>94</sup>Estos filtros están diseñados para usarse en áreas donde se requieren altos niveles de aire limpio, manejan hasta un 95% de eficiencia de filtración. Cada filtro consiste en una serie de bolsas individuales firmemente instaladas en un marco rígido. Cada filtro se sostiene por sí mismo y no necesita soportes adicionales.

Usado en hospitales, laboratorios hasta complejos de oficinas y plantas industriales.



Ilustración 13 Filtro de superficie extendida

---

<sup>93</sup> (FILTROS4)

<sup>94</sup> (FILTROS4)

### **1.6.7.2.3. FILTROS HEPA**

<sup>95</sup>Es un filtro con separador de resina termoplástico que sustituye a los separadores de aluminio en los filtros de alta eficiencia. La media filtrante de fibra permite obtener un filtro de alta capacidad y baja resistencia al flujo de aire, eficiencia del 99.99% y con capacidad de manejar hasta 2000cfm.

Es un filtro retardante al fuego, con cuerpo de acero galvanizado, sello de poliuretano y repelente al agua, lo que indica que puede trabajar en ambientes de hasta el 100% de humedad relativa y una temperatura máxima de 70 °C.

Usado en hospitales, laboratorios y salas limpias y de cuidados intensivos.



Ilustración 14 Filtro HEPA

### **1.6.7.2.4. ESTÁNDAR.**

<sup>96</sup>Los filtros más básicos, mecánicos, cuentan con una microrrejilla de plástico que captura las partículas de mayor dimensión. Hay que limpiarlos y sustituirlos periódicamente.

### **1.6.7.2.5. ELECTROSTÁTICOS.**

<sup>97</sup>Atrapan las partículas contaminantes, cargadas de electricidad negativa. Son muy eficientes para eliminar los alérgenos y el polvo en suspensión. Son lavables y no hace falta reemplazarlos.

---

<sup>95</sup> (FILTROS4;FILTROS7)

<sup>96</sup> (FILTROS8)

<sup>97</sup> (FILTROS8)

#### **1.6.7.2.6. DE CARBÓN ACTIVO.**

<sup>98</sup>Absorben muchos gases orgánicos causantes de malos olores y también el humo. Los más eficaces también esterilizan el aire. Tienen una duración limitada.

#### **1.6.7.2.7. FOTOCATALÍTICOS**

<sup>99</sup>Constan de partículas químicas que se recargan al sol cuando están saturadas. Es necesario sacar el filtro al exterior y se limpia gracias a la luz solar.

#### **1.6.7.2.8. DE PLASMA O NEOPLASMA.**

<sup>100</sup>Son los filtros que incorporan la tecnología más avanzada. Son capaces de purificar y desodorizar el aire y están especialmente indicados para personas con alergias o asma.

### **1.6.8 TIPOS DE SISTEMAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO**

La contaminación sonora se pronuncia como una de las causas más comunes de estrés entre los pacientes hospitalarios ya que inciden en su recuperación y en su estado psicológico.

<sup>101</sup> En salas de UCI especiales como la de pacientes neonatales y pediátricos, estudios sobre calidad y riesgos asociados al ingreso de una unidad asistencial médica establecen una relación entre el aumento de la morbilidad y mortalidad del paciente, como un cambio en la calidad de vida posterior a la salida. Dentro de los servicios de un centro de salud, la atención de neonatos en las unidades de cuidado intensivo neonatal (UCIN) denota gran relevancia, requiriendo condiciones especiales para el cuidado del neonato, como el nivel de luz, temperatura, humedad, ausencia de niveles de ruido, etc., estableciendo un ambiente tranquilo y adecuado para su recuperación; sin embargo, el ruido y la luminosidad generan un interés en los investigadores, por la relación existente entre sus niveles y el desarrollo fisiológico, neurológico y motriz del neonato, generando efectos adversos como el mal desarrollo de las respuestas a estímulos, deterioro del sistema nervioso, e incluso una disminución en la capacidad auditiva.

---

<sup>98</sup> (FILTROS8)

<sup>99</sup> (FILTROS8)

<sup>100</sup> (FILTROS8)

<sup>101</sup> (NIVELES DE RUIDO EN LA UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL "(CIRENA)" DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE, CALI, COLOMBIA;ÍNDICE DE RUIDO EN LA UNIDAD NEONATAL. SU IMPACTO EN RECIEN NACIDOS;EVALUACION DE NIVELES DE RUIDO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL)

El ruido que se encuentra en las sala de cuidados intensivos proviene de dos fuentes una externa que se enfoca en los sonidos que se producen fuera de la UCI por vehículos, personas, etc. y otra interna proveniente de los equipos que funcionan dentro la UCI así como por el personal que labora en la misma.

Es posible contrarrestar los sonidos de fuentes externas con la utilización de aislamientos acústicos en paredes, puertas y ventanas que rodean a la UCI.

Para los sonidos producidos internamente en la UCI se han dictado protocolos para que el personal que labora en la sala no utilice tonos de voz alta y se mantiene un programa de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos para evitar sonidos incómodos y malos funcionamientos.

La cantidad de materiales para insonorización es infinita, a continuación se presentan cuatro tipos de aislamientos acústicos usados en hospitales a nivel de la unión europea

#### 1.6.8.1. IMPACTODAN

<sup>102</sup>Aísla las estructuras de forma sencilla con una protección entre 50dbA (ruido aéreo) y 60dbA (ruido por impacto).

Esta fibra sintética viene en forma de rodillos, con los que se deberá forrar toda estructura que sirva de frontera para la sala de UCI, techos pisos, paredes y puertas.

Espesor (mm)	Dimensiones rollo (m)	Ø rollos (m)	Conductividad $\lambda$ (w/m.°C)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	$\Delta Lw$	Rigidez dinámica (Mn/m <sup>2</sup> )	Resistencia a compresión (Kpa)
5	2 x 15	0,33	0,040	> 25	21 dB	> 9,0	> 20 %
	2 x 50	0,60				80	
10	2 x 25	0,60					

Tabla 1 Características Técnicas de aislante acústico IMPACTODAN

www.DANOSA.com

#### 1.6.8.2. DANOFON

<sup>103</sup>Protección a 50dbA (ruido aéreo). Esta fibra es ideal para recubrimiento de estructuras ya construidas pues tiene gran adherencia y permite un gran filtraje del ruido externo.

<sup>102</sup> (MANUAL DE SOLUCIONES PARA AISLAMIENTO ACUSTICO. DANOSA;FOLLETO DE ACUSTICA.DANOSA)

<sup>103</sup> (MANUAL DE SOLUCIONES PARA AISLAMIENTO ACUSTICO. DANOSA;FOLLETO DE ACUSTICA.DANOSA)

Esesor (mm)	Dimensiones rollo (m)	m <sup>2</sup> /palet	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	R	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> .°C/w)	Desgarro clavo (kN/m)	Resistencia al flujo de aire de la manta (Kpa . s/m <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción transversal (N/5 cm)	Estabilidad dimensional (%)
28	6 x 1	54	8	63 dBA	0,77	> 370	33	280	0

Tabla 2 Características Técnicas de aislante acústico DANOFON

www.DANOSA.com

### 1.6.8.3. FONODAN

<sup>104</sup>Protección a 3dbA presenta uno de los mayores aislamientos acústicos ampliamente utilizada en salas de cuidados intensivos neonatales y pediátricos ya que también permite un aislamiento térmico extra al aislamiento acústico.

Esesor (mm)	Dimensiones rollo	Rollos/caja	ΔRw
3,9 mm	46 mm x 10 m	7	> 3

Tabla 3 Características técnicas de aislante acústico FONODAN

www.DANOSA.com

### 1.6.8.4. FONODAN BJ

Protección a 17dbA. Fibra de aislamiento acústico que reduce filtraciones acústicas por conversaciones y ruido ambiental, usada en el recubrimiento de tuberías para el aislamiento acústico.

Nombre comercial	Descripción	Esesor (mm)	Dimensiones del rollo	Rollos/palet
<b>FONODAN BJ</b>	Banda autoadhesiva para forrar las bajantes	3,9	42 cm x 10 m	32
<b>BANDA REFUERZO CODO</b>	Banda para reforzar el codo y entronques de las bajantes	3,9	13,2 cm x 10 m	4
<b>BANDA REFUERZO PULPO</b>	Banda para forrar tuberías descolgadas y tubo sifónico	3,9	6,6 cm x 10 m	8

Tabla 4 Características de aislante acústico FONODAN BJ

<sup>104</sup> (MANUAL DE SOLUCIONES PARA AISLAMIENTO ACUSTICO. DANOSA;FOLLETO DE ACUSTICA.DANOSA)

## **CAPÍTULO II**

### **ESTABLECIMIENTO DE LOS RANGOS DE LAS VARIABLES Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA HVAC PARA LA SALA DE UCI**

<sup>105</sup>La misión de los cuidados médicos intensivos es evitar y disminuir las perturbaciones de las funciones vitales que puedan poner en peligro la vida del paciente. Entre estas se encuentran irregularidades en la respiración, circulación sanguínea, infecciones, funcionamiento del corazón y de los órganos vitales. Entre las tareas de los cuidados intensivos se encuentran tanto la supervisión y tratamiento de las funciones vitales como el cuidado de los pacientes. Para los pacientes con parálisis, quemaduras y perturbaciones psíquicas se necesitan medidas constructivas y medicinas organizativas especiales que difieren de los cuidados intensivos más usuales.

La organización de los cuidados intensivos se realiza en función de las diferentes disciplinas médicas, como neurocirugía, cirugía del tórax y el corazón, trasplantes y neurología, o según campos que abarcan varias especialidades quirúrgicas y de medicina concreta, se suele establecer una división entre cirugía y medicina interna.

La unidad de cuidados intensivos dentro sus funcionalidades comprende: esclusa, recepción y administración, vigilancia, tratamiento, funciones auxiliares y servicio de personal. La esclusa tiene como misión proteger de bacterias a los pacientes en estados graves o muy debilitados, y proteger a otras zonas del hospital de posibles infecciones procedentes de esta unidad. La recepción es diseñada de forma que se pueda controlar la llegada de pacientes y allegados, el flujo de material y aparatos, así como el funcionamiento de la unidad.

El número de pacientes por unidad está comprendido entre 6 y 10 aunque eso más depende de la capacidad que se prevea para cada hospital, aunque se deberá evitar una sobrecarga excesiva del personal médico y sanitario y para garantizar a los pacientes la mejor asistencia posible. En cada unidad se incluye un puesto para enfermeras, un puesto de trabajo limpio (preparación de medicamentos e infusiones), un cuarto para material y otro para aparatos.

---

<sup>105</sup> (Ernst Neufert)

Las camas pueden colocarse según una disposición abierta, cerrada o combinada. Las disposiciones abiertas necesitan una sala de gran superficie. Desde el puesto de enfermeras se han de poder ver todas las camas y se establece una separación óptica entre los pacientes mediante mamparas a media altura, fácilmente desplazables. En las disposiciones cerradas los pacientes están separados espacialmente. En este caso también han de ser visibles desde el puesto de enfermeras. Tanto desde un punto de vista higiénico como psicológico son preferibles las disposiciones cerradas. En ocasiones una UCI puede contar con funciones auxiliares como: quirófano para pequeñas intervenciones (25 – 30 m<sup>2</sup>), puesto de laboratorio, pequeña cocina, esterilización (20m<sup>2</sup>), cuarto para material aséptico, cuarto de trabajo séptico, cuarto de limpieza, sala de espera para familiares, cuarto para los médicos, cuarto de archivo, aseos y una sala de entrevistas.

La unidad de cuidados intensivos ha de ser autónoma desde el punto de vista tecnológico médico. En cada cama se prevén conexiones para oxígeno, aire a presión y vacío, aire medicinal. Además de enchufes eléctricos de tensión normal, conexiones de alta y baja tensión o con tensiones especiales para los equipos especiales.

La unidad por lo general está en las proximidades de los quirófanos, así como de las unidades de ingresos y de emergencias y el banco de sangre para reducir los tiempos de traslado del personal de una unidad a otra en casos de emergencias.

Todas estas consideraciones arquitectónicas como materiales y áreas de construcción deben ser tomadas en cuenta al momento de dimensionar los equipos para los sistemas HVAC ya que en función de ellas se podrá realizar el dimensionamiento adecuado de los equipos que conformaran cada subsistema del complejo HVAC.

## 2.1 COMPARACIÓN ENTRE LOS HOSPITALES REFERENCIALES

### SALAS DE CUIDADOS INTENSIVOS PARA ADULTOS

AREA DE UCI ADULTOS	HOSPITALES REFERENCIALES		
	ESPECIALIDADES "EUGENIO ESPEJO"	HOSPITAL IESS AMBATO	DISTRITAL DE BOGOTA
Sala de Espera 15 visitantes	SI	NO	SI
Baño-vestidor visitantes	SI	SI	SI
Baño-vestidor personal	SI	SI	SI
Sala de estar de personal	SI	SI	SI
Oficina Jefe de unidad	SI	SI	SI
Sala de Juntas o Docencia	SI	SI	SI
Estacionamiento de camillas	SI	NO	SI
Lavamanos quirurgico	SI	SI	SI
Cubiculos de Hospitalizacion	SI	SI	SI
Numero de cubiculos de hospitalizacion	21	9	15
Estacion de enfermeras	SI	SI	SI
Atencion e Informacion	SI	SI	SI
Baño-vestidor de enfermeras	SI	SI	SI
Trabajo Sucio	SI	SI	SI
Trabajo Limpio	SI	SI	SI
Deposito de Medicinas	SI	SI	SI
Lavado de patos	SI	SI	SI
Baño multiple pacientes	SI	SI	SI
Estacionamiento carro de paro	SI	NO	SI
Sala de procedimientos	SI	NO	SI
Cuarto de aseo	SI	SI	SI
Deposito de ropa limpia	SI	SI	SI
Deposito de ropa sucia	SI	SI	SI
Descanso de enfermeras de turno	SI	SI	SI
Dormitorio de medicos de turno con baño	SI	SI	SI
Rx portatil	SI	NO	SI
Deposito de equipos	SI	NO	SI
Lavado de equipos	SI	SI	SI
Cuarto de CPU	SI	NO	SI

Tabla 5 Comparativa entre las UCI de Adultos de los Hospitales Referenciales

## SALAS DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

AREA DE UCI NEONATAL	HOSPITALES REFERENCIALES		
	HOSPITAL DE ESPECIALIDADE	HOSPITAL IESS AMBATO	HOSPITAL DISTRITAL DE BOGOTA
Sala de espera 10 visitantes	SI	NO	SI
Baño-vestidor visitantes	SI	SI	SI
Baño-vestidor personal	SI	SI	SI
Sala de estar de personal	SI	SI	SI
Oficina de jefe de unidad	SI	SI	SI
Sala de juntas o docencia	SI	SI	SI
Estacionamiento de incubadoras de transporte	SI	NO	SI
Lavamanos quirurgico	SI	SI	SI
Sala de cuidado basico 16 incubadoras 6mt2 c/u	SI	NO	SI
Sala de cuidado intermedio 9 incubadoras 6 mt2 c/u	SI	NO	SI
Sala de cuidado intensivo 9 incubadoras 6mt2 c/u	SI	NO	SI
Sala de aislado 1 incubadora 6 mt2 c/u	SI	SI	SI
Sala de madres con baño completo	SI	SI	SI
Estacion de enfermeras	SI	SI	SI
Atencion e Informacion	SI	SI	SI
Baño-vestidor de enfermeras	SI	SI	SI
Trabajo sucio	SI	SI	SI
Trabajo limpio	SI	SI	SI
Deposito de Medicinas	SI	SI	SI
Cuarto de teteros	SI	NO	SI
Cuarto de aseo	SI	SI	SI
Deposito de ropa limpia	SI	SI	SI
Deposito de ropa sucia	SI	SI	SI
Descanso de enfermeras de turno	SI	SI	SI
Dormitorio de medico de turno con baño	SI	SI	SI
Deposito de equipos	SI	NO	SI
Lavado de equipos	SI	SI	SI
Cuarto de CPU	SI	NO	SI

Tabla 6 Comparativa entre UCI Neonatal y Pediátrica de los Hospitales Referenciales

## **2.2 ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES PARA VARIABLES CRÍTICAS DEL SISTEMA HVAC PARA LA SALA DE UCI**

Para poder establecer los estándares de las variables críticas del sistema HVAC se han tomado las recomendaciones de la <sup>106</sup>Intensive Care Society, las Normas de Organización y Funcionamiento en Terapia Intensiva del Ministerio de Salud de la República de Argentina, así como el criterio de médicos intensivistas de los hospitales de la zona central del país, referentes a los cuales deberán representar los rangos entre los cuales deberán oscilar las variables críticas del sistema para poder ofrecer adecuadas condiciones de asepsia y de confort dentro de la sala de cuidados intensivos, así como también el evitar deterioro en los equipos electrónicos de monitoreo y control del paciente que se encuentran dentro de la misma.

Es así que los rangos establecidos de las variables críticas establecidos son:

VARIABLE CRÍTICA	VALOR NORMAL	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Temperatura	20 °C	16 °C	27 °C
Humedad	60 %HR	25 %HR	95 %HR
Concentración de CO2 (pureza del aire)	350	0 (Ideal) 200 sugerido	400
Circulación de aire	4 ventilaciones por hora (cada 15 minutos)	3 ventilaciones por hora (cada 20 minutos)	15 ventilaciones por hora (cada 4 minutos)
Sonido	Presión máxima sonora	35 db	

Tabla 7 Rangos de valores de las Variables Críticas

<sup>106</sup> (NORMAS ARGENTINAS;JG INGENIEROS;MINISTERIO DE SALUD DE LA REPUBLICA DE ARGENTINA 12-13;THE INTENSIVE CARE SOCIETY)

## 2.3 EQUIPOS DE CONTROL DE CALEFACCIÓN

### 2.3.1. CARGAS DE CALEFACCIÓN PARA LA SALA DE UCI

Para poder seleccionar el equipo con el cual se va a controlar la temperatura de la sala de cuidados intensivos, se calcula cual es la carga y el espacio que debe calentar dicho equipo, para lo cual se considera una extensión de la sala de UCI, para esta selección se ha tomado como referencias a los hospitales: “Hospital IESS Ambato” como referencia local, Hospital de Especialidades “Eugenio Espejo” como referencia de la región norte del país en su publicación <sup>107</sup>“Guía para el Diseño Arquitectónico de Unidades de Cuidados Intensivos e Intermedios de la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá en la República de Colombia”.

Para áreas y planos de cada hospital refiérase al anexo 2.

HOSPITALES REFERENCIALES			
	HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “EUGENIO ESPEJO”	HOSPITAL “IESS AMBATO”	HOSPITAL “DISTRITAL DE BOGOTÁ”
ÁREA (m <sup>2</sup> )	1095,0000	675,4172	265,9400
CARGA POR TRANSMISIÓN (Kw)	18,9190	23,1811	9,0415
CARGA POR INFILTRACIÓN (Kw)	0,0197	0,0289	0,0289
CARGA TOTAL (Kw)	21,3826	26,0810	10,5275

Tabla 8 Cargas para el sistema de calefacción por hospitales

Para cálculos refiérase al anexo 1

<sup>107</sup> (SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD D.C)

## **2.3.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CALEFACCIÓN**

Luego de haber realizado los cálculos necesarios y tener en consideración los diferentes tipos de sistemas de calefacción se ha seleccionado el sistema de Calefacción por Suelo Radiante eléctrico, la explicación exacta de este sistema y las ventajas que presenta para nuestra necesidad se presenta a continuación:

### **2.3.2.1. CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE ELÉCTRICO**

<sup>108</sup>EL sistema: Consiste en convertir todo el suelo en un gran panel emisor de calor (25 °C a 29 °C) radiante a baja temperatura. Un elemento calefactor integrado bajo el pavimento, sirve como fuente de calor perfectamente controlado por un termostato u otro elemento de control de ambiente que mantiene la temperatura que previamente se haya seleccionado en el mismo.

La radiación emitida por este panel incide sobre los cuerpos sólidos (paredes, techos, suelos, muebles, personas, etc.) aumentando su temperatura. El aire, al ser permeable a la radiación, adquiere temperatura por contacto con los cuerpos sólidos que, previamente, se han calentado. Para un mayor nivel de confort, tiene mayor importancia la temperatura de estos cuerpos que la del aire ambiente. Por otra parte, la temperatura moderada del aire afecta menos a la humedad relativa, que es un factor importante de bienestar. Además al coincidir prácticamente la superficie radiante con la de la estancia, la uniformidad de temperatura es perfecta. La calefacción por suelo radiante es el sistema que alcanza mayores cotas de confort y bienestar.

<sup>109</sup>La calefacción radiante eléctrica (cables o folios calefactores) se basa en la utilización de la energía eléctrica en su forma más racional, es decir, acumulación natural.

Por las características de su instalación, la emisión de calor se produce por radiación, el procedimiento por excelencia que no precisa ningún medio de transmisión.

Consiste en la instalación de un elemento calefactor, resistencia de baja temperatura, integrada en la masa del mortero, de recocado y solado. El suelo de las estancias calefactadas se convierten en amplias superficies radiantes a baja temperatura inferior a 30°, calor natural.

---

<sup>108</sup> (SUELO RADIANTE;SUELO RADIANTE2)

<sup>109</sup> (SUELO RADIANTE3)

## VENTAJAS

- **DISTRIBUCIÓN IDEAL DE LA TEMPERATURA**

<sup>110</sup>Para las personas, existe una distribución ideal de la temperatura en un recinto. Es conveniente conseguir una mayor temperatura en el suelo que en el techo ya que el calor en los pies produce bienestar, mientras que un fuerte calor al nivel de la cabeza se traduce en, malestar, <sup>111</sup>el calor se mantiene abajo donde está la gente, y no en el techo, o perdiéndose cada vez que alguien abre una ventana o una puerta

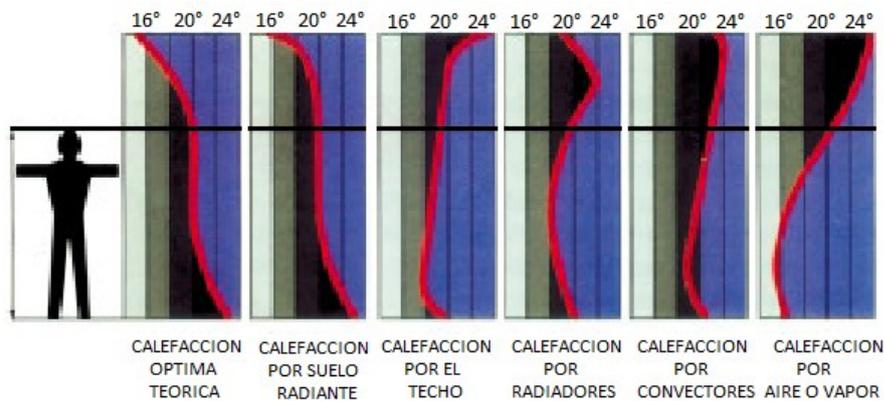


Ilustración 15 Comparación entre los diferentes sistemas de calefacción

Cortesía Industrial BLANSOL S.A España.

<sup>112</sup>En esta gráfica de distribución de temperatura, se aprecia perfectamente que el suelo radiante es el sistema que más se acerca a la calefacción ideal, en los otros tipos de calefacción, la temperatura del suelo es inferior a la del techo, lo que provoca una acumulación del calor donde menos se necesita.

Con este sistema se tendrá la misma temperatura en toda la sala, evitando zonas de excesivo calor, y zonas eventualmente frías.

<sup>113</sup>El suelo radiante brinda confort a baja velocidad de aire (1,5 m/s) porque calefacciona por radiación sin levantar polvo ni microorganismos generando un clima radiante. No seca el aire ni las mucosas nasales, y mantiene los pies calientes mientras se respira aire fresco. Por todo esto, es el sistema recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

---

<sup>110</sup> (SUELO RADIANTE4)

<sup>111</sup> (SUELO RADIANTE5)

<sup>112</sup> (SUELO RADIANTE6)

<sup>113</sup> (SUELO RADIANTE7)

El agradable y uniforme calor de la sala y el suelo asegura un ambiente sano y limpio, sin acumulación del polvillo quemado, sin turbulencias de aire y sin reseca el ambiente. Por esto, el suelo radiante está especialmente recomendado para hospitales en especial para las salas de quirófanos, y cuidados intensivos en todas sus categorías por la OMS (Organización Mundial de la Salud).

En un suelo templado y seco no suelen subsistir alérgenos. Estos microbios necesitan humedad

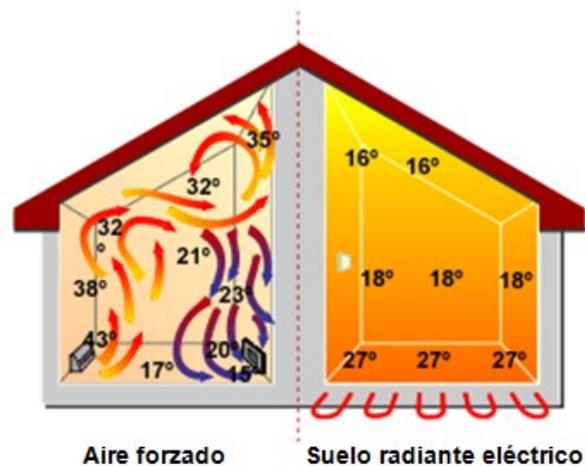


Ilustración 16 Comparación de distribución de calor y aire entre sistemas de aire forzado y sistemas de suelo radiante

Cortesía de Elementos Calefactores S.A España. [www.Sueloradiante.com](http://www.Sueloradiante.com)

<sup>114</sup>La distribución de temperaturas que se consigue en la sala, manteniendo una mayor temperatura a nivel del suelo y descendiendo ésta con la altura. De esta manera no se desaprovecha energía calentando innecesariamente la parte alta de la estancia. Esto significa que el suelo radiante también es un sistema muy adecuado para el calentamiento de locales altos

- **NO OCUPA ESPACIO ÚTIL**

<sup>115</sup>No tiene radiadores, tubos, ni aparatos que ocupen espacio, no existen depósitos para combustible, No necesita sala de calderas, No necesita espacio para chimeneas.

<sup>114</sup> (SUELO RADIANTE7)

<sup>115</sup> (SUELO RADIANTE8;SUELO RADIANTE9)

- **SEGURIDAD**

<sup>116</sup>Seguridad máxima al no utilizar productos tóxicos ni inflamables, ni consumo de oxígeno.

Es un sistema de alta seguridad al incorporar termostatos, limitadores de temperatura y equipos de protección eléctrica (puesta a tierra, diferenciales y fusibles). Además no necesita depósitos, tanques o elementos susceptibles de escapes o filtraciones. Es decir no existe riesgo de explosión.

- **REGULACIÓN Y CONTROL**

<sup>117</sup>Debido a la amplia gama de termostatos y programadores que se pueden utilizar, el sistema permite unas automatizaciones y programaciones muy ajustadas y sensibles lo que permite una automatización sencilla.

- **GRAN RENDIMIENTO**

<sup>118</sup>Tiene un rendimiento muy próximo a la unidad, en la mayoría de los casos, lo que hace que se aproveche toda la energía eléctrica que se consume.

- **MANTENIMIENTO**

Mantenimiento nulo. Su constitución es tan simple que no lo necesita.

- **LIMPIEZA**

<sup>119</sup>Por la ausencia de combustible, no existen los obligados residuos sólidos o gaseosos. No existe combustión, humos, residuos ni olores; no consume oxígeno y no enrarece el ambiente.

- **ECONÓMICA**

<sup>120</sup>Si se analizan todos los costes (inversión, equipos, instalación, mantenimiento y explotación, etc.) que inciden en los sistemas de calefacción, se comprueba que los sistemas eléctricos por radiación son claramente competitivos.

---

<sup>116</sup> (SUELO RADIANTE8;SUELO RADIANTE9)

<sup>117</sup> (SUELO RADIANTE8;SUELO RADIANTE9)

<sup>118</sup> (SUELO RADIANTE8;SUELO RADIANTE9)

<sup>119</sup> (SUELO RADIANTE7;SUELO RADIANTE10)

<sup>120</sup> (SUELO RADIANTE8;SUELO RADIANTE9)

<sup>121</sup>La energía eléctrica es económica. Obtiene un rendimiento del 100%, toda la energía consumida se transforma íntegramente en calor, algo difícil de lograr con otro tipo de calefacción.

- **DISPONIBILIDAD**

<sup>122</sup>Siempre disponible puesto que utiliza la electricidad, lo que indica que puede ser obtenida del tendido eléctrico normal, o de generadores propios de los hospitales.

- **FÁCIL INSTALACIÓN**

<sup>123</sup>No exige instalaciones complicadas ni espacios dedicados a las mismas, tales como sala de calderas, depósito de combustible, chimeneas, etc.

- **CONSUMO DE ENERGÍA**

Algunos de los factores que se deben tener en cuenta:

- <sup>124</sup>El suelo radiante, es un sistema que tiene la ventaja de que se instala sectorizado, cada estancia un circuito y un termostato independiente, lo que nos permite hacer un uso racionalizado de la energía.
- <sup>125</sup>Nuestro sistema de calefacción no está siempre encendido, teniendo en cuenta la temperatura que se haya programado como ideal, el termostato irá conectando y desconectando el sistema. Las conexiones suelen ser de tres a cuatro al día.

## **ELEMENTOS DEL SUELO RADIANTE ELÉCTRICO**

<sup>126</sup>Nuestro suelo radiante eléctrico consta de los siguientes elementos:

- Elemento calefactor (cable calefactor).
- Capa de recubrimiento (a la vez, capa de compresión).
- Aislamiento térmico.
- Dispositivos de regulación y control.

---

<sup>121</sup> (SUELO RADIANTE10;SUELO RADIANTE7)

<sup>122</sup> (SUELO RADIANTE10;SUELO RADIANTE11)

<sup>123</sup> (SUELO RADIANTE10;SUELO RADIANTE11)

<sup>124</sup> (SUELO RADIANTE7)

<sup>125</sup> (SUELO RADIANTE7)

<sup>126</sup> (SUELO RADIANTE12)

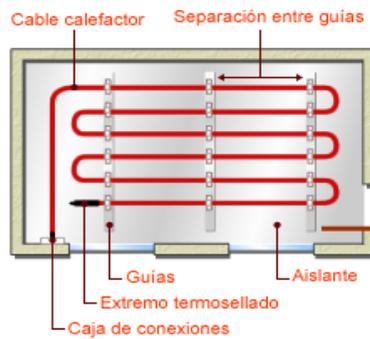


Ilustración 17 Elementos del Sistema de Calefacción por Suelo Radiante Eléctrico

Cortesía de Elementos Calefactores S.A España. [www.Sueloradiante.com](http://www.Sueloradiante.com)

<sup>127</sup>Conviene que el entramado de los cables calefactores cubra la mayor parte de la superficie disponible, dejando libre una banda perímetro de 30-40 cm, necesaria para la ubicación del mobiliario.

<sup>128</sup>El tipo de pavimento, en general, no constituye una barrera para la aplicación de suelo radiante, siendo muy apropiados los tipos de cerámica, terrazo, mármol y similares.

<sup>129</sup>Por características físicas del material, los suelos cerámicos tienen un mayor coeficiente de transmisión del calor frente a la madera, pero se puede montar bajo cualquier pavimento, madera, etc.

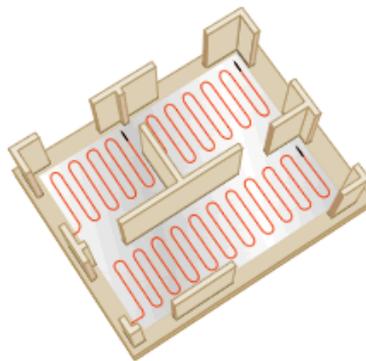


Ilustración 18 Disposición del cable radiante para un Sistema de Calefacción por Suelo Radiante

Para saber cómo escoger el cable radiante en base a los cálculos realizados sobre la demanda de energía que deberá cumplir, las diferentes características implícitas, así como información sobre su instalación, características eléctricas refiérase al anexo 3

---

<sup>127</sup> (SUELO RADIANTE12)

<sup>128</sup> (SUELO RADIANTE12)

<sup>129</sup> (SUELO RADIANTE13)

### 2.3.2.2. SELECCIÓN DEL CABLE RADIANTE ELÉCTRICO

El escoger el cable radiante adecuado determinara la capacidad de calefacción del sistema, ya que este debe estar en relación a las cargas de calefacción de la sección 2.3.1, o en función de las características específicas de cada unidad de cuidados intensivos, el cable deberá prestar por seguridad un 10% más de la potencia máxima establecida para la UCI.

<sup>130</sup>El cable recomendado es él: CTCSM75/30 que entrega una potencia de 30W/m con una longitud máxima del circuito de 80m, que entregara una potencia total de 2400W/m de la empresa “Elementos Calefactores AS”

MODELO	CTSM75/30
Potencia de entrega a 230V (W/m):	30 W
Cobertura malla metálica trenzada:	90% de cobertura (cobre Sn – 1mm <sup>2</sup> )
Temperatura máxima de trabajo:	60°C (conectado)
Temperatura máxima de trabajo:	100°C (desconectado)
Longitud máxima circuito (m):	80 m
Distancia entre contactos:	1.000 mm
Conductor calentamiento:	Ni/Cr 80/20
Conductor paralelo:	2 x 0.75 mm <sup>2</sup>
Tipo de aislamiento:	Silicona Térmica
Tensión del aislamiento:	1500 V
Tolerancia de la potencia:	±5%
Dimensiones aproximadas:	8 x 6 mm
Temp. mínima instalación:	-50°C

<sup>131</sup> Tabla 9 Características del Cable Radiante CTSM75/30

Se debe considerar que en caso de ser insuficiente la longitud y la potencia del cable recomendado, se puede dividir a la unidad de cuidados intensivos en varias zonas o circuitos lo que permitirá el poder satisfacer las necesidades de calefacción de la unidad en forma completa.

<sup>130</sup> (SUELO RADIANTE 14)

<sup>131</sup> (SUELO RADIANTE 14)

Para una guía completa de los diferentes tipos de cables radiantes eléctricos refiérase a la dirección:

[http://www.elementoscalefactores.com/pdf/catalogos/cables\\_calefactores\\_paralelos.pdf](http://www.elementoscalefactores.com/pdf/catalogos/cables_calefactores_paralelos.pdf)

### 2.3.3. SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA

Se ha seleccionado un sensor de temperatura exterior de la marca S+S REGELTECHNIK de la familia FRIJA I para HVAC, que cumple con las características necesarias, tanto de medición dentro de los rangos necesarios, precisión y salidas estandarizadas, así como con los requerimientos sanitarios, ya que no tiene elementos al aire libre sino que se encuentra encapsulado lo que reduce la contaminación que pueda recibir y elimina la posibilidad de que en su interior se desarrollen agentes patógenos que pongan en peligro la asepsia de la UCI. Este sensor permitirá el control de los sistemas de calefacción y refrigeración de la unidad de cuidados intensivos.

#### 2.3.3.1. TRANSMISOR DE TEMPERATURA THERMASGARD RTM

<sup>132</sup>El sensor THERMASGARD RTM 1, mide la temperatura de forma constante, con un rango de medición 0°C a 50°C, enviando una señal de salida de (0 – 10 V) o de (4 – 20 mA).

El sensor está constituido de una PT 100 clase B que cumple la regulación DIN EN 60751, y una protección IP 30.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alimentación: 24 V AC/DC con una salida de 0 – 10 V

15 – 35 V DC con una salida de 4- 20 mA

Rango de Medición: 0 – 50°C

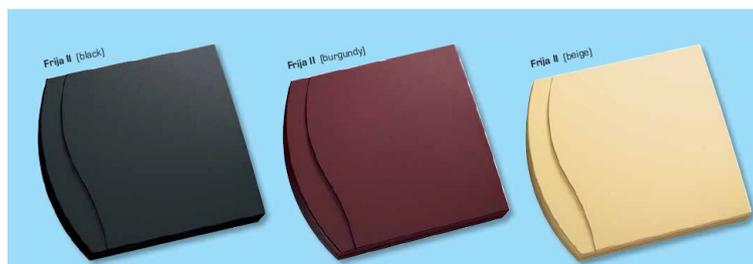


Ilustración 19 Sensor de temperatura THERMASGARD RTM

<sup>132</sup> (Sensor de Temperatura, REGELTECHNIK)

Para mayor información de este sensor refiérase al anexo 5

Para mayor información de los sensores existentes refiérase a la dirección:

<http://www.stepsl.org/pdf/ss/Catalogo%20Parte%20Temperatura%202010.pdf>

## **2.4 EQUIPOS DE CONTROL DE HUMEDAD**

Para poder controlar la variación de la temperatura, nos basamos en la superficie de la sala de cuidados intensivos, por lo que se debe escoger el humidificador adecuado para la superficie dada, además se debe tener presente que el sensor de humedad deberá ser ubicado en un lugar específico de la sala de cuidados intensivos para poder tener una medida correcta de la humedad presente en la sala.

### **2.4.1. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE HUMIDIFICACIÓN Y DESHUMIDIFICACIÓN**

Los equipos de humidificación y deshumidificación son sistemas complementarios de los sistemas de calefacción y refrigeración respectivamente, ya que ellos permiten el control de la humedad en función de las condiciones de la temperatura de la sala de UCI aumentando o disminuyendo la humedad relativa del recinto para favorecer el control de las condiciones ambientales y el confort de los que se encuentren en ella,

#### **2.4.1.1. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DESHUMIDIFICACIÓN**

Para seleccionar el equipo de deshumidificación se ha tomado en consideración la problemática existente en los sistemas de deshumidificación canalizables que demandan de un mantenimiento sistemático mas continuo para evitar el desarrollo de futuras infecciones, por lo que se ha seleccionado un sistema de deshumidificación empotrable en la pared, que no requiere de canalización hacia otras áreas del recinto, sino que deshumidifica directamente, este sistema trabaja en conjunto con el sistema de refrigeración ya que aprovecha la misma agua de este para realizar el proceso de deshumidificación. El sistema de deshumidificación seleccionado es él: Deshumidificador RNW 204 I, de la empresa italiana RDZ. Que cumple con el requisito de funcionar a alturas superiores a los 2000 msnm.

<sup>133</sup>Los Deshumidificadores RDZ para el control de la humedad relativa ambiente en sistemas de refrigeración por suelo radiante están dotados de unidad frigorífica completa, baterías de pre-tratamiento y post-tratamiento alimentadas con agua refrigerada de los paneles radiantes. Estructura de chapa zincada ideal para instalación vertical empotrada en pared o para colocación en armario de madera. Estos deshumidificadores presentan las siguientes ventajas:

- Elevada potencia en deshumidificación.
- Solución silenciosa.
- Limitada potencia eléctrica absorbida.
- Instalación sencilla.



Ilustración 20 Sistema de Deshumidificación Empotrable en Pared

#### **2.4.1.1.1. DESHUMIDIFICADOR RNW 204 I**

<sup>134</sup>El Deshumidificador RDZ modelo. RNW 204 I está diseñado para el control de la humedad relativa ambiente en sistemas de refrigeración por suelo radiante.

Esta constituido de una unidad frigorífica completa y dotado de baterías de pre-tratamiento y post-tratamiento alimentadas con agua refrigerada en los paneles radiantes.

Estructura de chapa zincada para instalaciones empotradas en pared con carcasa proporcionada con agujeros para acometidas eléctricas e hidráulicas.

Potencia eléctrica absorbida 340 W, alimentación eléctrica 230/1/50, caudal de aire 200 m<sup>3</sup>/h. Peso Kg. 45.

---

<sup>133</sup> (DESHUMIDIFICADOR RDZ)

<sup>134</sup> (DESHUMIDIFICADOR RDZ)



Ilustración 21 Deshumidificador RNW 204 I

#### Características Técnicas

Humedad condensada	24 L/día con humedad relativa de 65%
Caudal aire	200 m <sup>3</sup> /h
Sistema	Suelo y techo radiante
Dimensiones totales	210 mm de espesor
Aplicaciones	Civil
Potencia eléctrica absorbida	340 Kw
Peso	45 Kg
Alimentación eléctrica	230/1/50
Medidas	760 x 619 x 207 MM (Longitud x Ancho x Profundidad)

<sup>135</sup>Tabla 10 Características Técnicas del Deshumidificador RNW 204 I

Para mayor información acerca de los sistemas de deshumidificación existentes refiérase a la dirección: [http://www.rdz.it/soluzioni\\_zoom.php?top=2&cat=3&target=25](http://www.rdz.it/soluzioni_zoom.php?top=2&cat=3&target=25)

#### 2.4.2. SELECCIÓN DEL SENSOR DE HUMEDAD

Se ha seleccionado el sensor SHR 100 de la marca TAC, que cumple con las características necesarias tanto de medición dentro de los rangos necesarios, precisión y salidas estandarizadas, así como con los requerimientos sanitarios, ya que no tiene elementos al aire libre sino que se encuentra encapsulado lo que reduce la contaminación que pueda

<sup>135</sup> (DESHUMIDIFICADOR RDZ)

recibir y elimina la posibilidad de que en su interior se desarrollen agentes patógenos que pongan en peligro la asepsia de la UCI.

### **TRANSMISOR DE HUMEDAD PARA INTERIOR SHR100**

El SHR100 es un sensor activo, que mide la humedad relativa (%RH) y convierte el valor medido en dos señales de salida seleccionables: tensión 0-10 V o una corriente eléctrica 4-20 mA.

<sup>136</sup>El transmisor consiste en un sensor y un amplificador, montados juntos en una carcasa. El SHR100 se monta directamente en la pared o una caja.

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Salida Seleccionable: 4-20 mA, 0-10 V

Rango: 0-95% HR

Precisión:  $\pm 2\%$

Alimentación: 24 Vac / 15-36 Vdc



Ilustración 22 Sensor de Humedad SHR 100

Para mayor información de este sensor refiérase al anexo 6

## **2.5 EQUIPOS DE CONTROL DE PUREZA DEL AIRE (VENTILACIÓN)**

<sup>137</sup>La pureza del aire dentro de la sala de cuidados intensivos se mide por la concentración de CO<sub>2</sub> que existe en la misma, por lo que se debe implementar filtros de carbono activo

---

<sup>136</sup> (SENSOR DE HUMEDAD;CATALOGO SCHNEIDER-ELECTRIC)

dentro de los conductos de aire que ingresa a la sala para mantener un adecuado nivel de CO<sub>2</sub> y poder purificar el aire que ingresa a la sala de cuidados intensivos.

<sup>138</sup>El dióxido de carbono es un gas que se forma por combustión de sustancias que contienen carbono. En locales no industriales la principal fuente está en la respiración humana y el fumar.

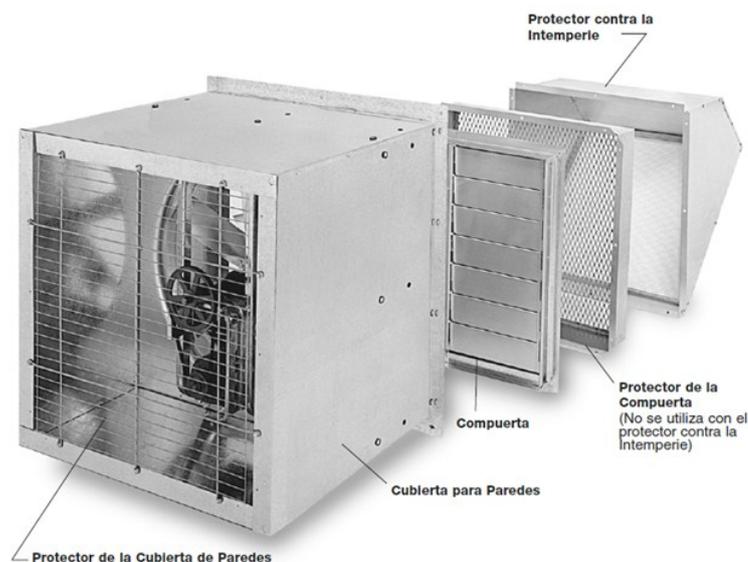
Es un asfixiante simple cuya presencia a concentraciones altas provoca falta de oxígeno. Dificultad de concentración, somnolencia y taquipnea (aumento de la frecuencia respiratoria).

Altas concentraciones CO<sub>2</sub> pueden causar vasoconstricción y dar lugar una disminución de la capacidad enfriamiento de la sangre en su proceso circulatorio normal.

### 2.5.1. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL DE CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub> O PUREZA DEL AIRE

El sistema de control de concentración de CO<sub>2</sub>, está conformado por varios elementos que le permiten cumplir los requisitos de control de acceso de aire, filtrado inyección y extracción del mismo, es por esto que está compuesto de: canales para aire, rejillas difusoras y extractoras, compuertas para control de acceso y salida de aire, ventiladores de inyección y de extracción.

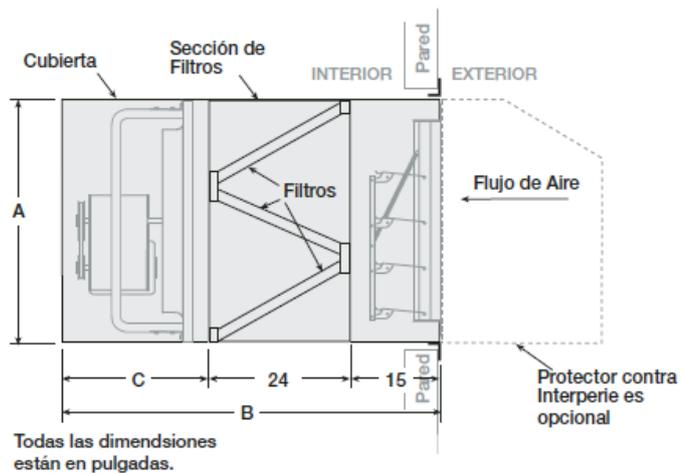
El sistema estará conformado de la siguiente forma:



<sup>139</sup>Ilustración 23 Esquema del Sistema de Ventilación

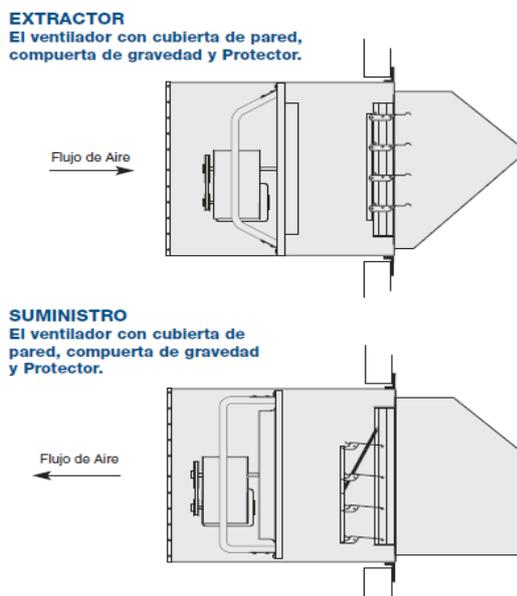
<sup>137</sup> (EDIFICIOS SALUDABLES Pag. 90)

<sup>138</sup> (EDIFICIOS SALUDABLES Pag. 90)



<sup>140</sup> Ilustración 24 Esquema del Sistema de Ventilación con Filtro

Para poder cumplir con el esquema presentado y con las exigencias de asepsia se debe utilizar ventiladores axiales controlados electrónicamente, compuertas de control de acceso o salida de aire asistido por motor interno, y filtros HEPA que presentan las mejores características de filtrado para ambientes hospitalarios, la cubierta exterior para ambientes es un elemento opcional ya que las compuertas al ser de control electrónico pueden cerrarse completamente en función de las necesidades del sistema y de esta forma prevenir el ingreso de elementos patógenos al sistema de inyección de aire a la sala de UCI.



<sup>141</sup> Ilustración 25 Esquema de Inyección y Extracción de aire

<sup>139</sup> (Sistema de ventilacion)

<sup>140</sup> (Sistema de ventilacion)

### 2.5.1.1. VENTILADOR AXIAL

<sup>142</sup>El ventilador axial seleccionado es él: SC3- 24-620-A20 de la marca GREENHECK, este ventilador es un ventilador de hélice de aluminio fundido, un tamaño de 24” compatible con la tubería seleccionada del mismo tamaño, tiene 6 aspas con una inclinación de 20°, con un motor de 1750 rpm de 2HP, características que lo facultan para poder ser instalado en el sistema con un mínimo de mantenimiento en su vida útil, y con la fuerza y potencia necesaria para poder inyectar aire a la sala de UCI.

El mismo ventilador, en configuración de extracción será utilizado para la extracción del aire viciado de la sala de cuidados intensivos.



<sup>143</sup>Ilustración 26 Ventilador axial SC3-24-620-A20

Para mayor información sobre el ventilador refiérase al anexo 4

Para mayor información de los ventiladores existentes refiérase a la dirección:

[http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish\\_pdf/SP\\_Sidewall\\_Prop\\_Rev3July04.pdf](http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish_pdf/SP_Sidewall_Prop_Rev3July04.pdf)

### 2.5.1.2. CONDUCTO DE AIRE

<sup>144</sup>El conducto seleccionado, es un conducto rectangular de aluminio galvanizado prefabricado, el conducto es el DUCTO DRP de la marca PITTSBURGH, este conducto está disponible en tramos de 4 pies o 1,20m con calibres seleccionado de 24.

---

<sup>141</sup> (Sistema de ventilacion)

<sup>142</sup> (Sistema de ventilacion; Ventilador Axial)

<sup>143</sup> (Sistema de ventilacion)

<sup>144</sup> (Conducto de Aire; Conducto de Aire2)

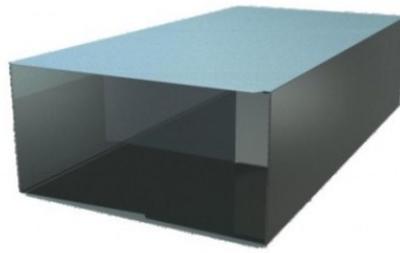


Ilustración 27 Conducto de aire DRP

Para mayor información sobre el conducto de aire refiérase al anexo 8

### 2.5.1.3. COMPUERTAS DE EXTRACCIÓN DE AIRE

Las compuertas seleccionadas para la extracción del aire viciado de la UCI, so las compuertas motorizadas WD-320 de la marca GREENHECK, las compuertas son compatibles con ventiladores con una potencia menor a 5HP, que se ajusta con el ventilador seleccionado SC3-24-620-A20 de 2HP de potencia.

Las compuertas permiten el control de las pestañas mediante un motor con el cual se puede regular el ángulo de apertura de las pestañas según las necesidades que demande el sistema.

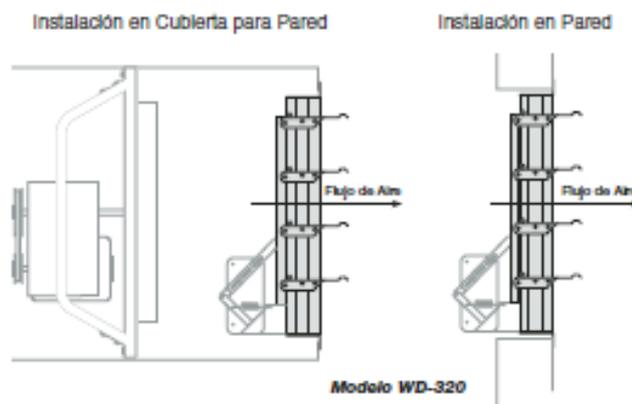


Ilustración 28 Compuerta de extracción de aire WD-320

### 2.5.1.4. COMPUERTAS DE INYECCIÓN DE AIRE

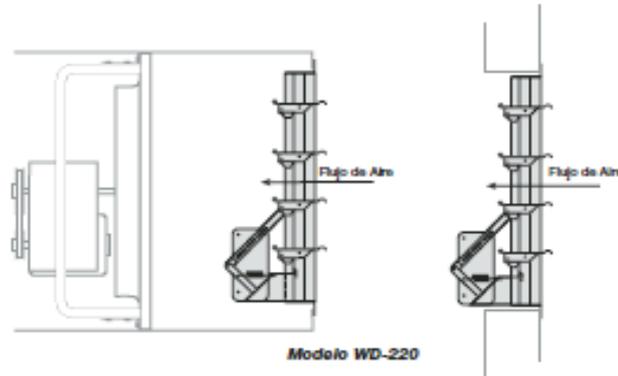
<sup>145</sup>Las compuertas seleccionadas para la inyección de aire exterior a la UCI, son las compuertas motorizadas WD-220 de la marca GREENHECK, las compuertas son

---

<sup>145</sup> (Compuertas de aire)

compatibles con ventiladores con una potencia menor a 3HP, que se ajusta con el ventilador seleccionado SC3-24-620-A20 de 2HP de potencia.

Las compuertas permiten el control de las pestañas mediante un motor con el cual se puede regular el ángulo de apertura de las pestañas según las necesidades que demande el sistema.



<sup>146</sup> Ilustración 29 Compuertas de Inyección de aire WD-220

Para mayor información sobre las compuertas de inyección y extracción refiérase a la dirección:

[http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish\\_pdf/SP\\_Sidewall\\_Prop\\_Rev3July04.pdf](http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish_pdf/SP_Sidewall_Prop_Rev3July04.pdf)

#### 2.5.1.5. REJILLAS DE INYECCIÓN

<sup>147</sup> La rejilla de inyección seleccionada es la rejilla DV3 de la marca VERMONT, La rejilla cuenta con aletas en aluminio extruido. Doble deflexión, con aletas aerodinámicas ajustables individualmente, verticales al frente y horizontales atrás con separación de 3" entre centros de ejes que proveen máxima flexibilidad en el patrón de aire



Ilustración 30 Rejilla de inyección DV3

---

<sup>146</sup> (Compuertas de aire)

<sup>147</sup> (Rejilla de Inyeccion)

Para mayor información de la rejilla refiérase al anexo 9

Para mayor información de las rejillas existente refiérase a la dirección:

<http://www.vermont.com.mx/productos/rejillas-de-inyeccion>

#### **2.5.1.6. REJILLAS DE EXTRACCIÓN**

<sup>148</sup>La rejilla de inyección seleccionada es la rejilla RHPA de la marca VERMONT,

La rejilla está diseñada para instalación en puertas o muros, con aletas tipo “V” fijas y paralelas a la dimensión larga. Cuenta también con contramarco ajustable desde 1-1/8” de espesor de puerta.

Compatible con ductos de aire de 24”



<sup>149</sup>Ilustración 31 Rejilla de Extracción RHPA

Para mayor información de la rejilla refiérase al anexo 10

Para mayor información de las rejillas existentes refiérase a la dirección:

<http://www.vermont.com.mx/productos/rejillas-de-retorno>

#### **2.5.1.7. FILTROS**

<sup>150</sup>El filtro seleccionado es el filtro HEPA GVA H12 de la marca FILT AIR, que cumple con el requerimiento de eficiencia de 99,97% al 99,99%

El filtro HEPA GVA H12 está diseñado para extraer las partículas más pequeñas fuera del aire. Cada HEPA-Filtro compacto del GVA contiene diez (10) "Minipleat-Papercakes" plisado en una pieza y montado en tecnología de la forma de V para alcanzar resultados de la gota de la presión más baja

---

<sup>148</sup> (Rejilla de Extraccion)

<sup>149</sup> (Rejilla de Extraccion)

<sup>150</sup> (FILTRO HEPA)

Características:

- Eficacias del 99.97% el hasta 99.99%
- Papel de fibra de vidrio de alta calidad
- Marco rígido
- Papel de la fibra de vidrio de alta calidad
- Perfiles revestidos del cinc
- Altura solamente 292mm del filtro
- Alta presión de la explosión (> PA 2000)
- Usable en dos sentidos de chorro
- El filtro cumple la norma EN 1822



<sup>151</sup> Ilustración 32 Filtro compacto de aire HEPA GVA H12

Para mayor información de este filtro refiérase al anexo 11

Para mayor información de los filtros HEPA existentes refiérase a la página:

<http://pdf.directindustry.es/pdf/filt-air-28707.html>

### **2.5.2. SELECCIÓN DEL SENSOR DE CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub>**

Se ha seleccionado el sensor SCR 100 TAC, que cumple con las características necesarias, tanto de medición dentro de los rangos necesarios, precisión y salidas estandarizadas, así como con los requerimientos sanitarios, ya que no tiene elementos al aire libre sino que se encuentra encapsulado lo que reduce la contaminación que pueda recibir y elimina la

---

<sup>151</sup> (FILTRO HEPA)

posibilidad de que en su interior se desarrollen agentes patógenos que pongan en peligro la asepsia de la UCI.

### **SENSOR DE CO2 PARA INTERIOR SCR100**

El SCR100 es un transmisor de dióxido de carbono infrarrojo y sin mantenimiento para ser instalado en paredes interiores.

<sup>152</sup>El SCR100 mide la concentración de dióxido de carbono en el ambiente, hasta 2,000 ppm, y transforma los datos en una señal de salida de 0-10V o 0-5V.

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Salida 0-10 V / 0-5 V

Rango 0-2000 ppm

Precisión  $\pm 1\%$  del rango de medida,  $\pm 5\%$  del valor medido

Alimentación 24 Vac



Ilustración 33 Sensor de concentración de CO2 SCR100

Para mayor información de este sensor refiérase al anexo 7

## **2.6 EQUIPOS DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN**

### **2.6.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN PARA LA SALA DE UCI**

Para poder seleccionar el equipo con el cual se va a controlar la temperatura de la sala de cuidados intensivos, se calcula cual es la carga y el espacio que debe refrigerar dicho equipo, para lo cual se considera una extensión de la sala de UCI, para esta

---

<sup>152</sup> (SENSOR DE CO2;CATALOGO SCHNEIDER-ELECTRIC)

selección se ha tomado como referencias a los hospitales: “Hospital IESS Ambato” como referencia local, Hospital de Especialidades “Eugenio Espejo” como referencia de la región norte del país en su publicación <sup>153</sup>“Guía para el Diseño Arquitectónico de Unidades de Cuidados Intensivos e Intermedios de la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá en la República de Colombia”.

Refiérase al anexo 2 para planos y áreas de cada hospital.

HOSPITALES REFERENCIALES			
	HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “EUGENIO ESPEJO”	HOSPITAL “IESS AMBATO”	HOSPITAL “DISTRITAL DE BOGOTÁ”
ÁREA (m <sup>2</sup> )	1095,0000	675,4172	265,9400
CARGA POR TRANSMISIÓN (Kw)	5,4908	6,7454	2,6513
CARGA INTERNA POR ILUMINACIÓN (Kw)	2,718	2,718	2,718
CARGA POR INFILTRACIÓN (Kw)	26,2715	36,7539	18,0557
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO (Kw)	0,25	0,25	0,25
CARGA TOTAL (Kw)	35,0777	46,9320	23,9118

Tabla 11 Cargas para el sistema de refrigeración por hospitales

Para cálculos refiérase al anexo 1

<sup>153</sup> (SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD D.C)

## **2.6.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE CONTROL DE REFRIGERACIÓN**

Luego de haber realizado los cálculos necesarios y tener en consideración los diferentes tipos de sistemas de refrigeración se ha seleccionado el sistema de Refrigeración por Suelo Radiante, la explicación exacta de este sistema y las ventajas que presenta para nuestra necesidad se presenta a continuación:

### **2.6.2.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE**

<sup>154</sup>El sistema de refrigeración por suelo funciona en base a simples principios físicos que regulan el intercambio térmico entre las personas y los ambientes que las rodean: la repartición uniforme del frío, transmitido por el suelo mediante radiación, asegura una distribución homogénea de las temperaturas y una correcta proporción de los intercambios térmicos entre cuerpo humano y ambiente. No se advierten corrientes de aire frío, el ambiente resulta silencioso y sin movimientos de polvo. La instalación de refrigeración por suelo es compatible con cualquier tipo de revestimiento: cerámica, parquet, mármol, ladrillo, etc.

Ya que está integrado de manera invisible en el pavimento, garantizando la máxima libertad en el diseño interior de los ambientes y dando la posibilidad de aprovechar todos los espacios disponibles.

Cabe recalcar que el sistema de refrigeración debe ser complementado por un sistema de deshumidificación que elimine el exceso de humedad que pueda existir en la sala.

El sistema de refrigeración por suelo radiante funciona mediante el bombeo continuo de agua a través de tuberías instaladas en el suelo de la sala, esta agua es previamente refrigerada por una torre de enfriamiento que reduce la temperatura del agua según las necesidades del sistema, de esta forma los elementos arquitectónicos de la sala (paredes, puertas, etc.) absorben el frío emanado por el suelo y de esa forma se reduce la temperatura de la sala, todo este proceso de refrigeración va acompañado de la deshumidificación que seca el aire y permite el tener un ambiente refrigerado a las condiciones requeridas.

---

<sup>154</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

## VENTAJAS

- **DISTRIBUCIÓN IDEAL DE LA TEMPERATURA**

<sup>155</sup>Con la refrigeración por suelo radiante se obtiene temperaturas uniformes, proporciones correctas de los intercambios térmicos entre cuerpo humano y ambiente, y se eliminan las corrientes de aire frío típicas de los sistemas tradicionales

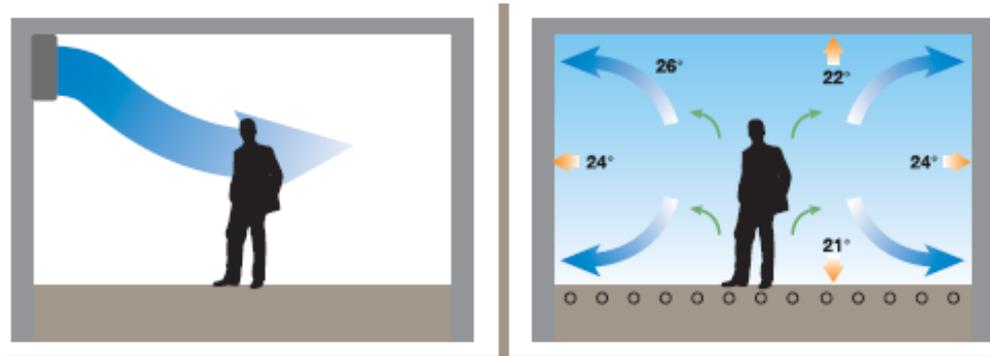


Ilustración 34 Distribución de refrigeración pos Suelo Radiante

El suelo radiante brinda confort a baja velocidad de aire (1,5 m/s) porque refrigera por radiación sin levantar polvo ni microorganismos generando un clima radiante.

Al igual que el sistema de calefacción por suelo radiante eléctrico es recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Al refrigerar de forma uniforme y el hecho de que refrigera sin corrientes de aire lo convierte en el sistema recomendado para hospitales y sus salas de quirófanos y de cuidados intensivos en todas sus categorías por la OMS (Organización Mundial de la Salud).

- **REGULACIÓN Y CONTROL**

<sup>156</sup>Debido a la amplia gama de termostatos y programadores que se pueden utilizar, el sistema permite unas automatizaciones y programaciones muy ajustadas y sensibles lo que permite una automatización sencilla.

---

<sup>155</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

<sup>156</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

- **MANTENIMIENTO**

<sup>157</sup>Requiere de un mantenimiento mínimo, ya que la tubería instalada no requiere mantenimiento, aunque la torre de enfriamiento necesitara de un mantenimiento más continuo de los motores.

- **LIMPIEZA**

<sup>158</sup>Por la ausencia de combustible, no existen los obligados residuos sólidos o gaseosos. No existe combustión, humos, residuos ni olores; no consume oxígeno y no enrarece el ambiente.

- **ECONÓMICA**

Al analizar el costo de inversión (equipos, instalación, mantenimiento, etc.) que inciden en los sistemas de refrigeración, es fácil comprobar que los sistemas por radiación son claramente competitivos, ya que el costo mayor se encuentra en la energía necesaria para el funcionamiento de la torre de enfriamiento, y el de la bomba de impulsión, aparte de estos costos, el resto son mínimos ya que el mantenimiento de la tubería es nulo, y el de los elementos complementarios es reducida comparado con los sistemas de refrigeración tradicional por conductos en el techo o por los otros sistemas de refrigeración.

- **DISPONIBILIDAD**

<sup>159</sup>Siempre disponible puesto que utiliza agua y electricidad, lo que indica que puede ser abastecido por el sistema de agua y luz normal o de generadores y de suministros de agua propios de los hospitales.

- **FÁCIL INSTALACIÓN**

<sup>160</sup>No exige instalaciones complicadas aunque requiere de un espacio para la torre de enfriamiento y para la bomba de impulsión.

---

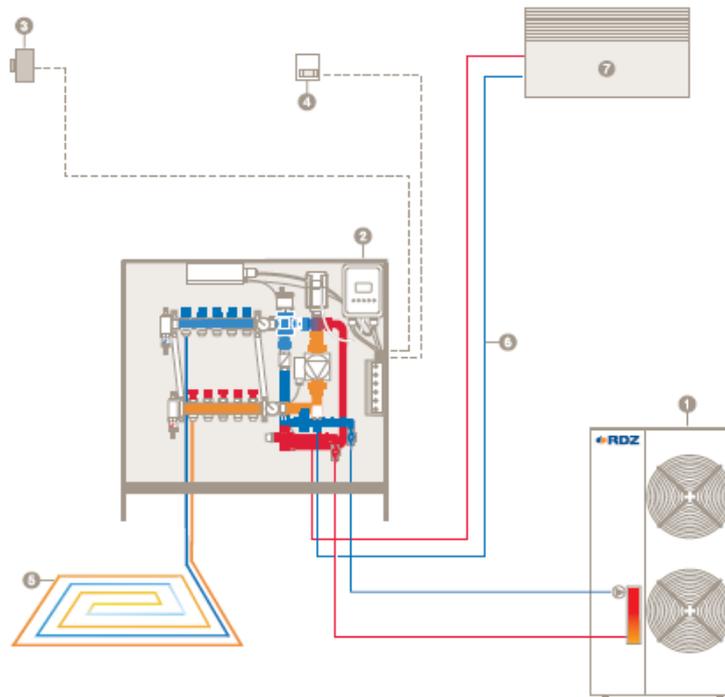
<sup>157</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

<sup>158</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

<sup>159</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

<sup>160</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

## ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR SUELO RADIANTE



<sup>161</sup> Ilustración 35 Sistema de Refrigeración por suelo Radiante

<sup>162</sup> El sistema de refrigeración por suelo radiante está conformado por 5 elementos básicos pero debido a que debe ser complementado con el sistema de deshumidificación a continuación se presenta los 7 elementos que lo conforman.

- 1.- Torre de enfriamiento
- 2.- Unidad de termostatación
- 3.- Panel de control de termostatación externo
- 4.- Sonda de temperatura
- 5.- Instalación de tubería en suelo
- 6.- Conexión hidráulica al deshumidificador
- 7.- Sistema de deshumidificación

Al igual que en el sistema de suelo radiante eléctrico, en el sistema de refrigeración se necesita de una capa aislante bajo la tubería principal del sistema, esta capa aislante deberá estar en concordancia con los requerimientos del sistema de calefacción por suelo radiante

<sup>161</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

<sup>162</sup> (REFRIGERACION RADIANTE)

eléctrico, ya que al ser ambos sistemas instalados en el suelo, se necesita de la máxima compatibilidad entre ellos, a fin de que no obstruyan el funcionamiento el uno del otro y que no se contrapongan las características térmicas de los materiales que interviene en cada uno de los dos sistemas.

Para información adicional sobre el sistema de refrigeración por suelo radiante, su instalación y elementos adicionales refiérase a las direcciones:

- <http://www.cliber.es/pdf/suelo-radiante/Catalogo-Sistemas-de-Termoregulacion.pdf>
- <http://www.rdz.it/prodotti.php?target=22>
- <http://www.rdz.it/prodotti.php?target=334&lang=3>

#### **2.6.2.2. SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO**

El panel aislante seleccionado para el sistema de refrigeración es él: PANEL ACOUSTIC de la empresa Italiana RDZ, este panel cumple con las características de compatibilidad con el sistema de calefacción por suelo radiante eléctrico (temp máxima de funcionamiento del cable radiante 90°C), siendo útil para la instalación del mismo, junto con el sistema de refrigeración por suelo radiante, se ha considerado también las características de insonorización que presenta.

#### **PANEL AISLANTE TÉRMICO ACOUSTIC PLUS**



Ilustración 36 Panel Aislante Acoustic

<sup>163</sup>El panel ACOUSTIC de RDZ no sólo es un aislante térmico para sistemas de calefacción y refrescamiento por suelo, sino presenta características acústicas únicas en su género, ideales para reducir los ruidos de la pisada, gracias a un procedimiento específico de moldeo que confiere al panel un elevado nivel de elasticidad.

El panel ACOUSTIC es construido de poliestireno moldeado y elástico (medidas 100 x 50 cm), y está revestido superficialmente con un film de espesor de 0,34 mm que permite aumentar la resistencia mecánica en fase de instalación. Al mismo tiempo, el acabado de la parte inferior tiene función fonoabsorbente.

Con una rigidez dinámica  $\leq 30 \text{ MN/m}^3$  en conformidad con la norma EN 12354-2 (13163), el panel es un producto con elevadas prestaciones que garantizan la atenuación del nivel sonoro de las pisadas de 26 dB certificada por test de laboratorio según la norma UNE EN12354-2.

Panel		ACOUSTIC PLUS
Tubería		PE-Xc diam. 17-13
Colector		Top Control/ Control
Dimensiones totales		10 cm con revestimiento excluido
Aplicaciones		Viviendas oficinas y hospitales
Conductibilidad Térmica 10°C	(UNI EN 12667)	0,040 W/(m*K)
Carga dinámica máxima	(UNI EN 13163)	5 KPa (500 kg-m <sup>3</sup> )
Resistencia Térmica	(UNI EN 13163)	1,00 (m <sup>2</sup> *K)/W
Espesor total equivalente	UNI EN 1264/3)	38,2 mm
Índice de atenuación del nivel de presión sonora	(UNI EN 12354/2)	26db
Rigidez mecánica	(UNI EN 29052/1)	$\leq 30 \text{ MN/m}^3$
Temperatura límite de uso		80 °C

<sup>163</sup> (AISLANTE TERMICO ACOUSTIC; AISLANTE TERMICO ACOUSTIC2; AISLANTE TERMICO ACOUSTIC3)

Espesor film acoplado		340 micrones
Longitud	(UNI 822)	1000 mm
Ancho	(UNI 822)	500 mm
Espesor aislante		30 mm
Espesor nominal	(UNI 823)	55,5 mm

<sup>164</sup>Tabla 12 Características del Panel Acoustic Plus

Conociendo que el panel aislante va a estar en permanente contacto con el sistema de calefacción este panel deberá soportar la máxima temperatura de funcionamiento del cable radiante eléctrico, basados en la tabla anterior en la que se indica una temperatura límite de funcionamiento del panel de 80 °C, y refiriéndose al apartado 2.3.2.2 donde se indica que la temperatura máxima de trabajo del cable radiante CTCSM75/30 será de 60 °C se considera que el panel aislante Acoustic será útil para los sistemas de refrigeración por suelo radiante así como para el sistema de calefacción por suelo radiante eléctrico, proveyendo de una reducción sonora de las pisadas y el movimiento de mobiliario en el suelo de la sala de UCI.

Para información adicional sobre los paneles aislantes existentes refiérase a la dirección: <http://www.cliber.es/pdf/suelo-radiante/Sistema-Cliber-RDZ-de-Calefaccion-y-Refrescamiento-por-Suelo-Radiante.pdf>

### 2.6.2.3. SELECCIÓN DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

La bomba de enfriamiento de agua para el sistema de refrigeración por suelo radiante escogida es la: BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA HPWW-G-42, esta bomba de calor es reversible en el circuito frigorífico para instalación en interiores.

Esta bomba a demás presenta:

Potencia frigorífica: kW 42,40 (23/18°C-35°C)

Potencia térmica: kW 41,60 (30/35°C-7°C D.B./6 °C W.B.)

Que satisfacen las necesidades de refrigeración de los centros de salud considerados como referenciales.

---

<sup>164</sup> (AISLANTE TERMICO ACOUSTIC;AISLANTE TERMICO ACOUSTIC2;AISLANTE TERMICO ACOUSTIC3)

## BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA HPWW-G-42



Ilustración 37 Bomba de calor HPWW-G-42

<sup>165</sup>Las enfriadoras y las bombas de calor de la serie HPWW-G incorporan en su interior la más avanzada tecnología disponible al día de hoy; gracias a sus particularidades constructivas pueden ser utilizadas con éxito en instalaciones con paneles radiantes para calentamiento y refrescamiento. La electrónica desarrollada de que disponen permite la adaptación de los parámetros de funcionamiento de la unidad con las condiciones de cargas de la instalación optimizando consumos y vida útil de los componentes. Cada unidad está provista de serie con un grupo hidrónico completo; por lo tanto la instalación es fácil y rápida. Además, estas unidades han sido proyectadas para ser utilizadas durante el periodo de mayor funcionamiento, es decir, durante el invierno; por lo tanto las prestaciones han sido optimizadas para obtener una eficiencia superior a la de las bombas de calor tradicionales.

La bomba de calor HPWW-G-42 presenta las más altas potencias para refrigeración y para calefacción de la serie siendo estas:

Potencia frigorífica: kW 42,40 (23/18°C-35°C)

Potencia térmica: kW 41,60 (30/35°C-7°C D.B./6 °C W.B.)

Por lo que cumplen las necesidades de refrigeración de los hospitales referenciales establecidos en la tabla 10.

---

<sup>165</sup> (TORRE DE ENFRIAMIENTO;TORRE DE ENFRIAMIENTO2)

Para mayor información sobre las bombas de calor y enfriamiento refiérase a la dirección:  
[http://www.rdz.it/prodotti\\_lista.php?pag=3&cat=21&lang=3](http://www.rdz.it/prodotti_lista.php?pag=3&cat=21&lang=3)

#### 2.6.2.4. SELECCIÓN DEL CABLE DE REFRIGERACIÓN RADIANTE

El cable recomendado para este sistema es él: Tubo de Refrigeración RDZ CLIMA PE-XC 17 MM



Ilustración 38 Tubo de Refrigeración RDZ CLIMA PE-XC 17 MM

<sup>166</sup>Tubo en polietileno de alta densidad reticulado en su masa por vía electrofísica, con barrera antioxígeno producido en conformidad con las normativas UNE EN ISO 15875 y DIN 4726, garantía de reticulación homogénea y estabilidad permanente sin riesgo de corrosión para el mantenimiento de sus características en el tiempo. Diámetro 17 mm, espesor 2 mm.

El PE-Xc puede ser usado con temperaturas entre -50 °C y + 90 °C y puede soportar puntas de temperatura hasta de 110 °C.

Las tuberías sumergidas en el suelo deben garantizar duraciones muy largas y deben ser capaces de resistir a los agentes químicos internos y externos.

<sup>167</sup>El tubo RDZ Clima en PE-Xc es producido en polietileno de alta densidad, reticulado en su masa por medios físicos, sin añadir componentes químicos. El fin de la reticulación es el de mejorar las características mecánicas y de resistencia al envejecimiento térmico. La reticulación es el factor más importante en la determinación de la calidad de una tubería en polietileno para instalaciones térmicas. En el caso de la tubería RDZ la tecnología usada está entre las más modernas y fiables presentes en el mercado.

La tubería, después de la extrusión, pasa a través de un acelerador de electrones que atraviesa completamente la estructura. Este procedimiento modifica de manera física el

---

<sup>166</sup> (CABLE DE REFRIGERACION)

<sup>167</sup> (CABLE DE REFRIGERACION)

orden molecular del polietileno creando nuevos enlaces entre las cadenas de polímero. Con la reticulación electrónica se trabaja en los enlaces más débiles obteniendo un excepcional aumento de las prestaciones del polietileno y una elevada uniformidad del porcentaje de moléculas reticuladas.

Por lo que la tubería presenta:

- Flexibilidad.
- Óptima resistencia mecánica.
- Excepcional resistencia al envejecimiento.
- Óptima resistencia a las bajas temperaturas.
- Memoria térmica.
- Excepcional resistencia a la corrosión.

FICHA TÉCNICA TUBO PE-XC-17MM			
CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD DE MEDIDA	NORMA DE REFERENCIA
Estándar			EN 15875
Densidad	940/950	Kg/m <sup>3</sup>	
Carga de rotura	> 20	N/mm <sup>2</sup>	EN 60811-1
Modulo elástico a 20°C	900	N/mm <sup>2</sup>	EN 60811-1
Alargamiento hasta rotura	> 200	%	EN 60811-1
Coefficiente de conductibilidad térmica	0.35	W(m*K)	DIN 4726
Permeabilidad al oxígeno	OK		DIN 4726
Coefficiente de dilatación lineal a 20 °C	1.4 ÷ 2*10 <sup>-4</sup>	m/(m*K)	

<sup>168</sup>Tabla 13 Características Tubo PE-XC 17 MM

PESO (Kg/m)	PN a 20 °C	PN a 60 °C	PN a 95 °C	Contenido agua l/m
0.079	16 bar	10 bar	10 bar	0,08

<sup>168</sup> (CABLE DE REFRIGERACION)

0.094	19 bar	12 bar	8 bar	0,13
0,112	15 bar	10 bar	6 bar	0,20

<sup>169</sup>Tabla 14 Características Tubo PE-XC 17 MM

Para información adicional sobre los cables de refrigeración existentes y sus características refiérase a la dirección:

<http://www.cliber.es/pdf/suelo-radiante/Sistema-Cliber-RDZ-de-Calefaccion-y-Refrescamiento-por-Suelo-Radiante.pdf>

### 2.6.3. SELECCIÓN DEL ELEMENTO FINAL DE CONTROL

Se ha seleccionado como elemento final de control al NI CompactDAQ Technology de la National Instruments, ya que tiene la facilidad de poder trabajar con una gran variedad de módulos, lo que permite tener en un solo elemento las señales de los sensores y las señales que se enviaran a los equipos de cada subsistema del HVAC,



Ilustración 39 COMPACTDAQ

EL COMPACTDAQ tiene un puerto USB que le permite comunicarse con el PC además de contar con la opción de poder colocarle módulos de comunicación de varios protocolos de comunicación industrial, el COMPACTDAQ seleccionado es el de 8 slots, con conexión USB, se ha seleccionado el de 8 slots debido a que se requiere de 1 módulo de entradas análogas, 2 módulos de salidas análogas, 1 módulo de entrada digital, 1 módulo

<sup>169</sup> (CABLE DE REFRIGERACION)

de salida digital, lo que suman un total 5 slots, dejando 3 slots libres para conexión de módulos extras para conexión con otro tipo de protocolos, o para módulos especiales según sean las necesidades del sistema.

Para mayor información acerca del COMPACTDAQ refiérase a las direcciones:

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/208988>

<http://www.ni.com/dataacquisition/compactdaq/>

<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/12037>

### 2.6.3.1. MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS

El modulo para entradas analógicas es él NI 9207, que tiene 16 canales de entrada, 8 canales de voltaje, y 8 canales de corriente, con una velocidad de muestreo de 500 muestras por segundo.



Ilustración 40 Módulo de Entradas análogas 9207

Para mayores características del Módulo NI 9207 refiérase a la dirección:

<http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-187/lang/en>

### 2.6.3.2. MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS

Para las salidas análogas se han seleccionado dos módulos:

Él NI 9269 que tiene 4 canales de salida de voltaje, y el NI 9265 que tiene 4 canales de salida de corriente.

Estos módulos permitirán controlar los elementos de los subsistemas del HVAC.



Ilustración 41 Módulo de Salida Análoga de Voltaje NI 9269



Ilustración 42 Módulo de Salida Análoga de Corriente NI 9265

Para mayor información de los Módulos refiérase a las direcciones:

NI 9269: <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-221/lang/en>

NI 9265: <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-220/lang/en>

### 2.6.3.3. MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES

El módulo de entradas digitales seleccionado es el NI 9423 que tiene 8 canales de entrada hasta 30V cada uno, con una frecuencia de muestreo de MHz



Ilustración 43 Módulo de Entradas Digitales NI 9423

Para mayor información del Módulo NI 9423 refiérase a la dirección:

<http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-167/lang/en>

#### 2.6.3.4. MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES

El modulo seleccionado para las salidas digitales es el NI 9474, que tiene 8 canales de salida con niveles de 5 – 10 V, y una frecuencia de muestreo de MHz



Ilustración 44 Módulo de Salidas Digitales NI 9474

Para mayor información del Módulo NI 9423 refiérase a la dirección:

<http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-171/lang/en>

En caso de requerir más módulos para el COMPACTDAQ refiérase a la siguiente dirección para seleccionar el modulo que se ajuste a las necesidades:

<http://www.ni.com/compactdaq/whatis/>

# **CAPÍTULO III**

## **INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO**

### **DEL HVAC**

#### **3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL HVAC**

El sistema de control HVAC (Ilustración 40) obtiene el valor de las variables (temperatura, humedad, concentración de CO2 PPM, y numero de cambios de aire) en tiempo real, a través de sensores instalados en la sala de UCI, procesa dichos valores en la plataforma LABVIEW, ejecuta el método de control establecido (método PID, ON –OFF que dependerá de la variable) y envía una señal de salida (mA, V) al equipo de control final para que este varíe sus condiciones que modificaran las de la sala de cuidados intensivos.

El sistema puede activar alarmas en función de los valores de las variables ambientales que registra (sean altos o bajos); enviar correos de alerta al área de mantenimiento, crear archivos de registro de los valores de cada una de las variables y enviar estos por correo electrónico a los departamentos de control.

El sistema cuenta con niveles de acceso para prevenir que personal no calificado manipule los valores y las condiciones de operación del sistema, incluyendo seis condiciones de parada del sistema: parada en demanda a petición del usuario, parada en función de temperatura muy alta, parada en función de temperatura muy baja, parada en función de humedad relativa muy alta, parada en función de humedad relativa muy baja, parada en función de la concentración de CO2 PPM muy alta. Si cualquiera de estas condiciones se cumple provocaran la desconexión automática del sistema para prevenir complicaciones clínicas y de confort a los pacientes y personal de la sala de UCI.

A continuación se presenta un diagrama general de la Estructura del Sistema de Control Diseñado

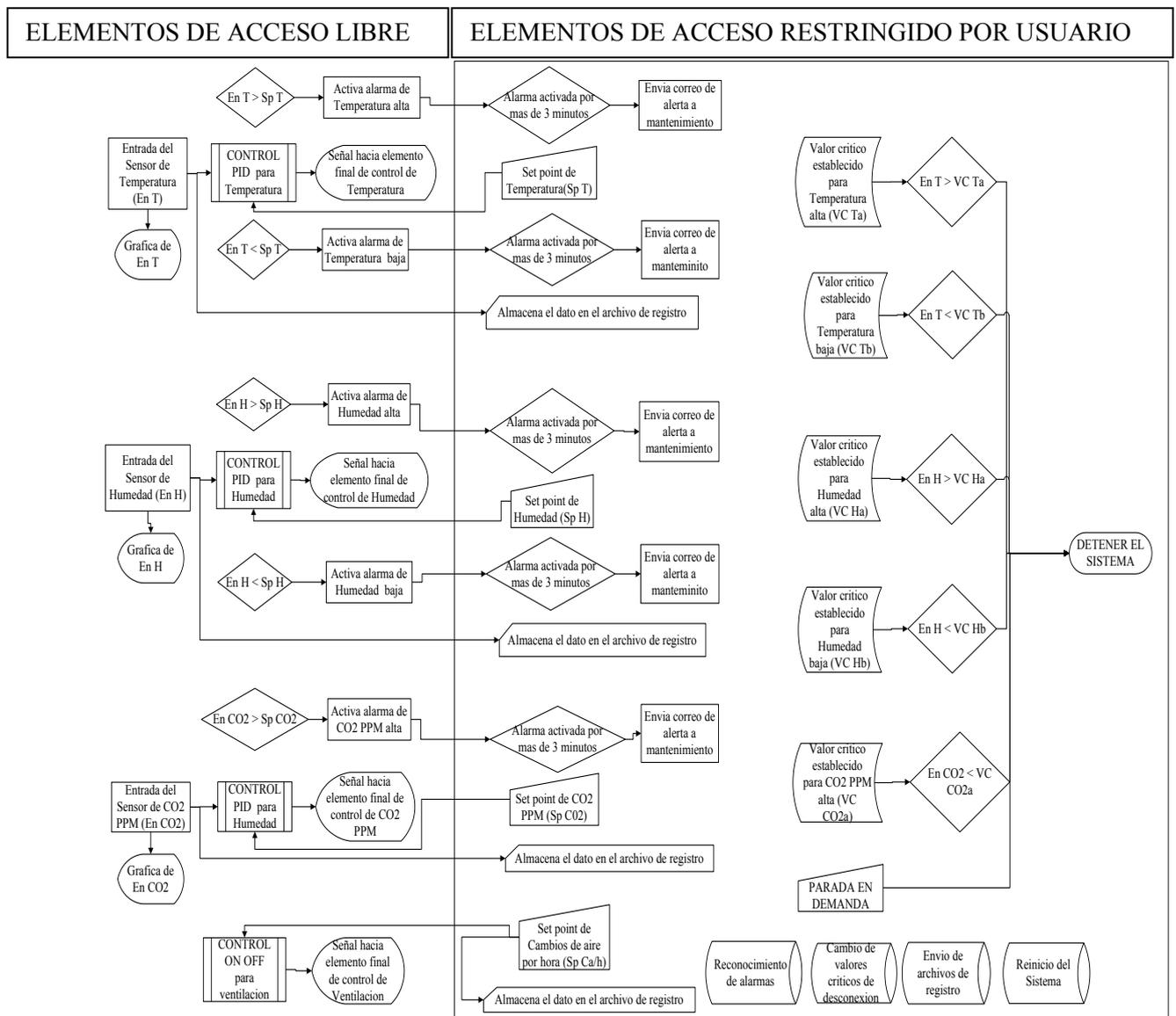


Ilustración 45 Diagrama General del Sistema de Control

### 3.1.1 NIVELES DE ACCESO EN EL SISTEMA DE CONTROL

El sistema está dotado de cuatro usuarios (Tabla 16), cada uno con un nivel de acceso diferente que le permite manipular o no el sistema. El nivel de acceso mantenimiento (4) es el de mayor jerarquía dentro de usuarios.

<b>USUARIO</b>	<b>NIVEL DE ACCESO</b>	<b>FUNCIONES HABILITADAS</b>
Mantenimiento	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Set point de variables</li> <li>• Reconocimiento de alarmas</li> <li>• Detener el sistema</li> <li>• Enviar archivos de reporte</li> <li>• Acceso a pantalla de tendencias</li> <li>• Acceso a pantalla de registros</li> <li>• Acceso a pantalla de alarmas</li> </ul>
Medico	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Set points</li> <li>• Detener sistema</li> <li>• Acceso a pantalla de tendencias</li> </ul>
Enfermera	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Set points</li> <li>• Acceso de pantalla de tendencias</li> </ul>
NOBODY	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso solo a visualización de valores de variables</li> </ul>

Tabla 15 Tabla de Nivel de Acceso de Usuarios en el Sistema de Control

### 3.2 PANTALLAS DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema está compuesto de cuatro pantallas que permiten manejar todas las funcionalidades del mismo.

PRINCIPAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite ingresar los valores de set points de las variables</li> <li>• Permite visualizar la activación de las alarmas</li> <li>• Permite visualizar el valor en tiempo real de las variables</li> <li>• Permite visualizar gráficamente los valores de cada variable en tiempo real en relación de sus set points</li> <li>• Permite la navegación por las diferentes pantallas dependiendo del nivel de acceso</li> </ul>
-----------	--

TENDENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite visualizar el valor en tiempo real de las variables</li> <li>• Permite visualizar gráficamente los valores de cada variable en tiempo real en relación de sus set points en</li> <li>• Permite visualizar una traza histórica estadística de cada una de las variables del sistema en un periodo de tiempo especificado por el usuario.</li> <li>• Permite la navegación por las diferentes pantallas dependiendo del nivel de acceso</li> </ul>
REGISTROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite visualizar un lector de eventos con el valor de cada variable la hora y la fecha y si está o no activado un estado de alarma</li> <li>• Permite seleccionar el envío de los archivos de registro</li> <li>• Permite visualizar una traza histórica estadística de cada una de las variables del sistema en un tiempo especificado por el usuario.</li> <li>• Permite la navegación por las diferentes pantallas dependiendo del nivel de acceso</li> </ul>
ALARMAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite visualizar un lector de eventos con el valor de cada variable la hora y la fecha y si está o no activado un estado de alarma</li> <li>• Permite visualizar la activación de las alarmas en el sistema, tanto las alarmas de funcionamiento como las alarmas de detención del sistema.</li> <li>• Permite reconocer las alarmas que se han activado</li> <li>• Permite la navegación por las diferentes pantallas dependiendo del nivel de acceso</li> </ul>

Tabla 16. Funciones de las pantallas del sistema de control

### 3.2.1. PANTALLA PRINCIPAL

A continuación se muestra el panel frontal de la pantalla principal del sistema de control y se indica la operación del mismo.

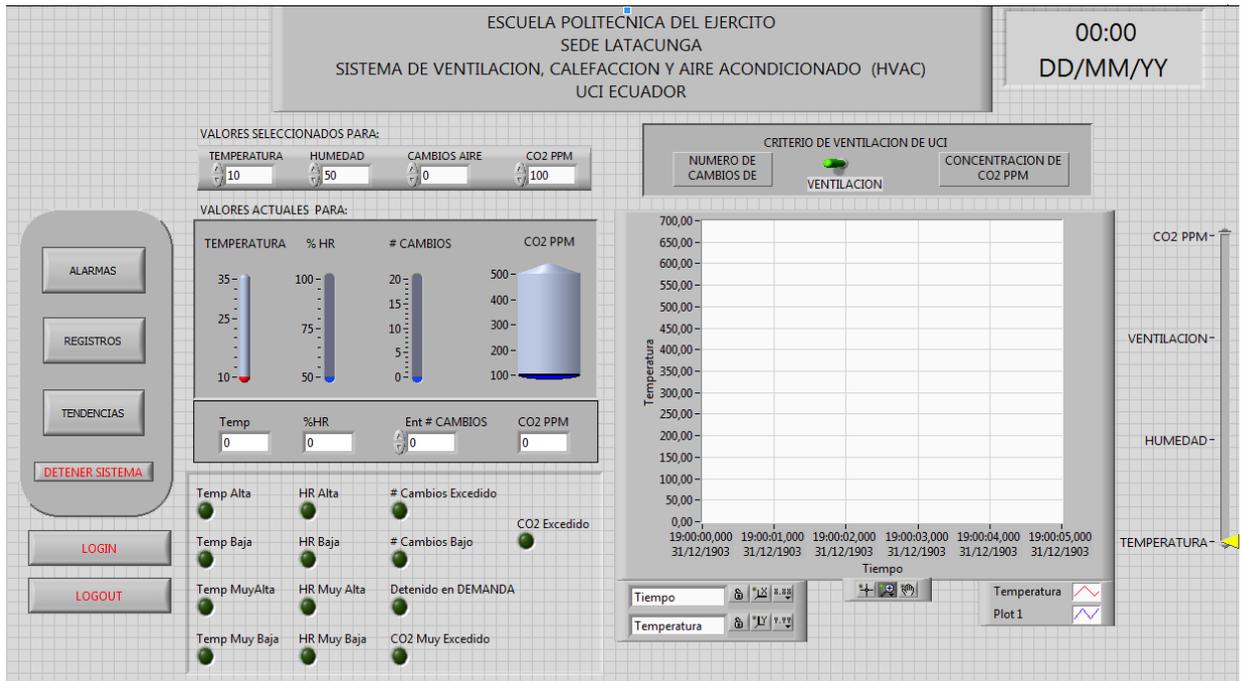


Ilustración 46 Pantalla Principal del Sistema de Control

En esta pantalla se encuentra implícito el control PID de cada variable, se puede establecer los valores en los cuales se desea que estén las condiciones ambientales de la sala de UCI (temperatura, humedad, ventilación, concentración de CO2 PPM). Esta opción es válida únicamente para los usuarios con nivel de acceso 2,3, y 4. (ver tabla N° 15)

Permite visualizar gráficamente y en indicadores numéricos los valores en los que se encuentran las variables del sistema, así como un indicador gráfico en el que se puede observar una traza con el set point y el valor actual de cada variable.

Esta pantalla muestra en indicadores luminosos si se activa un estado de alarma por: temperatura alta, temperatura baja, humedad alta, humedad baja, alta concentración de CO2 PPM, exceso en cambios de aire, bajo número de cambios de aire.

Incluye indicadores luminosos para los seis eventos por los cuales se puede detener el sistema: temperatura muy alta, temperatura muy baja, humedad muy alta, humedad muy baja, concentración excesiva de CO2 PPM, y detenido en demanda del usuario (esta última opción es válida únicamente para usuarios con nivel de acceso 3 y 4)

En esta pantalla se incluye un selector para escoger el criterio bajo el cual se va a ventilar la sala, puede ser por número de cambios de aire por hora específicos o por concentración de CO2 PPM.

En el lado izquierdo de la pantalla se encuentra los botones que permiten navegar por las pantallas específicas del sistema y poder detener el sistema, se encuentra también el botón de login para acceder con nombre de usuario y contraseña para utilizar las opciones que requieren validación de usuario, y el botón de logout que permite desconectar el usuario que ha accedido a las funciones especiales del sistema.

<b>NOMBRE DEL ESTADO DE ALARMA</b>	<b>VALOR DE ACTIVACIÓN DE LA ALARMA</b>	<b>ACCIÓN QUE PRODUCE</b>
Temperatura Alta	Set point Temperatura + 10%	Activa indicador de alarma de temperatura alta. Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Temperatura Baja	Set point Temperatura – 10%	Activa indicador de alarma de temperatura baja. Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Humedad Alta	Set point Humedad + 10%	Activa indicador de alarma de humedad alta. Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Humedad Baja	Set point Humedad – 10%	Activa indicador de alarma de humedad baja. Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Ventilación Alta	Set point Ventilación + 10%	Activa indicador de alarma de ventilación alta. Si esta activa por más de 2 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Ventilación Baja	Set point Ventilación – 10%	Activa indicador de alarma de temperatura baja. Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma

CO <sub>2</sub> PPM Excedido	Set point CO <sub>2</sub> PPM + 10%	Activa indicador de alarma de ventilación baja Si esta activa por más de 3 minutos activa envío de correo de alerta de alarma
Temperatura muy Alta	36 °C	Detiene el Sistema Automáticamente
Temperatura muy Baja	8 °C	Detiene el Sistema Automáticamente
Humedad muy Alta	96% HR	Detiene el Sistema Automáticamente
Humedad muy Baja	49% HR	Detiene el Sistema Automáticamente
CO <sub>2</sub> PPM muy Excedido	950 PPM	Detiene el Sistema Automáticamente

Tabla 17 Acciones de las Alarmas del Sistema de Control

Las alarmas que han enviado alertas vía correo electrónico deben ser reconocidas por el encargado de mantenimiento en un lapso de 30 minutos, si luego de 30 minutos no se ha realizado el reconocimiento de las alarmas generadas, el sistema automáticamente procederá a enviar alertas de alarma al jefe del departamento de mantenimiento lo que crea un envío jerárquico de alertas del sistema lo que asegura que los estados de alarma serán revisados por el departamento de mantenimiento y este tomara los correctivos necesarios para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema HVAC.

### 3.2.2. PANTALLA TENDENCIAS

Esta pantalla permite visualizar gráficamente y de forma individual cada variable del sistema en tiempo real en relación al set point de cada una, lo que permite monitorizar en tiempo el sistema en cada una de sus variables.

También se puede realizar una traza histórica de cada una de las variables en un periodo de tiempo especificado por el usuario lo que permite monitorizar el funcionamiento del sistema de forma individual de cada variable.

En el lado izquierdo se encuentran los botones que permiten navegar por las pantallas específicas del sistema (registros, y alarmas), y el botón que permite regresar a la pantalla principal del sistema.

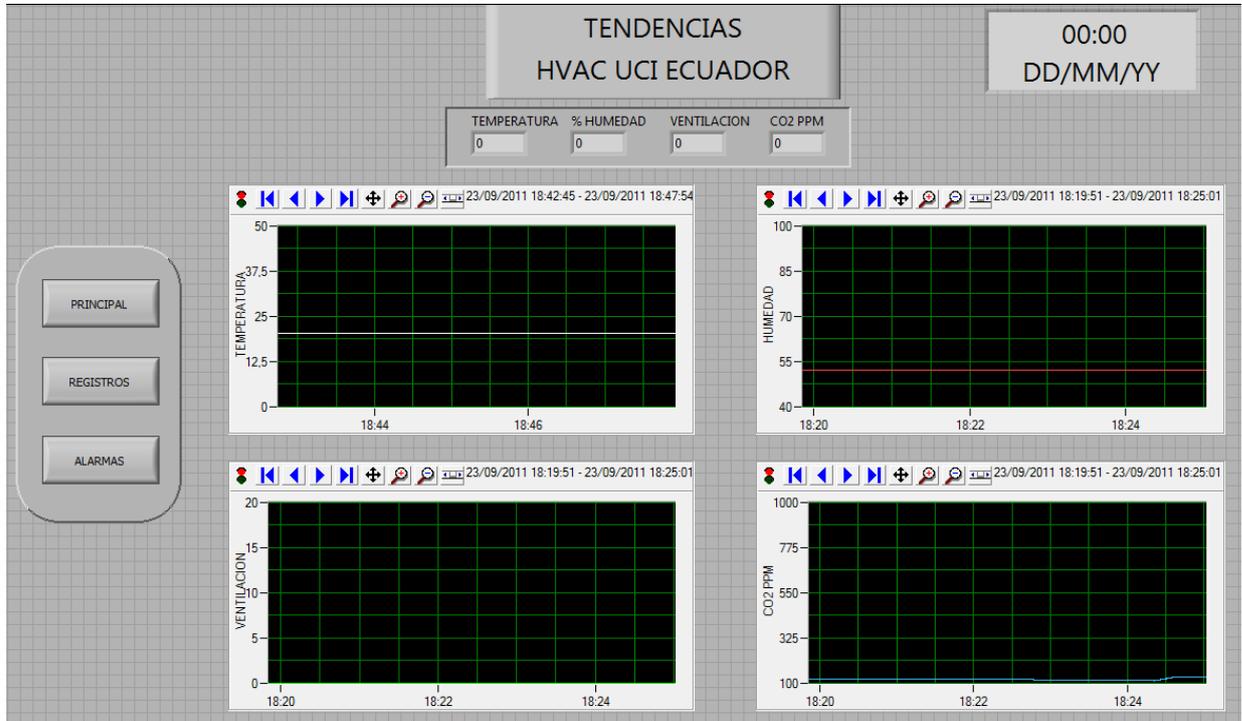


Ilustración 47. Pantalla de tendencias del sistema de control

### 3.2.3. PANTALLA REGISTROS

Esta pantalla permite visualizar en una tabla los eventos que se están produciendo en el sistema, como son: el valor en el que se encuentra cada variable, si está o no activado una alarma y la hora y la fecha del mismo.

Cuenta con un indicador gráfico que permite seleccionar un periodo de tiempo específico y visualizar una traza histórica de cada variable en ese periodo de tiempo.

Permite también enviar a petición del usuario el archivo de registro general del sistema así como reportes individuales de cada variable, un reporte de detención del sistema, y un reporte de reconocimiento de alarmas del sistema por parte del encargado de mantenimiento.

En cada reporte se incluye la hora, la fecha, el valor de la variable y si estuvo o no activado un estado de alarma.

En el reporte general se incluyen todas las variables del sistema, sus valores, si estuvo o no activo un estado de alarma, la hora y la fecha.

Cada dato en el registro es escrito cada minuto, por lo que se puede tener una perspectiva clara del funcionamiento que ha tenido en el sistema.

En el reporte de detención del sistema se encuentra detallada la razón por la cual fue detenido el sistema, el valor en el que se encontraban las variables al momento de la detención y la fecha y hora del evento.

En el reporte de reconocimiento se incluye el valor de la variable que se encontraba en alarma, la hora y fecha en la que fue reconocida dicha alarma.

En la parte izquierda se encuentran los botones que nos permiten navegar por las pantallas específicas del sistema.

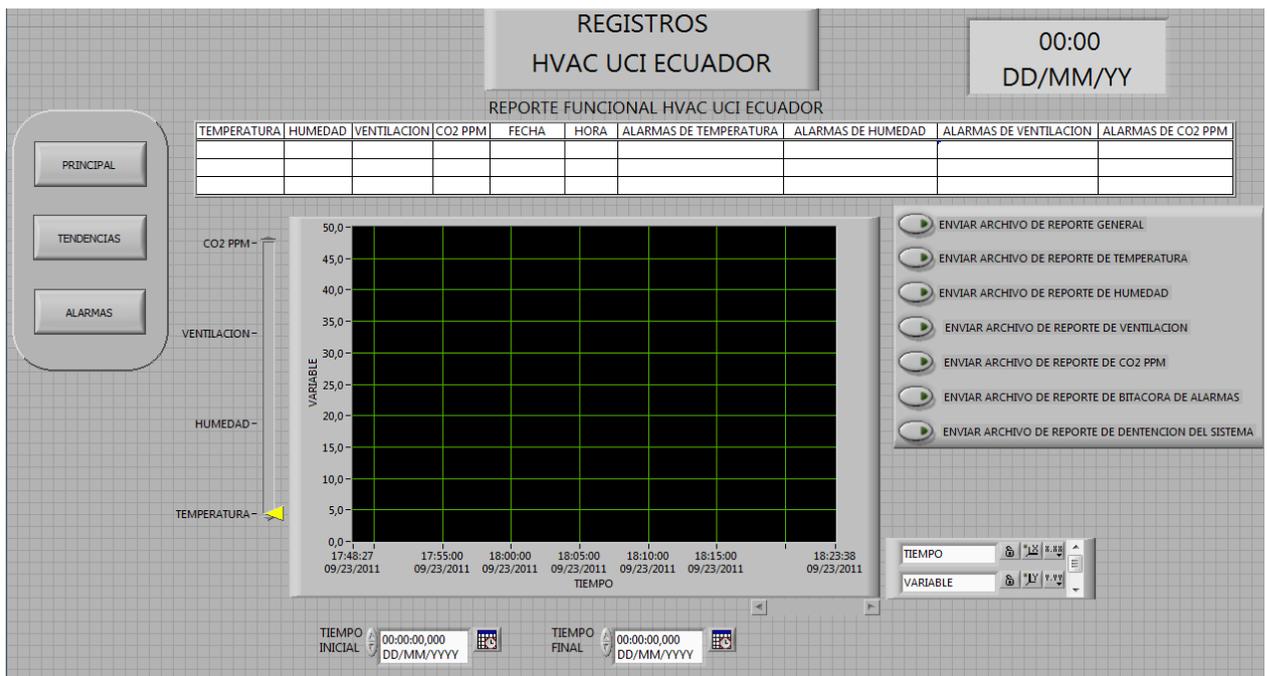


Ilustración 48. Pantalla de registros del sistema de control

### 3.2.4. PANTALLA ALARMAS

En esta pantalla se puede visualizar si están activados los estados de alarma, y se puede ver los eventos que se están produciendo en una tabla donde también se indica si está o no activa una alarma.



### 3.3 DISEÑO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS RECOMENDADA PARA SISTEMA HVAC EN SALAS DE CUIDADOS INTENSIVOS

#### 3.3.1 DIAGRAMA P&ID RECOMENDADO PARA SISTEMA HVAC PARA SALA DE UCI

El sistema HVAC diseñado cuenta con tres lazos de control (temperatura, humedad y ventilación), cuyos diagramas P&ID se muestran a continuación:

#### P&ID DE LAZO DE TEMPERATURA

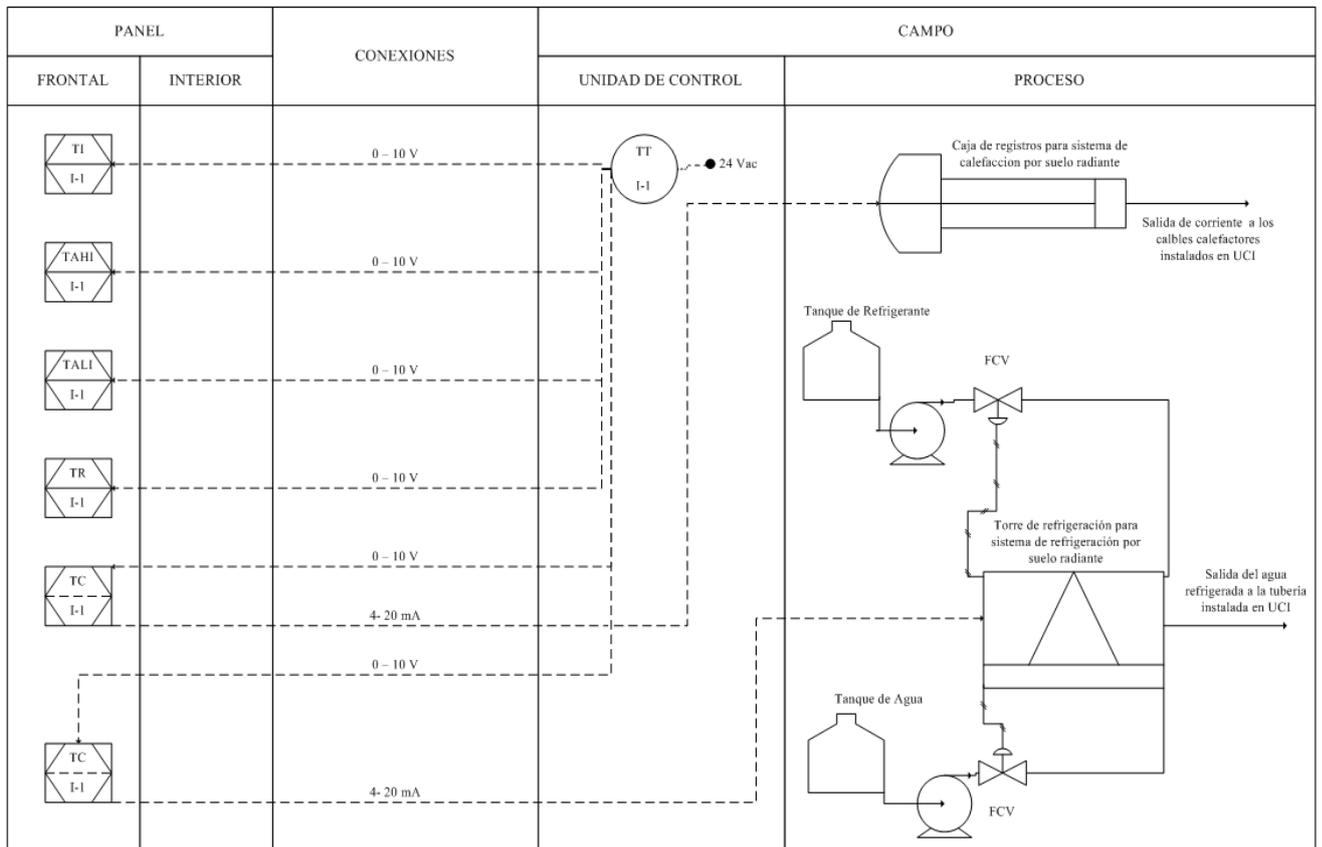


Ilustración 50 Diagrama P&ID de proceso de control de temperatura

TBT: Transmisor de Temperatura

TI: Instrumento virtual indicador de temperatura

TAHA: Instrumento virtual indicador de alarma alta de temperatura

TAL: Instrumento virtual indicador de alarma baja de temperatura

TUR: Instrumento virtual registrador de temperatura

TC: Instrumento virtual controlador PID para calefacción radiante

TC: Instrumento virtual controlador PID para refrigeración radiante

### P&ID DE LAZO DE HUMEDAD

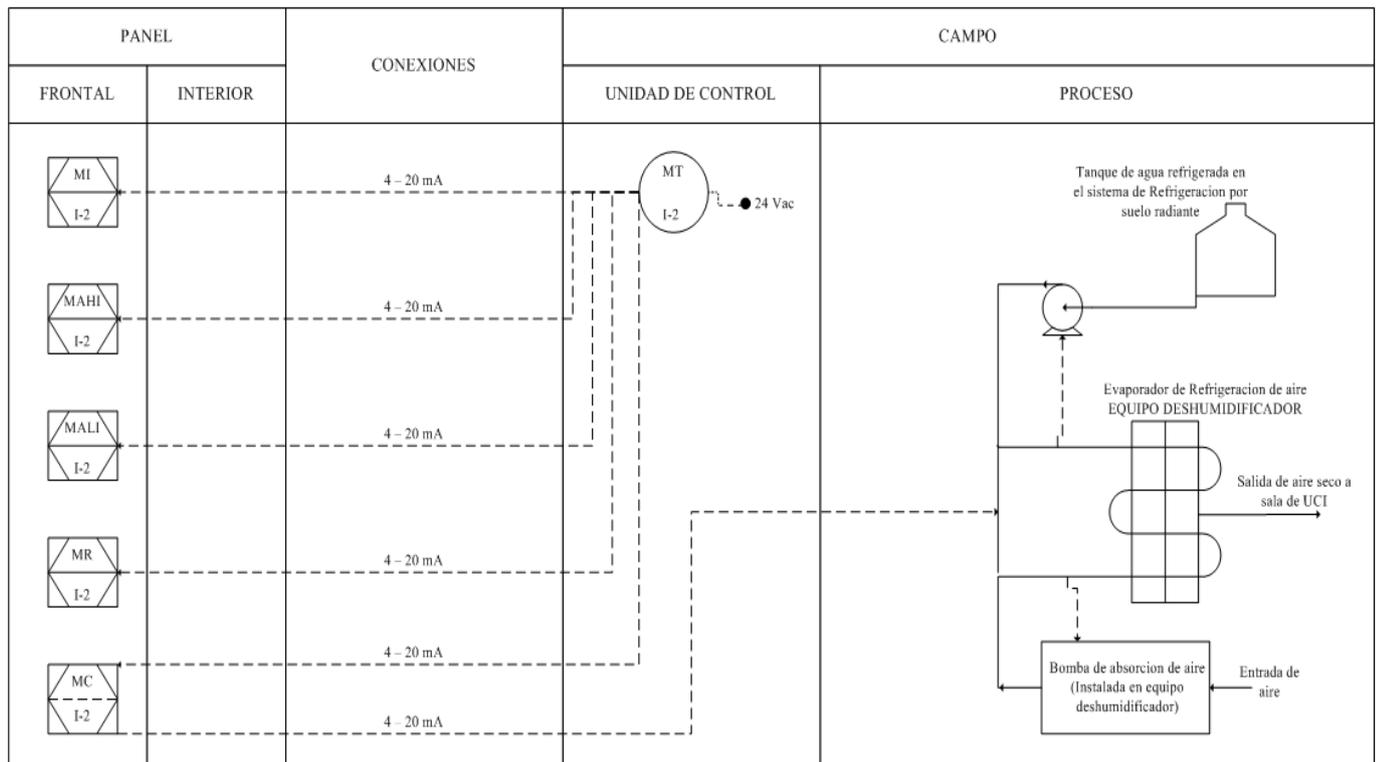


Ilustración 51 Diagrama P&ID de proceso de control de Humedad

MT: Transmisor de humedad

MI: Instrumento virtual indicador de humedad

MACHI: Instrumento virtual indicador de alarma alta de humedad

MALI: Instrumento virtual indicador de alarma baja de humedad

MR.: Instrumento virtual registrador de humedad

MC: Instrumento virtual controlador de humedad

## P&ID DE LAZO DE VENTILACIÓN

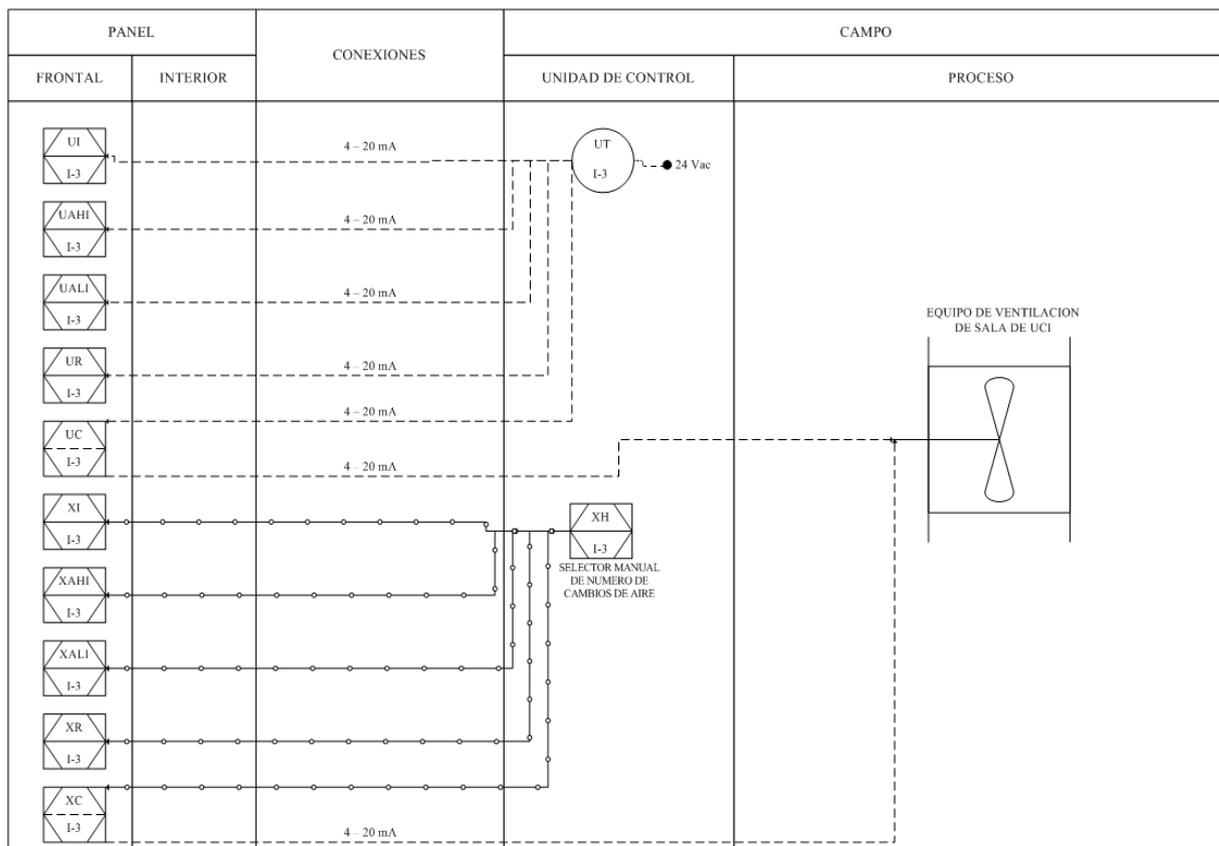


Ilustración 52 Diagrama P&ID de Proceso de Control de Ventilación

UT: Transmisor de CO2 PPM

UI: Instrumento virtual indicador de CO2 PPM

UAHI: Instrumento virtual indicador de alarma alta de CO2 PPM

UALI: Instrumento virtual indicador de alarma baja de CO2 PPM

UR: Instrumento virtual registrador de CO2 PPM

UC: Instrumento virtual controlador CO2 PPM

XIH: Instrumento virtual para ingreso manual de número de cambios de aire

XI: Instrumento virtual indicador de número de cambios de aire

XAHl: Instrumento virtual indicador de alarma alta de cambios de aire

XALl: Instrumento virtual indicador de alarma baja de cambios de aire

XR: Instrumento virtual registrador de cambios de aire

XC: Instrumento virtual controlador de número de cambios de aire

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Se desarrolló la memoria técnica de un sistema HVAC que cumple con los requerimientos establecidos en el anteproyecto, necesarios para proveer un control ambiental adecuado en las salas de cuidados intensivos de los hospitales nivel tres.
- Los hospitales nivel tres deben disponer de condiciones ambientales controladas, en forma prioritaria en las salas de cuidados intensivos, que permitan mantener una baja recurrencia de infecciones nosocomiales y aumenten las características de confort de los pacientes internos.
- Frente a la escasa información que disponen los hospitales de nivel tres; este proyecto abre un camino de solución, por ser un referente de normas a aplicarse en el diseño e implementación de sistemas automáticos de control ambiental en las salas de cuidados intensivos.
- La implementación de normas de diseño y funcionamiento de sistemas HVAC le corresponden al INEN, sin embargo con este documento de referencia, se podría comparar con las normativas vigentes en el país, a fin de modificarlas, ampliarlas, o revisarlas, en caso de no existir normas vigentes podría servir de referencia para la creación de las mismas.
- Para la construcción de hospitales de nivel tres, se debe exigir se cumplan las normas establecidas y las exigencias físicas de manejo y mantenimiento del sistema de control y por tanto de las condiciones de confort del paciente.
- La plataforma LABVIEW permitió implementar el prototipo de un sistema automático de monitorización y control de las condiciones ambientales de las salas de cuidados intensivos; basados en la normatividad establecida en la presente investigación; y con la posibilidad de modificar estos criterios, de así creerse conveniente.
- Se ha considerado como límite para la no operación del sistema, un tiempo no mayor a siete días, porque en este lapso de tiempo, los microorganismos no se desarrollarían tan fácilmente y esto no afectaría la salud del paciente.

- El HMI desarrollado permite tomar las lecturas de los sensores, presentarlas gráficamente, y enviar señales de control a los equipos seleccionados para el control de las variables del sistema HVAC, además permite llevar una bitácora de cada uno de los eventos que se producen en el sistema como: alarmas, detenciones del sistema, el valor local y global de las variables del sistema; el envío de alertas de alarma y de detención del sistema vía internet, así como enviar los archivos generados, vía internet a petición del usuario; también se puede visualizar una traza histórica o perfil de cada una de las variables en un periodo de tiempo especificado por el usuario.
- El HMI desarrollado, cuenta con criterios de acceso de usuario para establecer jerarquías de manejo de funciones en base al perfil del mismo, además el sistema está programado para detenerse automáticamente si los valores de las variables llegaran a valores críticos, a fin de preservar las condiciones de confort de los pacientes, por lo tanto podría implementarse en los hospitales nivel tres del país como software HMI para sistemas HVAC.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Los equipos y accesorios a instalar en las salas de cuidados intensivos para el HVAC deben cumplir con requisitos de fabricación que aseguren asepsia; por tanto se recomienda hacer referencia a este manual, para hacer un comparativo.
- El sistema está diseñado para funcionar en regiones de clima frío del país, por lo que se recomienda que para las otras regiones climáticas del país, se recalculen las cargas de ventilación y calefacción con las fórmulas presentadas en el segundo capítulo del presente proyecto.
- Todo lo que va a instalarse dentro de una UCI como sensores, o equipos de control final, requiere revisión técnica de fabricación para asegurar su correcto funcionamiento sobre los 2000 msnm (metros sobre el nivel del mar).
- Los equipos de control del sistema como computadora deben ser exclusivos para monitorización y control del sistema.

- El sistema operativo sobre el cual debe trabajar el software de monitoreo y control sea LINUX para reducir la vulnerabilidad a virus y ofrecer estabilidad de funcionamiento al software.
- Se recomienda descargar y respaldar la base de datos que crea el HMI de forma anual a fin de preservar la información y que esta pueda ser almacenada de forma impresa para mantener un archivo físico del funcionamiento del sistema HVAC.

## BIBLIOGRAFÍA

- "NIVELES DE RUIDO EN LA UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVO NEONATAL "(CIRENA)" DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE, CALI, COLOMBIA.". 2007.  
<http://www.bioline.org.br/pdf?rc07077>.
- "ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.". 2011.  
<http://www.calclima.com/index.php/aireacondicionado>.
- "AIRE ACONDICIONADO.". 2011.  
<http://www.aarmex.com.mx/aireacon.php>.
- "AIRE ACONDICIONADO.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac/aire\\_acondicionado.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac/aire_acondicionado.html).
- "AISLANTE TÉRMICO ACOUSTIC.". 2011.  
<http://www.rdz.it/prodotti.php?target=88>.
- "AISLANTE TÉRMICO ACOUSTIC2.". 2011.  
[http://www.rdz.it/news\\_zoom.php?lang=3&target=14](http://www.rdz.it/news_zoom.php?lang=3&target=14).
- "AISLANTE TÉRMICO ACOUSTIC3.". 2011.  
[http://www.rdz.it/soluzioni\\_zoom.php?top=1&cat=2&target=4](http://www.rdz.it/soluzioni_zoom.php?top=1&cat=2&target=4).
- "CABLE DE REFRIGERACIÓN.". 2011.  
<http://www.rdz.it/prodotti.php?target=1>.
- "CALEFACCIÓN.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac/calefaccion.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac/calefaccion.html).
- "CALEFACCIONES.". 2011.  
<http://www.comercionista.com/local-inventario/elegir-climatizacion-empresa>.
- "CATALOGO SCHNEIDER-ELECTRIC.". 2011.  
[http://www.global-download.schneider-electric.com/852575770039EC5E/all/4367E4AA294FB2FE852575830050F84C/\\$File/gu%EDa%20elecci%F3n%20sensores.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/852575770039EC5E/all/4367E4AA294FB2FE852575830050F84C/$File/gu%EDa%20elecci%F3n%20sensores.pdf).

- "CO2.". 2011.  
<http://www.alava-ing.es/ingenieros/productos/instrumentacion/seguridad-e-higiene/medidores-de-calidad-de-aire/sensores-co2-para-hvac-y-calidad-de-aire/>.
- "Compuertas de aire.". 2011.  
[http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish\\_pdf/SP\\_Sidewall\\_Prop\\_Rev3July04.pdf](http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish_pdf/SP_Sidewall_Prop_Rev3July04.pdf).
- "Conducto de Aire.". 2011.  
<http://www.vermont.com.mx/productos/124-ductos-drp---lamina-galvanizada>.
- "Conducto de Aire2.". 2011.  
<http://www.vermont.com.mx/productos/ductos-rigidos-y-flexibles>.
- "DESHUMIDIFICACIÓN.". 2011.  
<http://www.humidificadores.com.es/diferencias-humidificadores-deshumidificadores/>.
- "DESHUMIDIFICADOR RDZ.". 2011.  
<http://www.rdz.it/prodotti.php?target=81>.
- "DESHUMIDIFICADORES.". 2011.  
<http://www.bionaire.com.co/Category.aspx?cid=1234>.
- "DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac/distribucion\\_electrica.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac/distribucion_electrica.html).
- "EDIFICIOS SALUDABLES.":Pag. 90. 2011.  
[http://www.trabajoyprevencion.jcyl.es/web/jcyl/binarios/816/48/Edificios\\_saludables\\_1parte.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF-8&blobheadername1=Cache-Control&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=must-revalidate%2Cpost-check%3D0%2Cpre-check%3D0&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=Portal\\_TrabajoYPrevencion&blobnocache=true](http://www.trabajoyprevencion.jcyl.es/web/jcyl/binarios/816/48/Edificios_saludables_1parte.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF-8&blobheadername1=Cache-Control&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=must-revalidate%2Cpost-check%3D0%2Cpre-check%3D0&blobheadervalue2=0&blobheadervalue3=Portal_TrabajoYPrevencion&blobnocache=true).
- "Enlace UCI." June 13, 2011. 2011.  
<http://www.misrespuestas.com/que-es-la-uci.html>.

- "EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL.". 2011.  
[http://uhu.es/noticieros/master-ta/files/Velez\\_Pereira.pdf](http://uhu.es/noticieros/master-ta/files/Velez_Pereira.pdf).
- "FILTRO HEPA.". 2011.  
<http://www.directindustry.es/prod/filt-air/filtros-compactos-de-aire-hepa-28707-488613.html>.
- "FILTROS1.". 2011.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_de\\_aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_aire).
- "FILTROS2.". 2011.  
[http://frazoger.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=53:filtros-de-aire-para-sistemas-de-aire-acondicionado&catid=36:descontaminacion-ambiental&Itemid=57](http://frazoger.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=53:filtros-de-aire-para-sistemas-de-aire-acondicionado&catid=36:descontaminacion-ambiental&Itemid=57).
- "FILTROS3.". 2011.  
<http://mcat.com.mx/filtros.html>.
- "FILTROS4.". 2011.  
[http://www.quiminet.com/ar5/ar\\_vcdzgtzgtAAss-los-tipos-de-filtros-de-aire-y-sus-aplicaciones.htm](http://www.quiminet.com/ar5/ar_vcdzgtzgtAAss-los-tipos-de-filtros-de-aire-y-sus-aplicaciones.htm).
- "FILTROS5.". 2011.  
<http://aire.acondicionado.redsat.net/filtro-tipos.html>.
- "FILTROS6.". 2011.  
<http://aire-acondicionado-en-pereira.blogspot.com/2011/02/filtros-para-aire-acondicionado.html>.
- "FILTROS7.". 2011.  
[http://www.e-industria.com/ar5/ar\\_vcdzgtzgtAAss-los-tipos-de-filtros-de-aire-y-sus-aplicaciones.htm](http://www.e-industria.com/ar5/ar_vcdzgtzgtAAss-los-tipos-de-filtros-de-aire-y-sus-aplicaciones.htm).
- "FILTROS8.". 2011.  
<http://aire.acondicionado.redsat.net/filtro-tipos.html>.
- "FOLLETO DE ACUSTICA.DANOSA.". 2011.  
<http://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?node=descAcust&lng=1&site=1&dbg=1>.
- "HUMEDAD.". 2011.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad>.

- "HUMEDAD.". 2011.  
<http://www.ucm.es/info/fisatom/docencia/Masterfisica/Renovables/info%20complementaria/psicrometria.pdf>.
- "HUMIDIFICADORES.". 2011.  
<http://www.bionaire.com.mx/Category.aspx?cid=1281>.
- "HUMIDIFICADORES ADIABATICOS.". 2011.  
<http://sumair.ventilacion.com/humectacion/>.
- "HVAC.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac.html).
- "ÍNDICE DE RUIDO EN LA UNIDAD NEONATAL. SU IMPACTO EN RECIÉN NACIDOS.". 2011.  
[http://www.entornomedico.org/actapediatrica/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74&Itemid=107](http://www.entornomedico.org/actapediatrica/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=107).
- "INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.". 2011.  
<https://sites.google.com/site/instindunexpo2009i/primeras- asignacion/rojas-palacios-mendoza-garcia-blasini>.
- "MANUAL DE SOLUCIONES PARA AISLAMIENTO ACÚSTICO. DANOSA.". 2011.  
<http://portal.danosa.com/danosa/CMServlet?node=descAcust&lng=1&site=1&dbg=1>.
- "NORMAS ARGENTINAS.". 2011.  
<http://www.msal.gov.ar/pngcam/normas1.htm>.
- "presión sonora.". 2011.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n\\_sonora](http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_sonora).
- "REFRIGERACIÓN.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac/refrigeracion.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac/refrigeracion.html).
- "REFRIGERACIÓN RADIANTE.". 2011.  
<http://www.cliber.es/pdf/suelo-radiante/sistemas-de-refrescamiento-radiante.pdf>.
- "Rejilla de Extracción.". 2011.  
<http://www.vermont.com.mx/productos/50-rejillas-rhp--aluminio-rhpa--acero>.
- "Rejilla de Inyección.". 2011.  
<http://www.vermont.com.mx/productos/34-rejillas-dv3--aluminio>.

- "SENSOR DE CO2.". 2011.  
<http://www.henry-ch.com.cn/uploadfile/200910/20091027120132852.pdf>.
- "SENSOR DE HUMEDAD.". 2011.  
[http://extranet.schneider-electric.sk/download/TAC/Snimace/SHR100\\_EN.pdf](http://extranet.schneider-electric.sk/download/TAC/Snimace/SHR100_EN.pdf).
- "Sensor de Temperatura, REGELTECHNIK.". 2011.  
<http://www.stepsl.org/pdf/ss/Catalogo%20Parte%20Temperatura%202010.pdf>.
- "SENSORES DE HUMEDAD.". 2011.  
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/CIDGALLEGUILLOSc.pdf>.
- "Sistema de ventilación.". 2011.  
[http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish\\_pdf/SP\\_Sidewall\\_Prop\\_Rev3July04.pdf](http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish_pdf/SP_Sidewall_Prop_Rev3July04.pdf).
- "SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.". 2011.  
[http://esiatecamachalco.foroactivo.com/search?search\\_author=Irene+B.+P%C3%A9rez+N.+5AV1&show\\_results=posts](http://esiatecamachalco.foroactivo.com/search?search_author=Irene+B.+P%C3%A9rez+N.+5AV1&show_results=posts).
- "SONIDO.". 2011.  
[http://www.alphametrologia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=15](http://www.alphametrologia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=15).
- "SUELO RADIANTE.". 2011.  
<http://www.confortycalor.com/index.php?page=sistema-radiante>.
- "SUELO RADIANTE 14.". 2011.  
[http://www.elementoscalefactores.com/pdf/catalogos/cables\\_calefactores\\_paralelos.pdf](http://www.elementoscalefactores.com/pdf/catalogos/cables_calefactores_paralelos.pdf).
- "SUELO RADIANTE10.". 2011.  
<http://sarabastall.com/cale/cale.htm>.
- "SUELO RADIANTE11.". 2011.  
[http://www.sueloradiante.com/calefaccion\\_electrica.htm](http://www.sueloradiante.com/calefaccion_electrica.htm).
- "SUELO RADIANTE12.". 2011.  
<http://www.sueloradiante.com/sueloradiante.htm>.
- "SUELO RADIANTE13.". 2011.  
<http://www.calefaccioninteligente.com/Caracteristicas.html>.

- "SUELO RADIANTE2.". 2011.  
[http://www.construinter.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=183:innovacion-en-ceramica-para-el-ahorro-energetico&catid=1:materiales-sostenibles&Itemid=10](http://www.construinter.com/index.php?option=com_content&view=article&id=183:innovacion-en-ceramica-para-el-ahorro-energetico&catid=1:materiales-sostenibles&Itemid=10).
- "SUELO RADIANTE3.". 2011.  
<http://www.anecyc.com/productos/calefaccion-por-suelo-radiante/sistemas-radiantes-electricos.html>.
- "SUELO RADIANTE4.". 2011.  
[http://miclima.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=28](http://miclima.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=28).
- "SUELO RADIANTE5.". 2011.  
[http://www.elementoscalefactores.com/suelo\\_radiante/sueloradiante.htm](http://www.elementoscalefactores.com/suelo_radiante/sueloradiante.htm).
- "SUELO RADIANTE6.". 2011.  
[http://www.blansol.es/suelo\\_radiante/ventajas\\_sueloradiante.html](http://www.blansol.es/suelo_radiante/ventajas_sueloradiante.html).
- "SUELO RADIANTE7.". 2011.  
<http://www.sueloradiante.com/porque.htm>.
- "SUELO RADIANTE8.". 2011.  
<http://www.confortycalor.com/index.php?page=sistemas-radiantes-electricos>.
- "SUELO RADIANTE9.". 2011.  
[http://www.eurocable.es/esp/productos/calefaccion\\_suelos.php?h=2](http://www.eurocable.es/esp/productos/calefaccion_suelos.php?h=2).
- "TERMISTOR.". 2011.  
<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Automatizaci%C3%B3n/termistores.htm>.
- "TERMISTORES.". 2011.  
<http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO2.pdf>.
- "TERMOPAR.". 2011.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Termopar>.
- "TERMOPARES.". 2011.  
<http://www.all.honda-katowice.info/link-Termopar>.
- "TORRE DE ENFRIAMIENTO.". 2011.  
<http://www.rdz.it/prodotti.php?target=282>.
- "TORRE DE ENFRIAMIENTO2.". 2011.  
[http://www.rdz.it/soluzioni\\_zoom.php?top=1&cat=6&target=39](http://www.rdz.it/soluzioni_zoom.php?top=1&cat=6&target=39).

- "VENTILACIÓN.". 2011.  
[http://www.moeller.es/productos\\_soluciones/sectores/hvac/ventilacion.html](http://www.moeller.es/productos_soluciones/sectores/hvac/ventilacion.html).
- "VENTILACIÓN.". 2011.  
<http://es.scribd.com/doc/15603906/Apuntes-para-Ventilacion-y-Ventilacion-Forzada>.
- "VENTILACIÓN FORZADA.". 2011.  
<http://cfg20.files.wordpress.com/2007/05/ventilacion-2.pdf>.
- "ventilación natural.". 2011.  
[http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/HVAC#Natural\\_ventilation](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/HVAC#Natural_ventilation).
- "VENTILACIONES.". 2011.  
<http://www.humedadcontrolada.com/sistema-de-ventilacion-mecanica-forzada/>.
- "Ventilador Axial.". 2011.  
<http://www.greenheckmexico.com/products/fans/sidewall.php>.
- DEPARTAMENTO DE DEFENSA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. "HEATING, VENTILATING, AIR CONDITIONING, AND DEHUMIDIFYING SYSTEMAS." UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC) (2005).
- Edward Pita. Acondicionamiento De Aire. Ed. CECSA. Segunda Edicion ed. 2011.
- Ernst Neufert. EL ARTE DE PROYECTAR EN ARQUITECTURA. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1995.
- ESPOCH, Irma Cristina Lopez Perez, and Maria Gabriela Orejuela Tiaguaro. "DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA EL HOTEL ZEUS." Diss. ESPOCH INGENIERIA MECÁNICA, 2009.
- INAMHI ECUADOR. RADIACIÓN SOLAR. 2011.  
Ref Type: Personal Communication
- Instituto Politecnico Nacional de Mexico, et al. "TEORÍA DE CONTROL, AJUSTE DE CONTROLADORES INDUSTRIALES.".Ed. Instituto Politecnico Nacional de México. 2002., México DF.  
<http://www.publicaciones.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/28E3F800422177E2BF57FFDF4BB98CC/1293618C.PDF?MOD=AJPERES&CACHEID=28e3f800422177e2bf57ffdf4bb98ccd>.
- JG INGENIEROS. "CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.". 2011.

[www.jgingenieros.es/upload/file/f0000322.ppt](http://www.jgingenieros.es/upload/file/f0000322.ppt).

- McQuiston. Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado. Primera Edición ed. Limusa Wiley, 2006.
- MINISTERIO DE SALUD DE LA REPÚBLICA DE ARGENTINA. "NORMAS DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO EN TERAPIA INTENSIVA.":12-13.Ed. Programa Nacional de Garantía de la Calidad de la Atención Medica. 2001.  
[http://www.msal.gov.ar/pngcam/resoluciones/318\\_2001.pdf](http://www.msal.gov.ar/pngcam/resoluciones/318_2001.pdf).
- Perez Garcia. INSTRUMENTACIÓN\_ELECTRÓNICA. Segunda Edición ed. THOMSON, 2002.
- Sanchez R and UNIVERSIDAD DE CAMPECHE.
- "DESHUMIDIFICACIONES.". 2011.  
[http://www.riraas.net/documentacion/CD\\_03/PONENCIA07.pdf](http://www.riraas.net/documentacion/CD_03/PONENCIA07.pdf).
- SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD D.C. "MANUAL GUÍA PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS E INTERMEDIOS.". 2010.  
<http://www.saludcapital.gov.co/Descargas/7%20-%20MANUAL%20PARA%20EL%20DISE%20C3%91O%20DE%20UNIDAD%20DE%20CUIDADOS%20INTENSIVOS%20-%20AJUSTADA%20ABRIL%2027-2010%20UV.pdf>.
- THE INTENSIVE CARE SOCIETY. "STANDARDS FOR INTENSIVE CARE UNITS.". 1997.  
[http://www.ics.ac.uk/intensive\\_care\\_professional/standards\\_and\\_guidelines/standards\\_for\\_intensive\\_care\\_2007](http://www.ics.ac.uk/intensive_care_professional/standards_and_guidelines/standards_for_intensive_care_2007).
- Universidad Politécnica de Cataluña UPC and Luciano Cardenas Antogazzi. "NODO AUTÓNOMO PARA LA MEDIDA AMBIENTAL DE CO<sub>2</sub>, TEMPERATURA Y HUMEDAD.". 2008.  
<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5001/1/memoria.pdf>.
- Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans. "CONTROL DIGITAL.Problemas.". 2002.  
<http://www.ives.edu.mx/bibliodigital/Ingenierias/Libros%20Ingenieria/Automatica/Libro%20de%20Teoria%20de%20Control.%20Dise%20C3%B1o%20Electr%20B3nico/EE00301C.pdf>.

- Universidad Politécnica de Cataluña UPC, Luis Basañez Villalengua, and Pere Caminal Magrans. "CONTROL DIGITAL.Problemas tipos de Control.". 2002.  
<http://www.ives.edu.mx/bibliodigital/Ingenierias/Libros%20Ingenieria/Automatica/Libro%20de%20Teoria%20de%20Control.%20Dise%c3%bl0%20Electr%c3%b3nico/EE00303C.pdf>.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA.  
"AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL: SENSORES DE HUMEDAD.". 2001.  
<http://es.scribd.com/doc/55066935/Sensores-de-Humedad>.
- <http://www.amevec.mx/publicaciones/AMEVEC-BoletinEficienciaEnergetica.pdf>

# **ANEXO 1**

## **CÁLCULO DE CARGAS PARA LOS SUBSISTEMAS**

**CALCULO DE LAS CARGAS DE CALEFACCIÓN**  
**TABLA DE DATOS ESPECÍFICOS DE LAS SALAS DE UCI**

**TEMPERATURAS ESTABLECIDAS PARA LAS SALAS DE UCI**

<u>TEMPERATURAS</u>	Minimo °C	Maximo °C	Promedio °C	Minimo °F	Maximo °F	Promedio °F
Temperatura Interior	16,0000	28,0000	<u>22,0000</u>	60,8000	82,4000	71,6000
Temperatura Exterior	6,8000	27,0000	<u>16,9000</u>	44,2400	80,6000	62,4200

**TABLA DE COEFICIENTES TÉRMICOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA LOS ELEMENTOS DE LA SALA DE TERAPIA INTENSIVA		
	U	
PAREDES DE LADRILLO HUCO DOBLE CON 28 cm de Espesor para muros de una oja	1,35	W/m <sup>2</sup> *C
PUERTAS DE MADERA ATAMBORADA	3,5	W/m <sup>2</sup> *C
PUERTA DE ALUMINIO	5,18	W/m <sup>2</sup> *C
VENTANAS DE CRISTAL PLASTIFICADO	3,5	W/m <sup>2</sup> *C
ARANDELAS METALICAS	5,18	W/m <sup>2</sup> *C

**“HOSPITAL DISTRITAL DE BOGOTÁ”**

<u>AREAS Y MATERIALES</u>	<u>LARGO (M)</u>	<u>ALTO (M)</u>	<u>M cuadrados o Material</u>	CM cuadrados	FT cuadrados	IN cuadradas	Pies F
Area de paredes	77,8500	3,0000	233,5500	2335500,0000	2513,9322	362002,5000	
Area de ventanas	27,3500	1,0000	27,3500	273500,0000	294,3954	42392,5000	
Area de Arandelas			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Area de puerta de madera	0,9000	2,1000	1,8900	18900,0000	20,3440	2929,5000	
Area de puerta de metal	1,5000	2,1000	3,1500	31500,0000	33,9066	4882,5000	
Grosor de paredes							0,754
Grosor de Ventanas							0,016
Grosor puerta Metalica							0,180
Grosor de Puertas							0,193
Material de Paredes			Ladrillo				
Material de Ventanas			Cristal Plastificado				
Material de puertas Metalicas			Aluminio				
Material de puertas			Madera - Atamborada				
Material de Arandelas			Aluminio				
Volumen total de la Sala							
<u>Area total de la Sala</u>			<u>265,9400</u>				

<u>PERSONAL</u>	Personas
Numero de Pacientes	15
Numero de Auxiliares	4
Numero de Enfermeras	6
Numero de Medicos	3
<u>total</u>	<u>28</u>

**CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION POR TRANSMISION DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE LA SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS**

$QT=U*A*(ti-te)$

QT Perdida de calor por hora por transmision del elemento de construccion  
 A superficie del elemento de construccion  
 U coeficiente de transmision de calor W//m2\*C  
 Ti Temperatura interior de la sala C  
 TE Temperatura exterior de la sala C 6.8 dado por ASHRAE

	U	1,3500	W/m2 *C			U	3,5000	W/m2 *C			U	3,5000	W/m2 *C			U	5,1800	W/m2 *C			
PAREDES DE LADRILLO	A	233,5500	m2	PUERTAS DE MADERA	A	1,8900	m2	VENTANAS DE VIDRIO	A	27,3500	m2	PUERTA DE METAL	A	3,1500	m2	A	3,1500	m2			
	Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C	Ti	28,0000	°C	Ti	28,0000	°C
	Te	6,8000	°C		Te	16,9000	°C		Te	6,8000	°C		Te	16,9000	°C	Te	16,9000	°C	Te	16,9000	°C
	ti-te	21,2000	°C		ti-te	11,1000	°C		ti-te	21,2000	°C		ti-te	11,1000	°C	ti-te	11,1000	°C	ti-te	11,1000	°C
	QT	6.684,2010	W		Q	73,4265	W		Q	2.029,3700	W		Q	181,1187	W	Q	181,1187	W			
Perdidas totales por Trnsmision de Calor					9,041,5427	W						9,0415	Kw								

SUMARIO DE CARGAS	[KW]
CARGA TRANSMISION	9,0415
CARGA INFILTRACION	0,0289
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO	0,5
TOTAL	9,5705
10% Factor de Seguridad	0,9570
TOTAL MAS 10% (Factor de Seguridad)	10,5275

**CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION POR INFILTRACION O VENTILACION NATURAL DE LA SALA**

$Qrh=1.23*Q*(Tr - Th)$

Qrh Carga por intercambio de aire KW  
 Th Temperatura exterior C  
 Tr Temperatura de dise;o de la salaC  
 Q Caudal de aire L/S es decir  $Q=(\text{volumen interno de la sala}/ 3600)$

SALA COMPLETA	Volumen sala	3.996,0000	m3
	Q	1,1100	
	Th	6,8000	°C
	Tr	28,0000	°C
	Tr - Th	21,2000	°C
	Qrh	28,9444	W
	Qrh	0,0289	Kw

**“HOSPITAL IESS AMBATO”**

<b><u>AREAS Y MATERIALES</u></b>	<b><u>LARGO</u></b> <b><u>(M)</u></b>	<b><u>ALTO (M)</u></b>	<b><u>M cuadrados o Material</u></b>	<b>CM cuadrados</b>	<b>FT cuadrados</b>	<b>IN cuadradas</b>	<b>Pies Ft</b>
Area de paredes	196,0000	3,0000	588,0000	5880000,0000	6329,2320	911400,0000	
Area de ventanas	77,0000	1,0000	77,0000	770000,0000	828,8280	119350,0000	
Area de Arandelas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Area de puerta de madera	0,9200	2,1600	1,9872	19872,0000	21,3902	3080,1600	
Area de puerta de metal	2,8100	3,0000	8,4300	84300,0000	90,7405	13066,5000	
Grosor de paredes							0,7546
Grosor de Ventanas							0,0164
Grosor puerta Metalica							0,1804
Grosor de Puertas							0,1936
Material de Paredes			Ladrillo				
Material de Ventanas			Cristal Plastificado				
Material de puertas Metalicas			Aluminio				
Material de puertas			Madera - Atamborada				
Material de Arandelas			Aluminio				
Volumen total de la Sala							
<b><u>Area total de la Sala</u></b>			<b><u>675,4172</u></b>				

<b><u>PERSONAL</u></b>	<b>Personas</b>
Numero de Pacientes	9
Numero de Auxiliares	3
Numero de Enfermeras	4
Numero de Medicos	2
<b><u>total</u></b>	<b><u>18</u></b>

**CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION POR INFILTRACION O VENTILACION NATURAL DE LA SALA**

$$Q_{rh} = 1.23 * Q * (T_r - T_h)$$

$Q_{rh}$  Carga por intercambio de aire KW  
 $T_h$  Temperatura exterior C  
 $T_r$  Temperatura de dise;o de la salaC  
 $Q$  Caudal de aire L/S es decir  $Q = (\text{volumen interno de la sala} / 3600)$

Q T A U T I T E
PAREDES DE LADRILLO

SALA COMPLETA	Volumen sala	3.996,0000	m <sup>3</sup>
	Q	1,1100	
	$T_h$	6,8000	°C
	$T_r$	28,0000	°C
	$T_r - T_h$	21,2000	°C
	<u><math>Q_{rh}</math></u>	<u>28,9444</u>	<u>W</u>
	<u><math>Q_{rh}</math></u>	<u>0,0289</u>	<u>Kw</u>

J	5,1800	W/m <sup>2</sup> *C
A	8,4300	m <sup>2</sup>
$T_i$	28,0000	°C
$T_e$	16,9000	°C
$T_{te}$	11,1000	°C
Q	484,7081	W

SUMARIO DE CARGAS		[KW]
CARGA TRANSMISION		23,1811
CARGA INFILTRACION		0,0289
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO		0,5
TOTAL		23,7100
10% Factor de Seguridad		2,3710
TOTAL MAS 10% (Factor de Seguridad)		26,0810

**“HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO”**

<u>AREAS Y MATERIALES</u>	<u>LARGO</u> <u>(M)</u>	<u>ALTO (M)</u>	<u>M cuadrados o Material</u>	CM cuadrados	FT cuadrados	IN cuadradas	Pies Ft
Area de paredes	157,0000	2,5000	392,5000	3925000,0000	4224,8700	608375,0000	
Area de ventanas	97,3000	1,0000	97,3000	973000,0000	1047,3372	150815,0000	
Area de Arandelas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Area de puerta de madera	1,4000	2,0000	2,8000	28000,0000	30,1392	4340,0000	
Area de puerta de metal	1,8000	2,4000	4,3200	43200,0000	46,5005	6696,0000	
Grosor de paredes							0,6562
Grosor de Ventanas							0,1640
Grosor puerta Metalica							0,1640
Grosor de Puertas							0,1640
Material de Paredes			Ladrillo				
Material de Ventanas			CRISTAL				
Material de puertas Metalicas			Aluminio				
Material de puertas			Madera - Atamborada				
Material de Arandelas			Aluminio				
Volumen total de la Sala							
<u>Area total de la Sala</u>			<u>1095,0000</u>				

<u>PERSONAL</u>	Personas
Numero de Pacientes	21
Numero de Auxiliares Adm	5
Numero de Auxiliares Med	21
Numero de Enfermeras	38
Numero de Medicos	13
Fisioterapistas	4
<u>total</u>	<u>102</u>

CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION POR TRANSMISION DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE LA SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS															
QT=U*A*(ti-te)															
QT	Perdida de calor por hora por transmision del elemento de construccion														
A	superficie del elemento de construccion														
U	coeficiente de transmision de calor W/m2*C														
TI	Temperatura interior de la sala C														
TE	Temperatura exterior de la sala C 6.8 dado por ASHRAE														
PAREDES DE LADRILLO	U	1,3500	W/m2 *C	PUERTAS DE MADERA	U	3,5000	W/m2 *C	VENTANAS DE VIDRIO	U	3,5000	W/m2 *C	PUERTA DE METAL	U	5,1800	W/m2 *C
	A	392,5000	m2		A	2,8000	m2		A	97,3000	m2		A	4,3200	m2
	Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C		Ti	28,0000	°C
	Te	6,8000	°C		Te	16,9000	°C		Te	6,8000	°C		Te	16,9000	°C
	ti-te	21,2000	°C		ti-te	11,1000	°C		ti-te	21,2000	°C		ti-te	11,1000	°C
	QT	11,233,3500	W		Q	108,7800	W		Q	7,219,6600	W		Q	248,3914	W
Perdidas totales por Tmasmision de Calor					18,918,9614	W									
					18,9190	Kw									

**CALCULO DE LA CARGA DE CALEFACCION POR INFILTRACION O VENTILACION NATURAL DE LA SALA**

$$Q_{rh} = 1.23 * Q * (T_r - T_h)$$

$Q_{rh}$  Carga por intercambio de aire KW  
 $T_h$  Temperatura exterior C  
 $T_r$  Temperatura de dise;o de la salaC  
 $Q$  Caudal de aire L/S es decir  $Q = (\text{volumen interno de la sala} / 3600)$

SALA COMPLETA	Volumen sala	2.725,0000	m3
	Q	0,7569	
	$T_h$	6,8000	°C
	$T_r$	28,0000	°C
	$T_r - T_h$	21,2000	°C
	<u><math>Q_{rh}</math></u>	<u>19,7381</u>	<u>W</u>
	<u><math>Q_{rh}</math></u>	<u>0,0197</u>	<u>Kw</u>

SUMARIO DE CARGAS	[KW]
CARGA TRANSMISION	18,9190
CARGA INFILTRACION	0,0197
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO	0,5
TOTAL	19,4387
10% Factor de Seguridad	1,9439
TOTAL MAS 10% (Factor de Seguridad)	21,3826

## CALCULO DE LAS CARGAS DE REFRIGERACIÓN

### “HOSPITAL DISTRITAL DE BOGOTÁ”

#### CALCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACION POR TRANSMISION DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE LA SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS

$$QT=U*A*(te-ti)$$

QT Perdida de calor por hora por transmision del elemento de construccion  
 A superficie del elemento de construccion  
 U coeficiente de transmision de calor W/m2\*C  
 Ti Temperatura interior de la sala C  
 TE Temperatura exterior de la sala C 21.9 DADO POR ASHRAE

	U	1,3500	W/m2 *C			U	3,5000	W/m2 *C		U	3,5000	W/m2 *C		U	5,1800	W/m2 *C		
PAREDES DE LADRILLO	A	233,5500	m2		PUERTAS DE MADERA	A	1,8900	m2		VENTANAS DE VIDRIO	A	27,3500	m2		PUERTA DE METAL	A	3,1500	m2
	Ti	16,0000	°C			Ti	16,0000	°C			Ti	16,0000	°C			Ti	16,0000	°C
	Te	21,9000	°C			Te	21,9000	°C			Te	21,9000	°C			Te	21,9000	°C
	ti-te	5,9000	°C			ti-te	5,9000	°C			ti-te	5,9000	°C			ti-te	5,9000	°C
	QT	1,860,2258	W			Q	39,0285	W			Q	564,7775	W			Q	96,2703	W
	Perdidas totales por Trasmision de Calor					2,599,3306	W					2,5993	Kw					

#### CALCULO DE LA CARGA INTERNA DEBIDO A ILUMINACION

$$Qel=W*Ful*Fsa$$

Qel	carga debido a iluminacion	
Ful	1	factor de uso, generalmente 1
Fsa	potencia del reactor / w de la lampara	
Preactor	23	
W de lampara	85	Lampara fluorescente Sylvania T12- de alta luminosidad (HO). Denominacion F85w/ALV,,,,F85w/BRP,,,,
Fsa	0,270588235	
Qel	23	<u>W</u>

<b>CARGA POR EQUIPO RELACIONADO</b>		
SE ESCOGE UNA POTENCIA DE VENTILADOR ESTANDAR		
Q	250	W

<b>CALCULO CARGA INTERNA DEBIDO A RESISTENCIA ELECTRICA</b>			
$Q=Pn$			
Q	2695	W	

Enciclopedia de la climatizacion CEAC Cap 4 Pag 78

<b>CALCULO DE CARGA DE REFRIGERACION POR INFILTRACION DE AIRE</b>								
$Q=0,577WH^{1.5}*(Qs/A)(1/Rs)$								
Q	Carga sensible y latente de calor Kw							
Qs/A	Carga de calor sensible de infiltracion por metro cuadrado de la puerta abierta Kw/m2							
W	ancho de la puerta							
Rs	Relacion de calor sensible de ganancia de calor de aire infiltrado							
E	Eficacia del dispositivo de proteccion de puerta							
H	alto de la puerta							
Qs/a	41 Kw/m tabla fig 1.11		tesis benavides carrasco					
Rs	0,076 tabla 1,8		tesis benavides carrasco					
PUERTAS DE MADERA			PUERTA METALICA					
Qs/A	41		Qs/A	41				
Rs	0,076		Rs	0,076				
W	0,9000	m	W	1,5000	m			
H	2,1000	m	H	2,1000	m			
H <sup>1.5</sup>	3,0432		H <sup>1,5</sup>	3,0432				
Q	4,924302385	Kw	Q	8,207170642	Kw			
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Qt</td> <td style="text-align: center;">18,05578</td> <td style="text-align: center;">Kw</td> </tr> </table>						Qt	18,05578	Kw
Qt	18,05578	Kw						

CARGA TOTAL DE REFRIGERACION		
CARGA DE TRANSMISION MAS 20%	2,651317161	Kw
CARGA DE PRODUCTO	0	Kw
CARGA INTERNA(iluminacion+ R electrica)	2,718	Kw
CARGA POR INFILTRACION	18,05577541	Kw
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO	0,25	Kw
TOTAL	23,67509257	Kw
TOTAL MAS 10% (factor de seguridad)	23,9118435	Kw

## “HOSPITAL IESS AMBATO”

### CALCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACION POR TRANSMISION DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE LA SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS

$$QT=U*A*(te-ti)$$

QT A U TI TE	Perdida de calor por hora por transmision del elemento de construccion superficie del elemento de construccion coeficiente de transmision de calor W//m2*C Temperatura interior de la sala C Temperatura exterior de la sala C 21.9 DADO POR ASHRAE																						
PAREDES DE LADRILLO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>U</td><td>1,3500</td><td>W/m2 *C</td></tr> <tr><td>A</td><td>588,0000</td><td>m2</td></tr> <tr><td>Ti</td><td>16,0000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Te</td><td>21,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>ti-te</td><td>5,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td><b>QT</b></td><td><b>4.683.4200</b></td><td><b>W</b></td></tr> </table>	U	1,3500	W/m2 *C	A	588,0000	m2	Ti	16,0000	°C	Te	21,9000	°C	ti-te	5,9000	°C	<b>QT</b>	<b>4.683.4200</b>	<b>W</b>				
U	1,3500	W/m2 *C																					
A	588,0000	m2																					
Ti	16,0000	°C																					
Te	21,9000	°C																					
ti-te	5,9000	°C																					
<b>QT</b>	<b>4.683.4200</b>	<b>W</b>																					
PUERTAS DE MADERA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>U</td><td>3,5000</td><td>W/m2 *C</td></tr> <tr><td>A</td><td>1,9872</td><td>m2</td></tr> <tr><td>Ti</td><td>16,0000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Te</td><td>21,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>ti-te</td><td>5,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td><b>Q</b></td><td><b>41.0357</b></td><td><b>W</b></td></tr> </table>	U	3,5000	W/m2 *C	A	1,9872	m2	Ti	16,0000	°C	Te	21,9000	°C	ti-te	5,9000	°C	<b>Q</b>	<b>41.0357</b>	<b>W</b>				
U	3,5000	W/m2 *C																					
A	1,9872	m2																					
Ti	16,0000	°C																					
Te	21,9000	°C																					
ti-te	5,9000	°C																					
<b>Q</b>	<b>41.0357</b>	<b>W</b>																					
VENTANAS DE VIDRIO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>U</td><td>3,5000</td><td>W/m2 *C</td></tr> <tr><td>A</td><td>77,0000</td><td>m2</td></tr> <tr><td>Ti</td><td>16,0000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Te</td><td>21,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>ti-te</td><td>5,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td><b>Q</b></td><td><b>1.590.0500</b></td><td><b>W</b></td></tr> </table>	U	3,5000	W/m2 *C	A	77,0000	m2	Ti	16,0000	°C	Te	21,9000	°C	ti-te	5,9000	°C	<b>Q</b>	<b>1.590.0500</b>	<b>W</b>				
U	3,5000	W/m2 *C																					
A	77,0000	m2																					
Ti	16,0000	°C																					
Te	21,9000	°C																					
ti-te	5,9000	°C																					
<b>Q</b>	<b>1.590.0500</b>	<b>W</b>																					
PUERTA DE METAL	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>U</td><td>5,1800</td><td>W/m2 *C</td></tr> <tr><td>A</td><td>8,4300</td><td>m2</td></tr> <tr><td>Ti</td><td>16,0000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>Te</td><td>21,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td>ti-te</td><td>5,9000</td><td>°C</td></tr> <tr><td><b>Q</b></td><td><b>257.6377</b></td><td><b>W</b></td></tr> </table>	U	5,1800	W/m2 *C	A	8,4300	m2	Ti	16,0000	°C	Te	21,9000	°C	ti-te	5,9000	°C	<b>Q</b>	<b>257.6377</b>	<b>W</b>				
U	5,1800	W/m2 *C																					
A	8,4300	m2																					
Ti	16,0000	°C																					
Te	21,9000	°C																					
ti-te	5,9000	°C																					
<b>Q</b>	<b>257.6377</b>	<b>W</b>																					
Perdidas totales por Trasmision de Calor		6.613,1790	W																				
		6.6132	Kw																				

### CALCULO CARGA INTERNA DEBIDO A RESISTENCIA ELECTRICA

$$Q=Pn$$

Q	2695	W	
---	------	---	--

Enciclopedia de la climatizacion CEAC Cap 4 Pag 78

### CARGA POR EQUIPO RELACIONADO

SE ESCOGE UNA POTENCIA DE VENTILADOR ESTANDAR

Q	250	W	
---	-----	---	--

**CALCULO DE LA CARGA INTERNA DEBIDO A ILUMINACION**

$$Q_{el} = W * Ful * Fsa$$

Qel	carga debido a iluminacion		
Ful	1	factor de uso, generalmente 1	
Fsa	potencia del reactor / w de la lampara		
Preactor	23		
W de lampara	85	Lampara fluorescente Sylvania T12- de alta luminosidad (HO). Denominacion F85w/ALV,,,,F85w/BRP,,,, F85w/LDP	
Fsa	0,270588235		
Qel	23	<u>W</u>	

Q  
Qs/A  
W  
Rs

E  
H

Qs/a  
Rs

Qs  
F  
V  
I  
H^  
C

CARGA TOTAL DE REFRIGERACION		
CARGA DE TRANSMISION MAS 20%	6,7454426	Kw
CARGA DE PRODUCTO	0	Kw
CARGA INTERNA(iluminacion+ R electrica)	2,718	Kw
CARGA POR INFILTRACION	36,75393639	Kw
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO	0,25	Kw
TOTAL	46,46737899	Kw
TOTAL MAS 10% (factor de seguridad)	46,93205278	Kw



<b>CALCULO CARGA INTERNA DEBIDO A RESISTENCIA ELECTRICA</b>			
$Q=Pn$			
Q	2695	W	

Enciclopedia de la climatizacion CEAC Cap 4 Pag 78

<b>CARGA POR EQUIPO RELACIONADO</b>		
SE ESCOGE UNA POTENCIA DE VENTILADOR ESTANDAR		
Q	250	W

**CALCULO DE CARGA DE REFRIGERACION POR INFILTRACION DE AIRE**

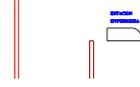
$$Q=0,577WH^{(1.5)}*(Qs/A)(1/Rs)$$

Q	Carga sensible y latente de calor Kw		
Qs/A	Carga de calor sensible de infiltracion por metro cuadrado de la puerta abierta Kw/m2		
W	ancho de la puerta		
Rs	Relacion de calor sensible de ganancia de calor de aire infiltrado		
E	Eficacia del dispositivo de proteccion de puerta		
H	alto de la puerta		
Qs/a	41 Kw/m2	tabla fig 1.11	tesis benavides carrasco
Rs	0,076	tabla 1,8	tesis benavides carrasco
<b>PUERTAS DE MADERA</b>			<b>PUERTA METALICA</b>
Qs/A	41		Qs/A 41
Rs	0,076		Rs 0,076
W	1,4000	m	W 1,8000 m
H	2,0000	m	H 2,4000 m
H^1.5	2,8284		H^1,5 3,7181
Q	7,11944749	Kw	Q 12,032687 Kw
<b>Qt 26,27158 Kw</b>			

CARGA TOTAL DE REFRIGERACION		
CARGA DE TRANSMISION MAS 20%	5,490838847	Kw
CARGA DE PRODUCTO	0	Kw
CARGA INTERNA(iluminacion+ R electrica)	2,718	Kw
CARGA POR INFILTRACION	26,27158226	Kw
CARGA POR EQUIPO RELACIONADO	0,25	Kw
TOTAL	34,73042111	Kw
TOTAL MAS 10% (factor de seguridad)	35,07772532	Kw

# **ANEXO 2**

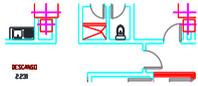
## **PLANOS Y ÁREAS DE LOS HOSPITALES**



**PLANO DE SALA DE TERAPIA INTENSIVA “HOSPITAL EUGENIO ESPEJO”**

**SALA DE TERAPIA INTENSIVA “HOSPITAL DISTRITAL DE BOGOTÁ”**

## SALA DE TERAPIA INTENSIVA HOSPITAL IESS AMBATO

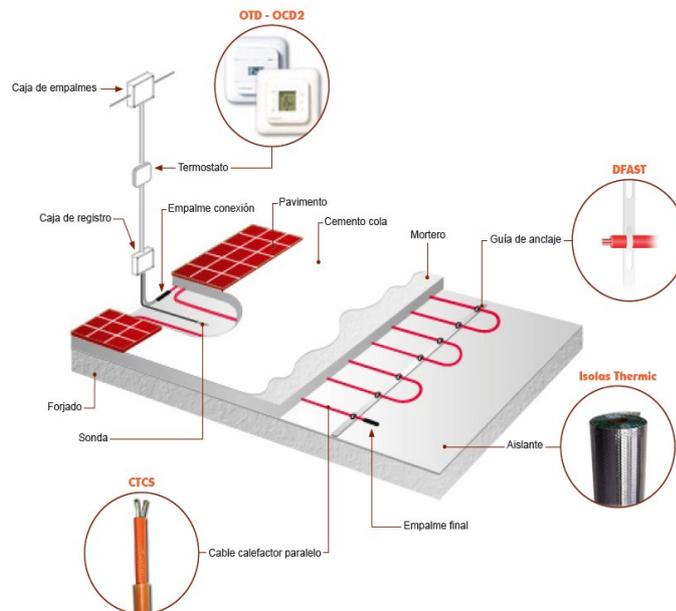


# **ANEXO 3**

# **GUÍA DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE ELÉCTRICO**

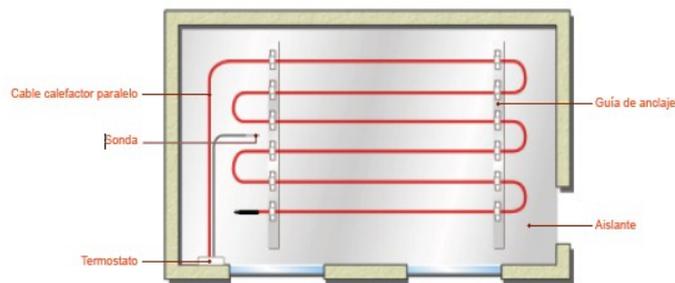
El suelo radiante eléctrico (ELEMENTOS CALEFACTORES AS), es un sistema de calefacción a baja temperatura, que consiste en integrar un cable calefactor en el suelo. Este cerramiento provoca la emisión de calor por irradiación, el procedimiento de calefacción por excelencia, pues no precisa ningún medio de transmisión.

En el esquema se muestran todos los dispositivos y complemento que componen el sistema.



### **MATERIAL RECOMENDADOS PARA SUELO RADIANTE ELÉCTRICO**

- CTCS: Cable calefactor paralelo potencia, que permite ser cortado a medida según las necesidades del proyecto.
- ISOLA THERMIC: Lamina de aislamiento de burbuja de aire, con doble capa de aluminio en ambas caras.
- DFAST\_01: Guía de colocación de cables calefactores. Facilita la colocación del cable, y mantiene la posición del cable calefactor durante el vertido del mortero
- OTD2\_1999: Elemento de control del sistema de calefacción radiante.



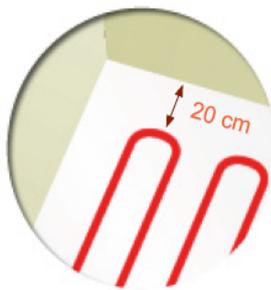
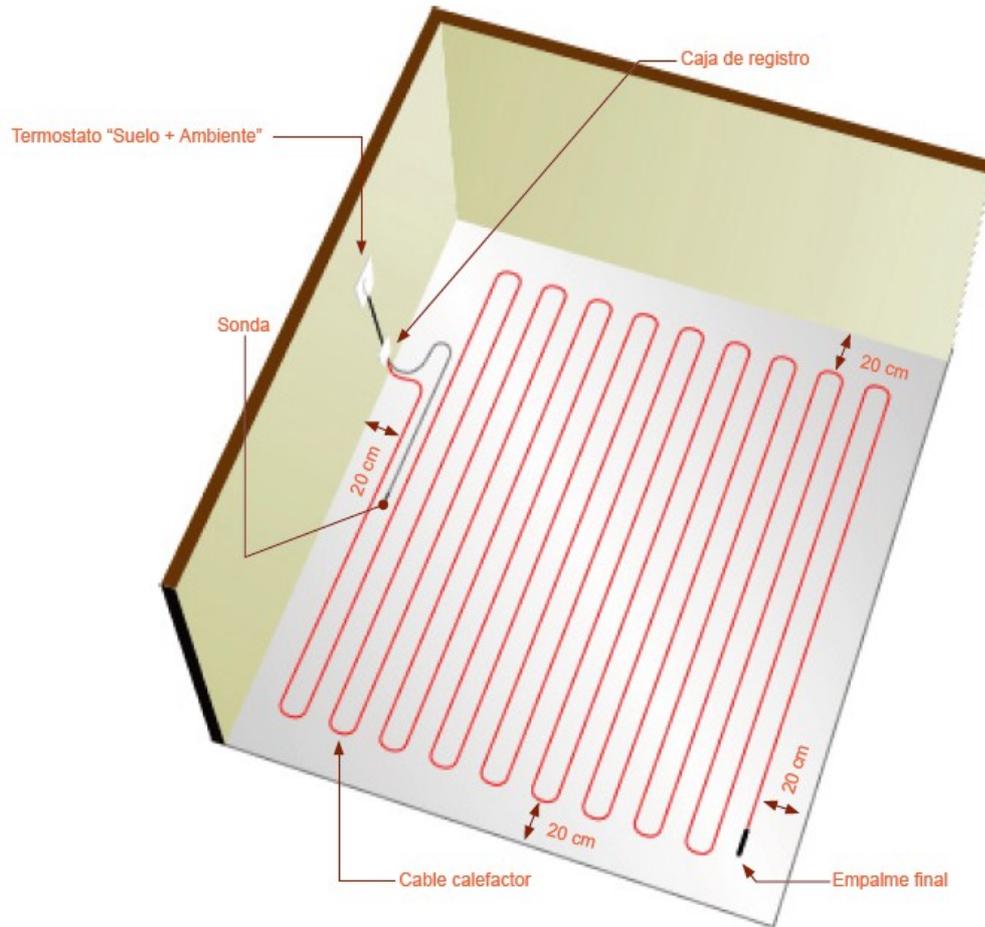
## **REQUISITOS DE INSTALACIÓN**

Para que el sistema de calefacción por suelo radiante eléctrico, funcione siempre correctamente, se aconseja respetar una serie de sencillas indicaciones:

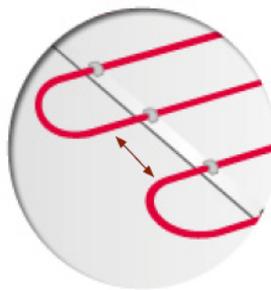
- Es obligatoria una protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA) para cada circuito de calefacción mediante cables calefactores.  
Cuando el cable calefactor tenga una armadura o cuando el termostato tenga una envoltura metálica, ambas deberán conectarse a tierra mediante un conductor de protección de sección igual al conductor de fase.
- Cubrir toda la superficie de la estancia con la lámina de aislamiento.
- Antes de colocar el cable calefactor, comprobar su continuidad con la ayuda de un multímetro.
- El circuito de calefacción se subdividirá en circuitos según los criterios de ITC-BT-25, en función de la simultaneidad de uso, distancia y otros criterios de seguridad, etc., con un máximo de 25ª por fase y circuito. Cada circuito estará protegido por un interruptor automático de corte omnipolar.
- Instalar el circuito sobre el 80% de la estancia, dejando una banda perimetral de aproximadamente 20 centímetros.
- Para hacer la conexión a red y el empalme final, siga los pasos apropiados en la sección de instalación.
- Antes de cubrir el elemento calefactor, se comprobará la continuidad del circuito. Una vez cubierto el cable, y con anterioridad a la colocación del pavimento, se comprobará el aislamiento eléctrico respecto a tierra que deberá ser igual o superior a 250.000 ohmios.
- Dejar secar el mortero 2 o 3 días y colocar el pavimento.
- Hacer la conexión del cable calefactor al termostato o elemento de control, siguiendo las pautas indicando para cada dispositivo.

- Se aconseja dejar fraguar el mortero de 15 a 20 días, antes de poner en marcha el sistema de calefacción. **CÁLCULO**

### **ESQUEMA DE SUELO RADIANTE**



1. Dejar una banda perimetral de aproximadamente 20 centímetros, para evitar que el calor se disipe a las paredes.

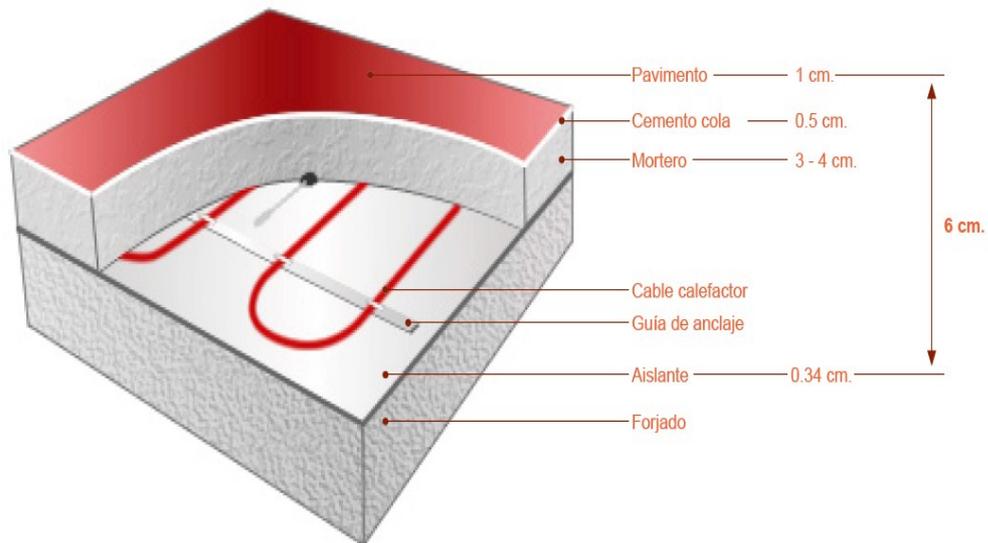


2. Respetar la separación de curvas, tal y como se especifica en el presupuesto.



3. Seguir las pautas indicadas en el manual de instalación, para hacer las conexiones.

## **GROSOR MÍNIMO RECOMENDADO**



## **CALCULAR LA POTENCIA DE LA ESTANCIA**

La distribución y cálculo de la calefacción en edificaciones la realizaremos considerando las diferentes estancias individualmente, para obtener el mayor rendimiento con el mínimo consumo.

En primer lugar calculamos la potencia que requiere la estancia dependiendo de las dimensiones y la zona climática en la cual esté situada.

En zonas climáticas con temperaturas mínimas superiores a los 10 °C, la densidad de carga será entre 90 y 110 W/m<sup>2</sup> y en aquellas zonas donde la temperatura mínima rodee o sea inferior a los 0°C será de 150 a 200 W/m<sup>2</sup>.

Para una mayor exactitud de la potencia necesaria se recomienda utilizar los procedimientos completos para sistemas de calefacción.

Considerando la potencia total que requiere la estancia podremos elegir el tipo de cable calefactor paralelo que se requiere instalar y la longitud del mismo.

## **CALCULO DEL ÁREA ÚTIL DE LAS ESTANCIAS**

Debemos tener en cuenta los siguientes parámetros descritos a continuación: el área útil de la estancia, la separación entre el cable la longitud de las curvas, y la potencia del cable a instalar.

Calculamos la longitud del cable a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{au^2 * 1.000}{s} + Lc = Lt$$

Dónde:

Au: área útil de la estancia (m<sup>2</sup>)

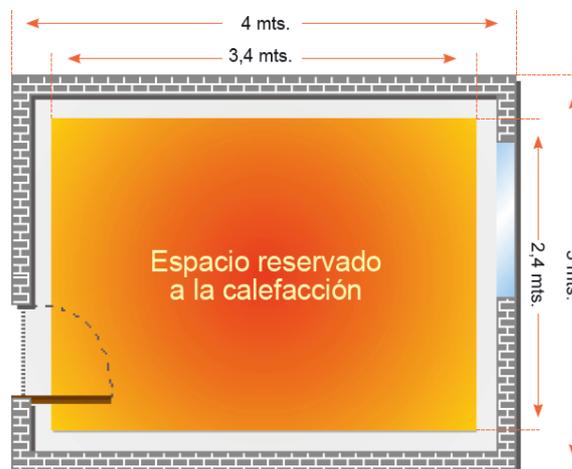
S: Separación entre tiradas (mm)

Lc: longitud de curvas (m)

Lt: longitud total del cable (m)

### **ÁREA ÚTIL DE LA ESTANCIA**

Para calcular el área que utilizaremos para instalar el cable calefactor paralelo delimitaremos el espacio, dentro de cada estancia. Con ello evitaremos pérdidas innecesarias por disipación en las paredes, y por otro lado protegemos al mobiliario de posibles deterioros.



$$au = 3,4 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ m}^2 = 8,16 \text{ m}^2$$

### **SEPARACIÓN ENTRE TIRADAS**

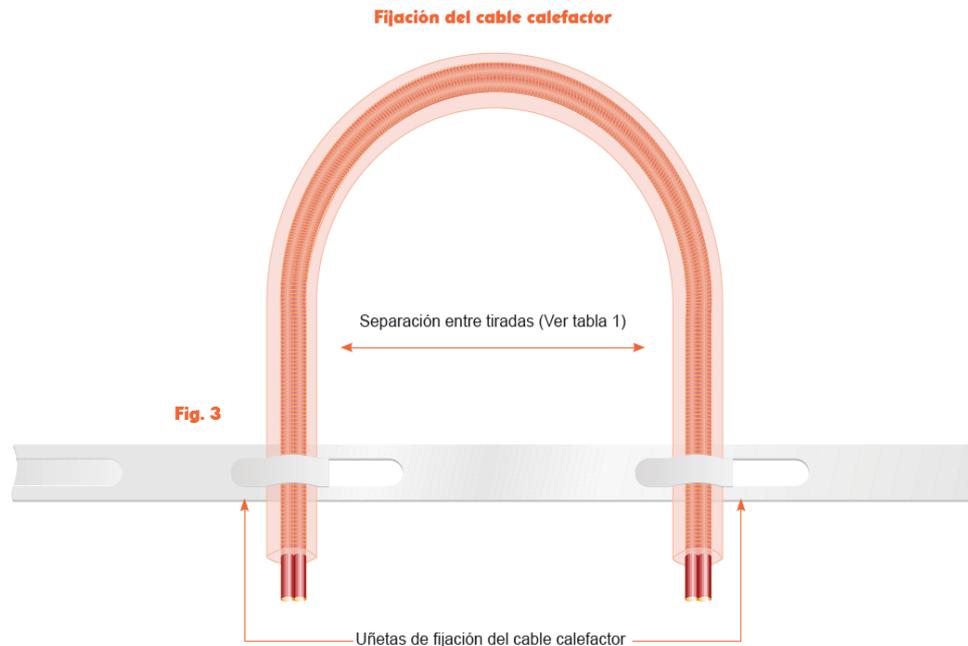
Esta separación será en cualquier caso como máximo de 175mm. A partir de aquí las posibilidades de separación son múltiples (ver tabla 1) hasta llegar a un mínimo de 75mm.

	S1	S2	S3	S4	S5
Separación (mm)	75	100	125	150	175
Curva Lc1 (mm)	150	180	220	270	315

TABLA 1

### **LONGITUD DE CURVAS**

La longitud de curvas es el tramo de cable que une una tirada con otra, según la separación que se elija (tabla 1), de forma que para el cálculo de la longitud total del cable también deberemos tener en cuenta dichas curvas.



### **CÁLCULO DE LONGITUD DE CURVAS**

Para calcular la longitud de curvas utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\frac{L1 * Lc1}{S * 1000} = Lc$$

Donde tenemos que:

L1= longitud de la zona útil perpendicular a la ventana (mm). (Ver fig. 4)

Lc1= Longitud de la curva según la separación (mm). (Ver tabla 1)

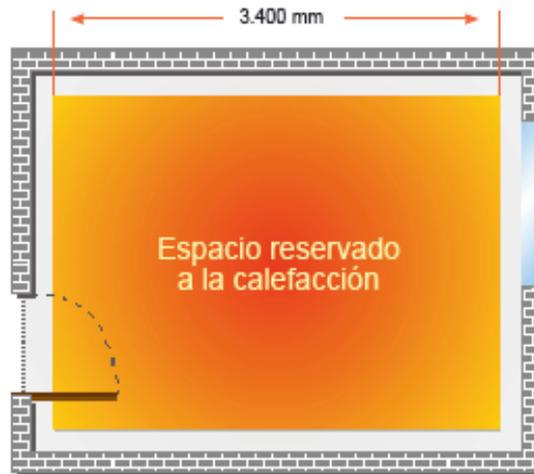
S= Separación entre tiradas (mm) (ver tabla 1)

Lc= longitud total de las curvas (m)

EJEMPLO:

Para este ejemplo se utilizara el valor S2 de la tabla 1:

$$\frac{3.400 \text{ mm} * 180 \text{ mm}}{100 * 1.000} = 6,12\text{m}$$



### **TIPOS DE CABLE**

Dependiendo de la longitud que hayamos obtenido podemos elegir, según nos convenga, la potencia por metro lineal del cable paralelo.

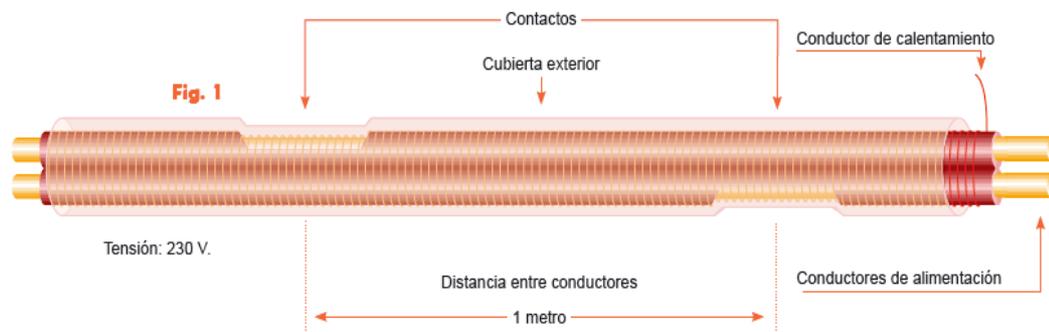
Para escoger el tipo de cable más adecuado se debe considerar que la longitud del cable por la cantidad de potencia nos dará la capacidad total del cable y esta potencia deberá ser consistente con la potencia calculada para el recinto.

Por ejemplo si se escoge un cable paralelo CTCS250/15 de 15W/m y se tiene una longitud de 87,72m, la potencia total que nos dará ese cable será de 1315,8W para poder escoger el cable más adecuado se puede referir al catálogo de cables paralelo (ELEMENTOS CALEFACTORES AS) para poder escoger el cable que se ajuste a las necesidades del sistema.

### **CABLE CALEFACTOR PARALELO**

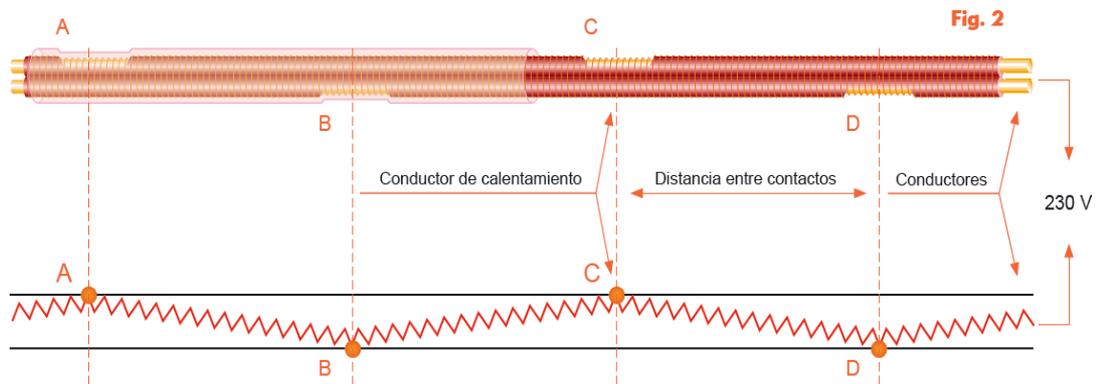
El cable calefactor paralelo está diseñado específicamente para sistemas de calefacción por suelo radiante.

La constitución de este tipo de cable se basa en el arrollamiento del hilo paralelo (de una determinada sección). El conductor de calentamiento va realizando una serie de contactos, alternativamente, sobre el conductor paralelo, formando una serie de resistencias en paralelo alimentadas por el conductor, teniendo una potencia por metro lineal constante, incluso al cortarlo a medida para adaptarse a las necesidades del proyecto.

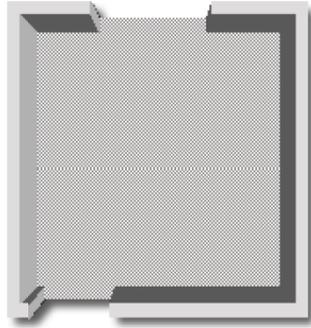


Al aplicar tensión entre los dos conductores del cable calefactor, el hilo calefactor recibe esta misma tensión entre los puntos de contacto: A-B, B-C, C-D, etc. Esto hace que la potencia de entrega por metro lineal de cable, sea constante e independiente de la longitud del mismo.

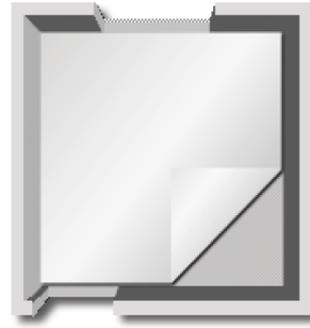
Este tipo de cable, permite que pueda ser cortado y terminado a medida durante su aplicación, a cualquier longitud múltiple de la distancia entre contactos.



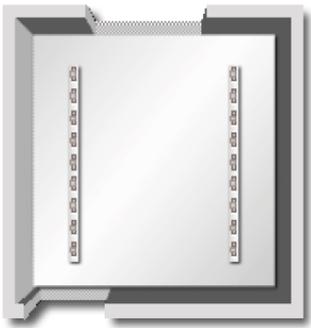
**NORMAS BÁSICAS PARA UNA CORRECTA INSTALACIÓN DE SUELO  
RADIANTE**



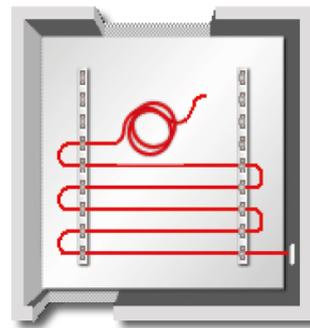
1.- Limpiar la superficie del suelo del recinto, para evitar que haya algún objeto punzante que pueda dañar la lámina de aislante o el cable calefactor



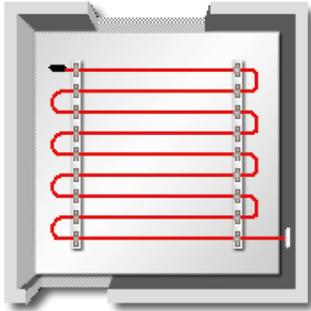
2.- Colocar las láminas de aislante, cubriendo el total de la superficie, para evitar fugas de calor innecesarias. Si es necesario pondremos trozos de lámina allí donde se haya podido poner laminas enteras,



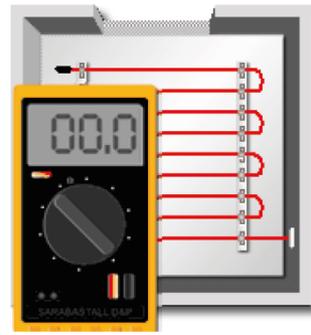
3.- Colocar las guías separadas a una distancia de 1 o 1,5m. Fijar la guía encima del aislante, con la ayuda de las cintas adhesivas con refuerzo de fibra de vidrio. Si en el recinto hay ventanas pondremos las guías, perpendiculares a estas.



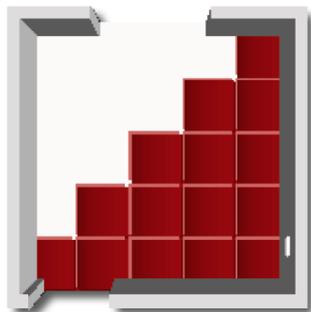
4. Realizar el tendido del cable calefactor, procurando que no se cruce con otros cables o conducciones. Si los hubiera, estos deberán pasar lo más cerca de las paredes, y estar recubiertos por mortero, y nunca cubiertos por materiales aislantes.



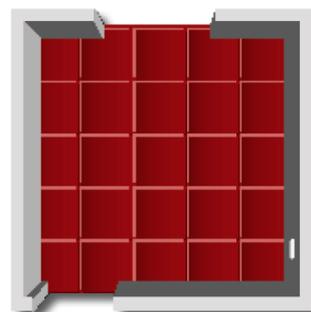
5.-Concluido el trazado del cable calefactor, y una vez comprobado que esta bien anclado a la guía, sellamos una de los extremos con tubos termoretráctiles, y concretaremos el otro extremo a la caja de registro.



6.- Los cables generalmente salen verificados de fábrica, pero es importante verificar los mismos antes y después de taparlos con mortero, se debe comprobar su continuidad y aislamiento



7.- Cubriremos la instalación con un grueso de mortero de 3 o 4 cm. Cuando haya fraguado al mortero, de 2 a 3 días, nos dispondremos a poner el cemento cola para asentar el pavimento



8.-Terminada la instalación, no se encenderá la calefacción durante un periodo mínimo de 15 días, para evitar que el suelo se agriete.

### **MEDIDAS DE PRECAUCIÓN**

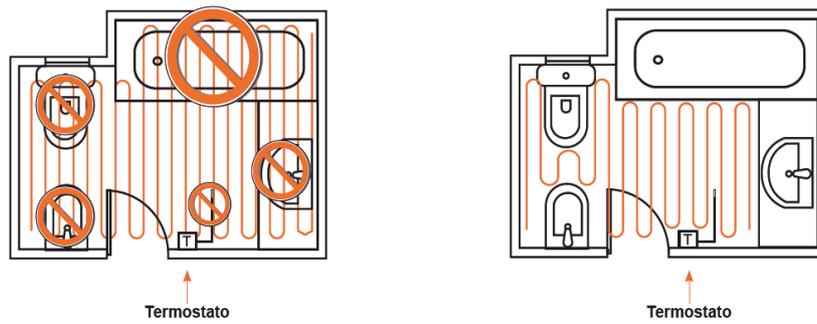
Estas son algunas de las medidas de precaución, que se deben tener en cuenta para garantizar una correcta instalación de suelo radiante eléctrico.

1. Verificar los cables calefactores antes y después de taparlos con mortero (continuidad y aislamiento).
2. Los cables calefactores, bajo ningún concepto, deben tocarse entre ellos.
3. Proteger el cable contra averías mecánicas durante la instalación y el proceso de tapado.

4. Evitar daños a los cables calefactores durante el proceso de tapado con mortero, teniendo mucho cuidado con las herramientas de albañilería (palas, paletas, picos, etc.).



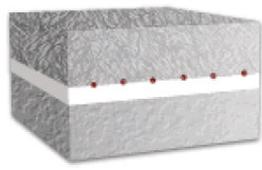
5. En cuartos de baños y aseos, pondremos especial atención en las zonas donde hayas desagües. No pondremos cable debajo de la bañera, taza, etc.



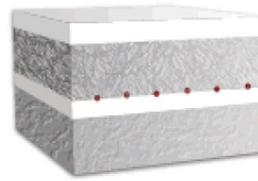
6. Observar cuidadosamente las instrucciones ya que será sumamente costoso remediar los errores de instalación una vez que el suelo haya sido terminado.

### **ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE ELÉCTRICO**

 <p>1.- Forjado. Limpiar la superficie del recinto</p>	 <p>2.- Aislante. Cubrir todo el suelo del recinto</p>
 <p>3.- Guías. Fijar las guías para sujetar el cable calefactor</p>	 <p>4.- Cable Calefactor. Hacer el trazado del cable</p>



5.- Mortero. Cubrir la instalación con mortero

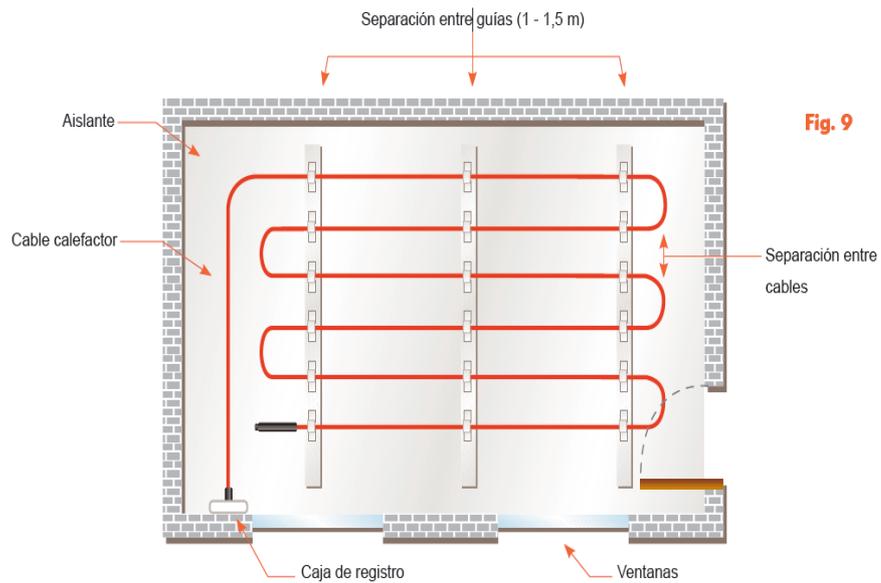


6.- Cemento cola. Cubrir el mortero con cemento cola



7.- Pavimento. Por último poner el pavimento que se haya escogido. El grueso total del suelo radiante eléctrico es de aproximadamente 6cm.

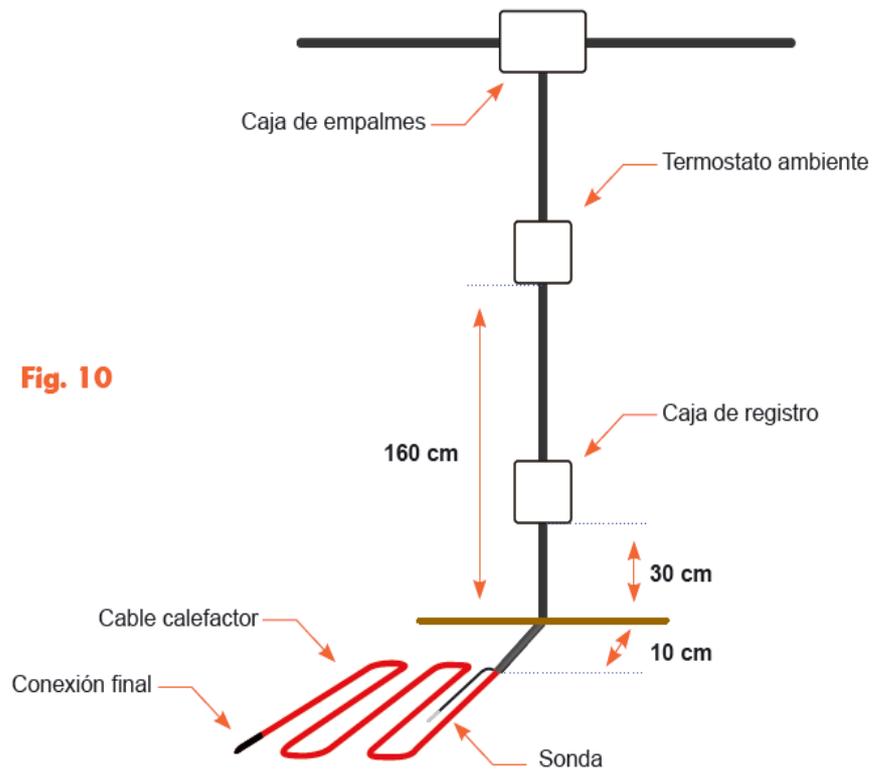
### **EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE CABLE CALEFACTOR**

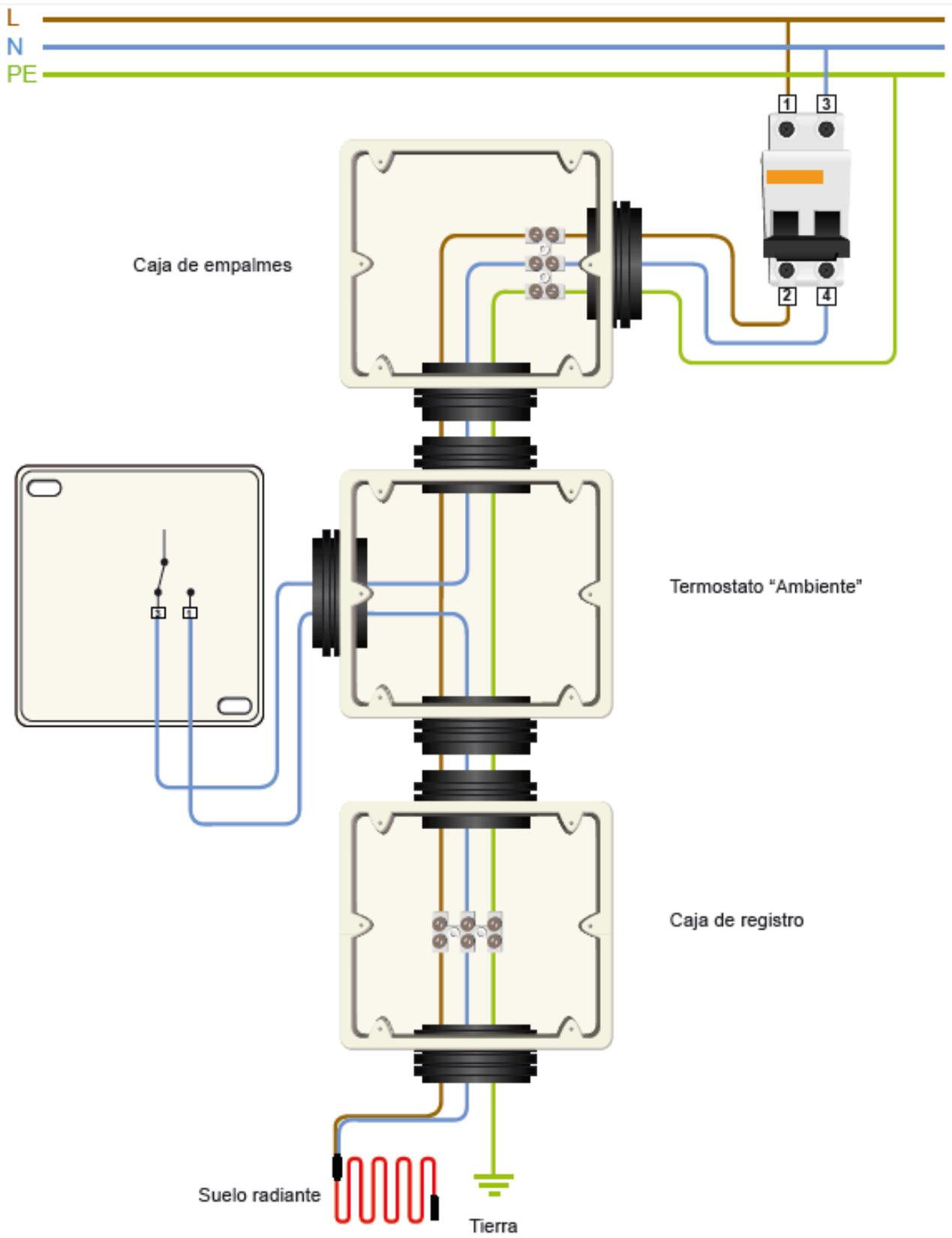


**Fig. 9**

### **EJEMPLO DE CONEXIÓN A LA RED**

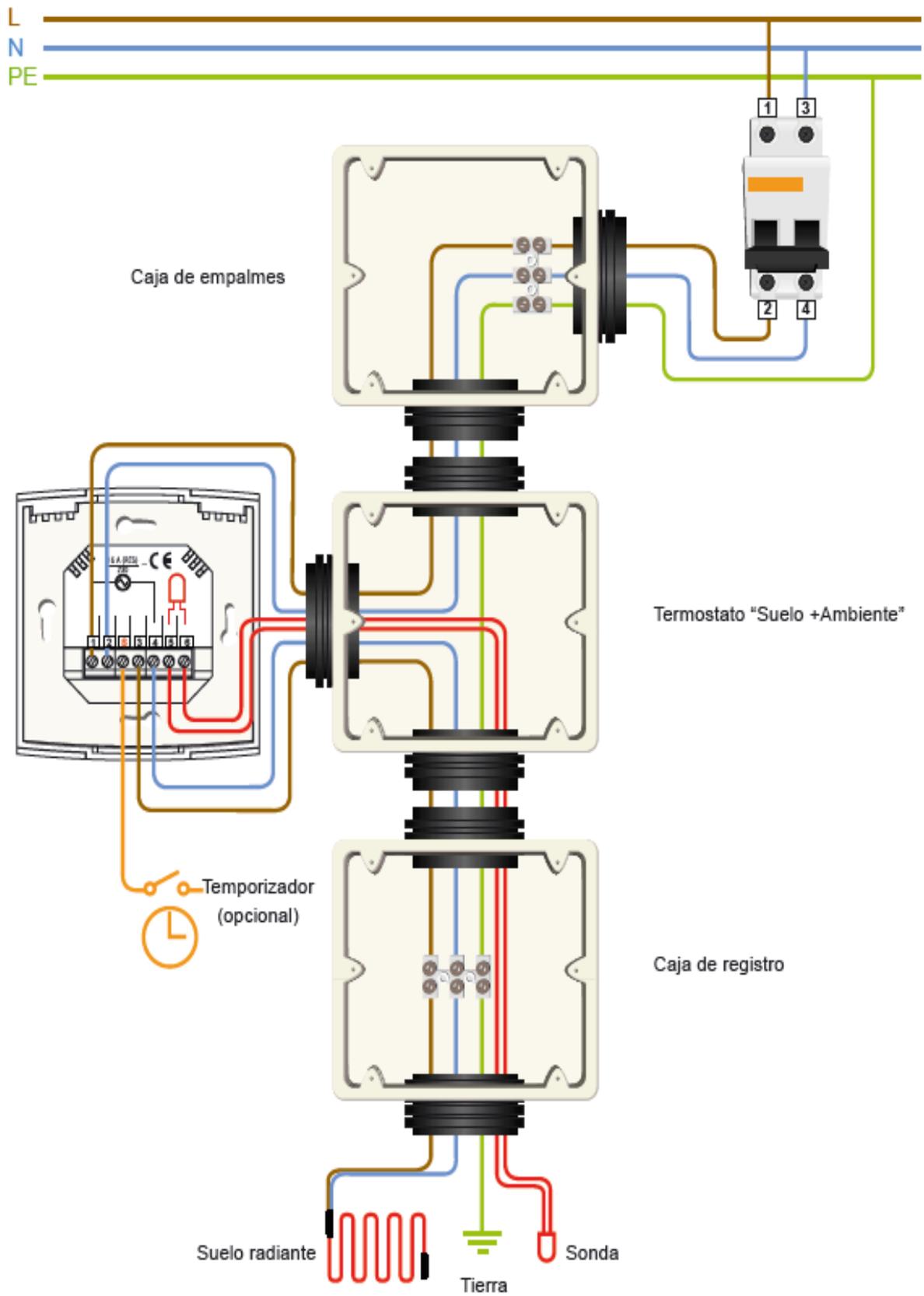
Los dos extremos del cable calefactor finalizaran en una caja de registro, para poder verificar su funcionamiento en cualquier momento.





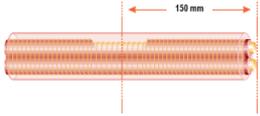
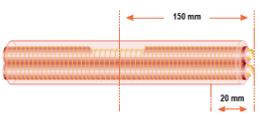
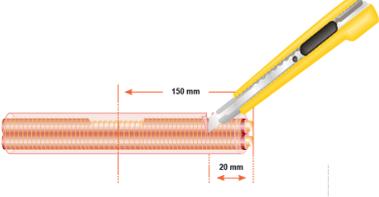
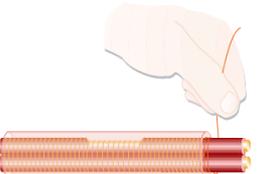
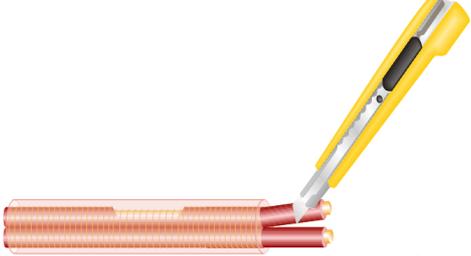
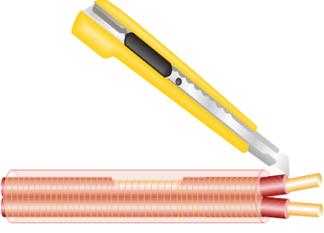
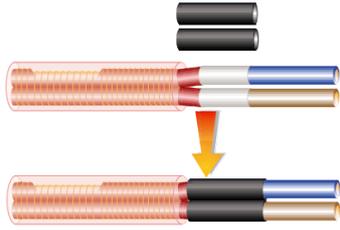
**ESQUEMA DE CONEXIÓN CON TERMOSTATO "AMBIENTE"**

**ESQUEMA DE CONEXIÓN CON TERMOSTATO (SUELO+AMBIENTE)**



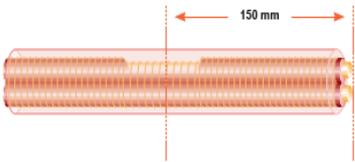
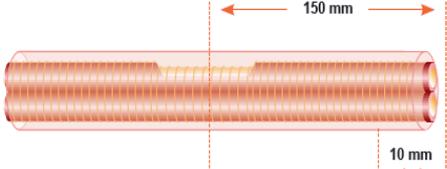
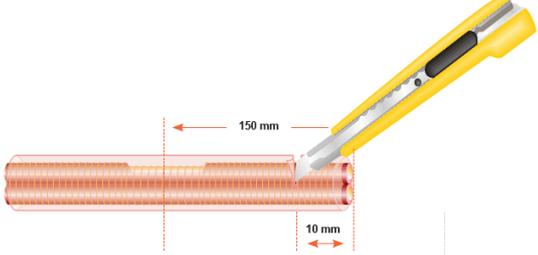
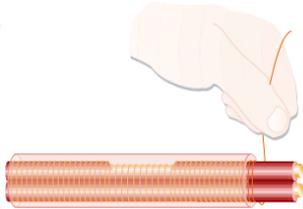
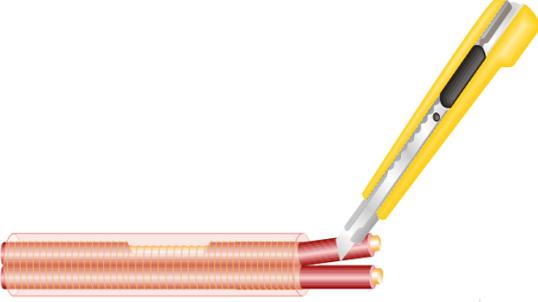
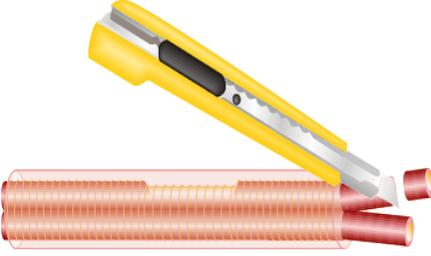
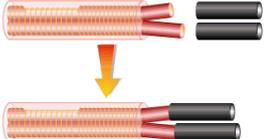
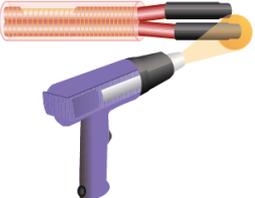
## PROTOCOLO DE CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

Ejemplo de conexión del cable calefactor

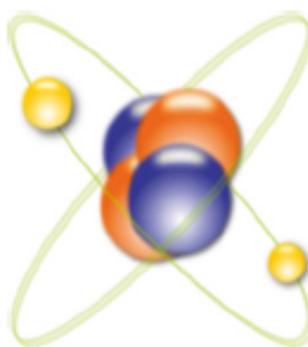
 <p>1.- Cortar el cable a unos 150 mm del primer contacto</p>	 <p>2.- Desferrar unos 20mm desde el principio</p>
 <p>3.- Procurar no cortar el hilo conductor de calentamiento</p>	 <p>4.- Desenrollar el hilo calefactor del conductor paralelo hasta el extremo de la cobertura del aislamiento, y cortarlo para que no haga ningún tipo de contacto y quede en el interior del aislamiento.</p>
 <p>5.- Separar los dos conductores por el nervio central del conductor paralelo</p>	 <p>6.- Desferrar los dos extremos de los conductores unos 8mm</p>
 <p>7.-Colocar los dos terminales de CuSn en los 2 conductores desferrados</p>	 <p>8.- Conexionar con un conductor de sección de 1,5 – 2,5 mm<sup>2</sup></p>
 <p>9.- Remachar los terminales de cada</p>	

<p>empalme</p>	<p>10.- Colocar los tubos termoretráctiles para aislar los dos terminales</p>
<div data-bbox="352 346 699 634" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="264 653 778 855">11. Retractilar con un soplador de aire caliente los tubos retráctiles, comprobando que los terminales quedan completamente cubiertos.</p>	<div data-bbox="892 362 1238 599" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="804 653 1318 855">12.- Colocar el tubo termoretractil de aislamiento a uno 15mm de los extremos del aislamiento y comprobar que cubra los dos empalmes del paso.</p>
<div data-bbox="379 885 655 1110" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="264 1134 778 1222">13. Retractilar con un soplador de aire caliente el tubo termoretractil</p>	<div data-bbox="831 943 1289 1099" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="804 1134 1318 1336">14. Finalmente, apretar bien el extremo del tubo termoretráctil, con unas pinzas, procurando separar los cables conductores sin dañarlos.</p>

## PROTOCOLO DE CONEXIÓN FINAL

 <p>1.- Cortar el cable a unos 150 mm del primer contacto</p>	 <p>2.- Desferrar unos 10mm desde el principio</p>
 <p>3.- Procurar no cortar el hilo conductor de calentamiento</p>	 <p>4.- Desenrollar el hilo calefactor del conductor paralelo hasta el extremo de la cobertura del aislamiento, y cortarlo para que no haga ningún tipo de contacto y quede en el interior del aislamiento.</p>
 <p>5.- Separar los dos conductores por el nervio central del conductor paralelo</p>	 <p>6.- Cortar más corto uno de los terminales</p>
 <p>7.-Colocar los tubos termoretráctiles para</p>	 <p>8.- Retractilar con un soplador de aire</p>

<p>aislar los dos terminales.</p>	<p>caliente los tubos retráctiles comprobando que los terminales queden completamente cubiertos.</p>
<div data-bbox="418 413 662 599" data-label="Image"> </div> <p>9.- Apretar bien los extremos de los tubos termoretráctiles</p>	<div data-bbox="976 409 1241 606" data-label="Image"> </div> <p>10.- Colocar el tubo termoretráctil de aislamiento a unos 15 mm de los extremos del aislamiento y comprobar que cubra los dos empalmes del paso.</p>
<div data-bbox="418 862 699 1082" data-label="Image"> </div> <p>11. Retractilar con un soplador de aire caliente el tubo termoretráctil.</p>	<div data-bbox="884 862 1315 1110" data-label="Image"> </div> <p>12. Finalmente, apretar bien el extremo del tubo termoretráctil, con unas pinzas.</p>



C/ Zamora, 99 - 101, 5º planta 1ª  
08018 Barcelona  
Tel. 93 486 36 82 - Fax 93 486 38 14  
Email: [as@elementoscalefactores.com](mailto:as@elementoscalefactores.com)  
Web: [www.elementoscalefactores.com](http://www.elementoscalefactores.com)  
Web: [www.sueloradiante.com](http://www.sueloradiante.com)

DISPONIBLE EN:

[http://www.sueloradiante.com/pdf/Manual\\_Suelo\\_radiante.pdf](http://www.sueloradiante.com/pdf/Manual_Suelo_radiante.pdf)

[http://www.sueloradiante.com/pdf/Guia\\_suelo\\_radiante.pdf](http://www.sueloradiante.com/pdf/Guia_suelo_radiante.pdf)

# **ANEXO 4**

## **VENTILADOR AXIAL**

# Transmisión Directa Selección del Ventilador

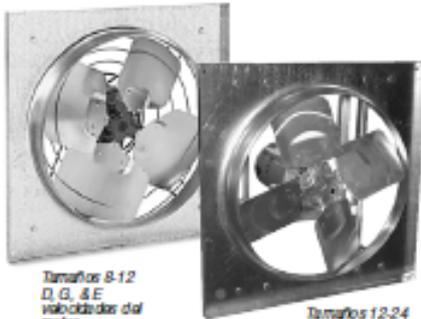


## Seleccionando el Tamaño y Funcionamiento

Existen tres combinaciones de hélice y marco de transmisión disponibles. El modelo S1 es diseñado para aplicaciones de tamaño pequeño y presiones estáticas bajas. Los otros dos modelos son diseñados y construidos para aplicaciones con presiones estáticas más altas. El modelo S2 está disponible en acero, y el modelo SC3 ofrece una propela de aluminio fundido solamente.

## Selección en niveles de Sonidos Bajos

Para aplicaciones que requieran de sonidos bajos, es mejor seleccionar el ventilador más grande con el RPM más bajo que cumplen con los requisitos de funcionamiento. Esto asegura que las velocidades de tope sean las más bajas posible.



Tamaños 8-12  
D, G, & E  
velocidades del motor

Tamaños 12-24  
A, B, & C  
velocidades del motor



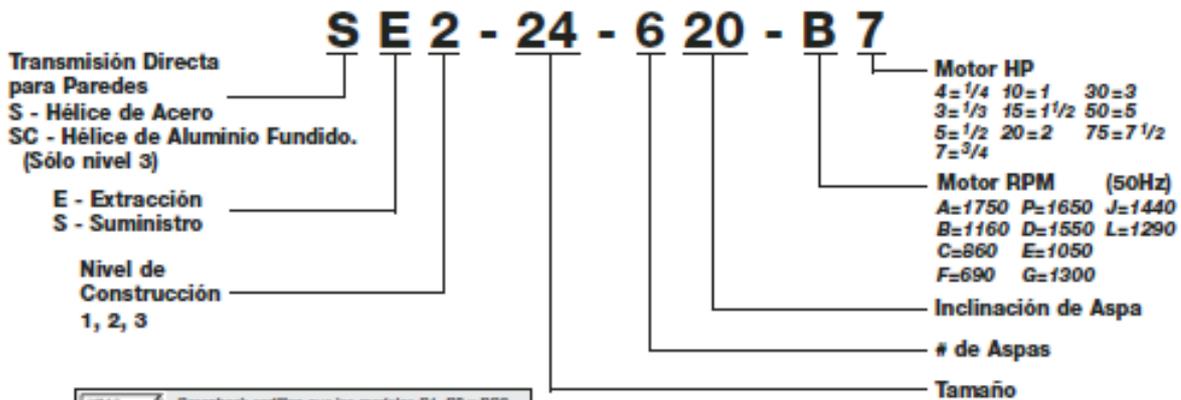
**Modelo S1**  
Tamaño - 8 pulg.-24 pulg.  
Rango de PCM - 300-6,700  
Presión Estática hasta 5/8 pulg.

**Modelo S2**  
Tamaño - 16 pulg.-54 pulg.  
Rango de PCM - 2,200-45,000  
Presión Estática hasta 1 pulg.

**Modelo SC3**  
Tamaño - 24 pulg.-54 pulg.  
Rango de PCM - 3,000-45,000  
Presión Estática hasta 1 pulg.

## Número de Modelo de Transmisión Directa

El sistema del número de modelo se diseña para identificar totalmente el ventilador. Las letras de código correctas se deben especificar para indicar transmisión directa con una configuración de extracción o suministro de aire. El resto del número de modelo es determinado por el tamaño y el funcionamiento seleccionados de las páginas 19 a 21.



Greenheck certifica que los modelos S1, S2 y SC3 aquí mostrados están patentados con el sello de certificación AMCA. Los valores mostrados están basados en pruebas y procedimientos ejecutados de acuerdo a las publicaciones de AMCA 211, 311 y cumplen con las normas del programa de certificación de valores por AMCA.



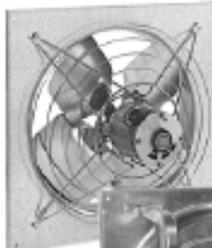
Modelos S y SC tienen certificación (ULUL) File No. E-40001 Disponible en motores totalmente encerrados\*

\*UL es opcional y tiene que ser especificado.

# Transmisión Directa Especificaciones de Construcción

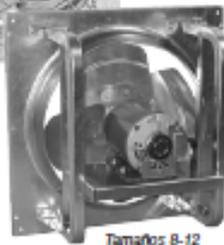


Todos los modelos están disponibles en arreglos para extracción ó suministro.



Modelo SE1  
Extracción

Tamaños 8-12  
D, C, y E  
velocidades del motor



Tamaños 8-12  
A, B y C  
velocidades del motor

Modelo SS1 suministro

## Nivel 1 - Modelos S1

**Panel/Marco de Transmisión** - Acero galvanizado con venturi de una pieza tamaños de 8-12; velocidades de motor D, G, y E - protección de alambrado/soporte estructural con soldadura reforzada y acabado en zinc (pintura opcional).

Tamaños 12-24; velocidades de motor A, B, & C - barras de acero atornilladas y plataforma del motor (pintura opcional).

**Hélice** - Aspas de Aluminio remachadas al centro con acero.

**Motores** - De uso pesado, lubricado permanentemente, rodamientos tipo manga en tamaños 8-12 y rodamientos tipo caja de bola en tamaños 14-24.

Tamaño Vent.	Espesor Panel Vent.	Espesor Marco Trans.	Tamaño Max. del Motor	Peso (lbs.)
8	18	-	48	12
10	18	-	48	16
12	18	14*	48	20
14	18	14	56	27
16	16	14	56	30
18	16	14	56	35
20	16	14	145T	39
24	16	14	145T	45

\* Solamente en velocidades del motor A, B, y C.

## Nivel 2 - Modelos S2

**Panel/Marco de Transmisión** - Acero galvanizado con venturi de una pieza, barras de acero atornilladas y plataforma del motor (pintura opcional).

**Hélice** - De uso pesado, soldadas y de acero pintado

**Motores** - De uso pesado, permanentemente lubricados, rodamientos tipo caja de bola.



Modelo SE2 extracción

Tamaño Vent.	Espesor de Materiales				Tamaño Max. del Motor	Peso (lbs.)
	Panel Vent.	Marco Trans.	Centro de Hélice	Aspa		
18	16	14	14	16	56	40
18	16	14	14	16	56	45
20	16	14	14	16	145T	60
24	16	14	14	16	145T	85
30	16	11	12	16	184T	130
36	16	11	12	16	215T	230
42	14	10	11	14	254T	290
48	14	10	11	14	254T	375
54	14	10	10	14	256T	465

## Nivel 3 - Modelos SC3

**Panel/Marco de Transmisión** - Acero galvanizado con venturi de una pieza, barras de acero atornilladas y plataforma del motor (pintura opcional).

**Hélice** - De uso pesado, soldadas y de acero pintado

**Motores** - De uso pesado, permanentemente lubricados, rodamientos tipo caja de bola.

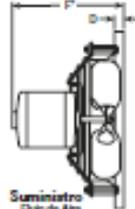


Modelo SCE3 extracción

Tamaño Vent.	Espesor de Materiales				Tamaño Max. del Motor	Peso (lbs.)
	Panel Vent.	Marco Trans.	Centro de Hélice	Aspa		
20	16	14	Hélice de Aluminio Fundido	Hélice de Aluminio Fundido	145T	55
24	16	14			184T	80
30	16	11			184T	125
36	16	11			215T	225
42	14	10			254T	280
48	14	10			254T	365
54	14	10		256T	455	

### Nivel 1 - Modelos S1

Tamaños 8-12  
Velocidades del motor  
D, G, y E



Extracción  
Flujo de Aire

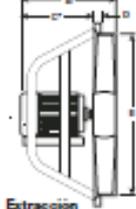
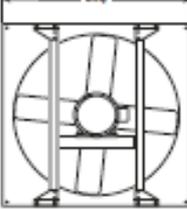
Suministro  
Flujo de Aire

Todas las dimensiones están en pulgadas.

Tam. Vent.	A Panel	B*	C*	D	E	F*	Tamaño del Damper
8	13	7	5	1	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	8	10
10	15	8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	5	1	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	8	12
12	18	10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1	12 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	13 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	14
14	20	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	14 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	16
16	22	11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	14	18
18	24	14	10 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1	18 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	20
20	26	17 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	11	1	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	22
24	32	20	12 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	21	26

\* Varía con la selección del motor.

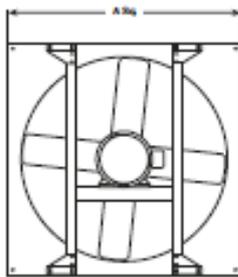
Tamaños 12-24  
Velocidades del motor  
A, B, y C



Extracción  
Flujo de Aire

Suministro  
Flujo de Aire

### Nivel 2 - Modelos S2



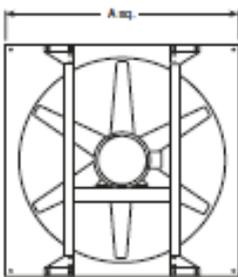
Extracción  
Flujo de Aire

Suministro  
Flujo de Aire

Tam. Vent.	A Panel	B*	C*	D	E	F*	Tamaño del Damper
16	22	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	14	18
18	24	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1	18 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	14 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	20
20	26	17 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	22
24	32	20	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	21	26
30	38	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	30 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	21 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	32
36	44	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2	36 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	28	38
42	50	26	18 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	42 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	28	44
48	58	26 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	20 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2	48 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	50
54	62	28	22 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2	55 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	56

\* Varía con la selección del motor.

### Nivel 3 - Modelos SC3



Extracción  
Flujo de Aire

Suministro  
Flujo de Aire

Tam. Vent.	A Panel	B*	C*	D	E	F*	Tamaño del Damper
20	26	17 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	18	22
24	32	20	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	24 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	21	26
30	38	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	30 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	21 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	32
36	44	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	16 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2	36 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	28	38
42	50	26	18 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	42 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	28	44
48	58	26 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	20 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2	48 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	50
54	62	28	22 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2	55 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	56

\* Varía con la selección del motor.

Para información completa de dimensiones y aberturas en las paredes, refiera a las presentaciones aplicables para estos productos.

Disponible en:

[http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish\\_pdf/SP\\_Sidewall\\_Prop\\_Rev3July04.pdf](http://www.greenheckmexico.com/pdf/spanish_pdf/SP_Sidewall_Prop_Rev3July04.pdf)

# **ANEXO 5**

## **SENSOR DE TEMPERATURA THERMASGARD RTM 1**

## THERMASGARD® RTM



S+S REGELTECHNIK

Room temperature measuring transducers, calibrateable, with active output, series Frija!

RTM

Calibrateable room temperature measuring transducer THERMASGARD® RTM1 with continuous output, optional with or without display for displaying the actual temperature in an elegant enclosure made of plastic, with snap-on lid, base with 4-hole attachment for installation on vertically or horizontally installed in-wall flush boxes, with predetermined breaking point for on-wall cable entry, or in enclosure made of stainless steel (top and bottom part are of stainless steel, the lid is screwed on), vandalism-secure version e.g. for schools, military barracks, and public buildings. This room temperature transmitter/residential room temperature sensor is used to detect/display temperatures in closed dry rooms, in apartments, in offices, supermarkets and business facilities.



### TECHNICAL DATA:

Power supply	24V AC/DC $\pm 10\%$ for output 0-10V 15-35V DC for output 4...20mA [depending on working resistance]
Sensor	PT 100, DIN EN 60751, class B
Measuring range	0...50°C [other ranges optional]
Ambient temperature	measuring transducer: -30...+70°C
Connection type	2- or 3-wire connection
Process connection	by screws
Enclosure	plastic, material ABS colour pure white [similar RAL 9010] [optional stainless steel]
Dimensions	85 x 21 x 27 mm [Frija!] 75 x 75 x 25 mm [stainless steel]
Electrical connection	0.14 - 1.5mm <sup>2</sup> via terminal screws
Installation	wall mounting or on in-wall flush box 85mm, base with 4-hole for mounting on vertically or horizontally installed in-wall flush boxes for cable entry from the back, with predetermined breaking point for on-wall cable entry from top/bottom in case of plain on-wall installation
Humidity	< 95% r.H., non-precipitating air
Protection class	II [according to EN 60730]
Protection type	IP 30 [according to EN 60529]
Standards	CE conformity, electromagnetic compatibility according to EN 61326-A1 + A2, EMC directive 2004/108/EC
Optional	3-digit display, output: 38x14 mm [WxH], for displaying actual temperature
Accessories	see last chapter

Connecting diagram RTM1-I

	+ Supply voltage 24V DC
	- Output temperature 4-20mA

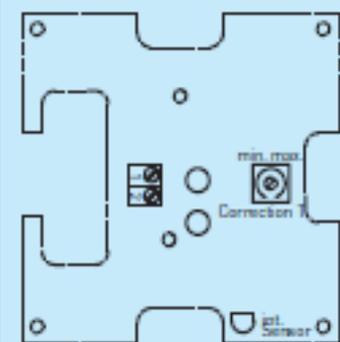
Connecting diagram RTM1-I with display

	UB- GND
	UB+ supply voltage 24V DC
	Output temperature 4-20mA

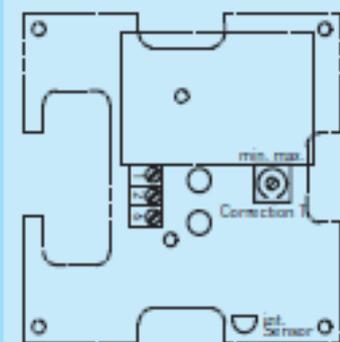
Connecting diagram RTM1-U with display  
RTM1-U

	UB- GND
	UB+ supply voltage 24V AC/DC
	Output temperature 0-10V

Circuit diagram RTM1-I

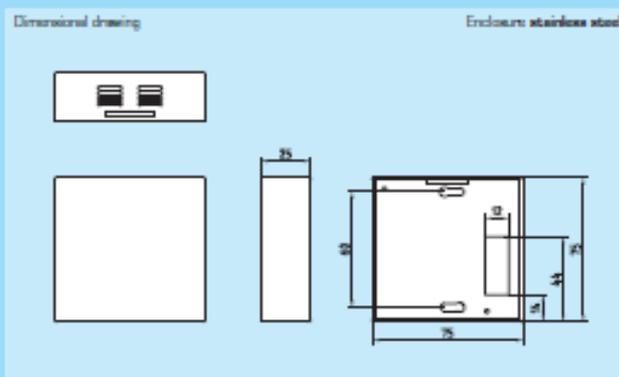
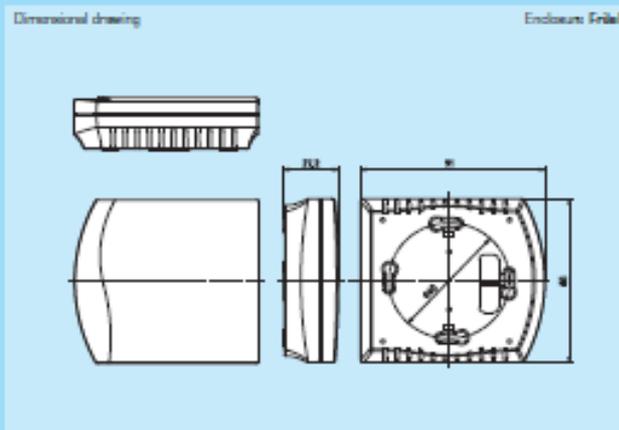


Circuit diagram RTM1-I with display  
RTM1-U with display  
RTM1-U





S+S REGELTECHNIK



#### THERMASCARD® RTM 1

Type/WC1	Item No.	Range	Output
RTM1-U	THERMASCARD-4111-0000-200	0...+50 °C	0...10V
RTM1-U, D [with display]	THERMASCARD-4111-1000-200	0...+50 °C	0...10V, display
RTM1-U, E [stainless steel enclosure]	THERMASCARD-4151-0000-200	0...+50 °C	0...10V
RTM1-I	THERMASCARD-4112-0000-200	0...+50 °C	4...20mA
RTM1-L, D [with display]	THERMASCARD-4112-1000-200	0...+50 °C	4...20mA, display
RTM1-L, E [stainless steel enclosure]	THERMASCARD-4152-0000-200	0...+50 °C	4...20mA
Optional:	Other measuring ranges on request.		

Tomado de:

<http://www.stepsl.org/pdf/ss/Catalogo%20Parte%20Temperatura%202010.pdf>

# **ANEXO 6**

## **SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA SHR 100**



## SHR100

Room humidity transmitter  
0-10 V/4-20 mA

D-60-41

13 Apr 2005

SHR100 is an active sensor, which measures the relative humidity (RH) and converts the measurement into a selectable voltage signal 0-10 V or an electric current 4-20 mA.

SHR100-T Includes selectable temperature sensors  
NTC 1.8 kohm or NTC 10 kohm.  
The NTC 10 kohm is for I/NET® products.

SHR100-T5 Includes selectable temperature sensors  
NTC 1.8 kohm or NTC 10 kohm.  
The NTC 10 kohm is for Continuum® products.

The transmitter consists of a sensor and amplifier,  
mounted together in a housing.

SHR100 is mounted directly onto the wall or a back-  
box/J-box.



### TECHNICAL DATA

Part number:	
SHR100 .....	0-069-0234-0
SHR100-T .....	0-069-0235-0
SHR100-T5 .....	0-069-0239-0
Time constant .....	<15 s (depending on air circulation)
Accuracy .....	± 2% RH
Temp.dep., -10 °C to 60 °C ( fig. next page) ....	< ±0.3% RH
(worst case, at 90%RH; D %RH will be less at lower %RH)	
Max. inaccuracy after 5 years .....	< ± 3% RH
Operating range .....	0-95% RH
Operating temperature .....	-10 to 60 °C (14 to 140 °F)
Storage temperature .....	-40 to 60 °C (-40 to 140 °F)

#### Only SHR100-T 1)

Sensor element .....	NTC, 1.8 kohm at +25 °C (77 °F)
Accuracy NTC 1.8 kohm at 20 °C (68 °F) .....	±0.6 °C (±1 °F)
Sensor element 2) .....	NTC, 10 kohm at +25 °C (77 °F)
Accuracy NTC 10 kohm at 20 °C (68 °F) .....	±0.5 °C (±0.9 °F)

#### Only SHR100-T5 1)

Sensor element .....	NTC, 1.8 kohm at +25 °C (77 °F)
Accuracy NTC 1.8 kohm at 20 °C (68 °F) .....	±0.6 °C (±1 °F)
Sensor element 3) .....	NTC, 10 kohm at +25 °C (77 °F)
Accuracy NTC 10 kohm at 20 °C (68 °F) .....	±0.5 °C (±0.9 °F)

#### Materials:

Enclosure .....	PC/ABS plastic
Enclosure rating .....	IP 20 / NEMA1
Dimensions .....	according to figure
Weight .....	85 g (0.187 lb)

#### Standards:

EMC .....	EN 50081-1, EN 50082-1
-----------	------------------------

1) If a better accuracy needed use a separate STR100 or STR200

2) The NTC 10 kohm element is for I/NET®

3) The NTC 10 kohm element is for Continuum®

#### 4-20 mA

Current output 0-100 % RH .....	4-20 mA
Voltage across sensor .....	$U_s$ max. 28 (36) V DC, $U_s$ min. 15 V DC

At a 36 V DC supply accuracy deocr. with about 1% RH.

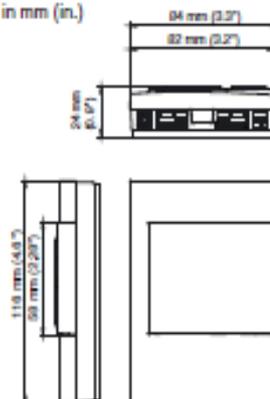
Maximum load .....	(ohm $R = (U_s - 15)/0.02$ )
--------------------	------------------------------

#### 0-10 V

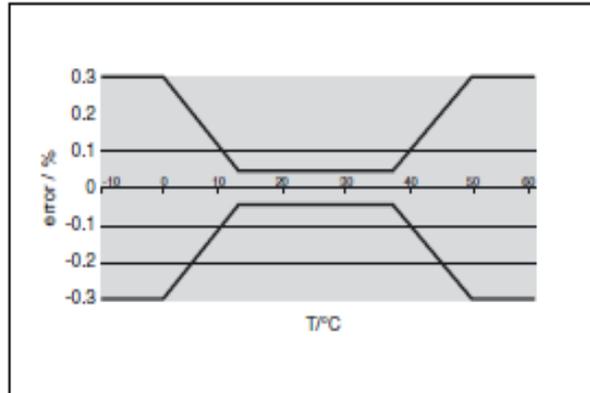
Voltage output 0-100 % RH .....	0-10 V
Power supply:	
Output 0-10 V .....	15-36 V DC alternatively 24±10% V AC

Current consumption, typical .....	10 mA
Load resistance .....	>20 kohm

#### Dimension in mm (in.)



## TEMPERATURE DEPENDENCE



## MOUNTING

It is important that the transmitter is mounted on a spot that is typical for the relative humidity of the room, that is, in a place which is not subject to uncontrolled temperature fluctuations.

Examples of clearly unsuitable places are external walls, above radiators, in direct sun light, besides windows and doors. It is also important to seal any cable ducts leading to the transmitter.

The transmitter must be mounted so that the air can flow through vertically.

## INSTALLATION

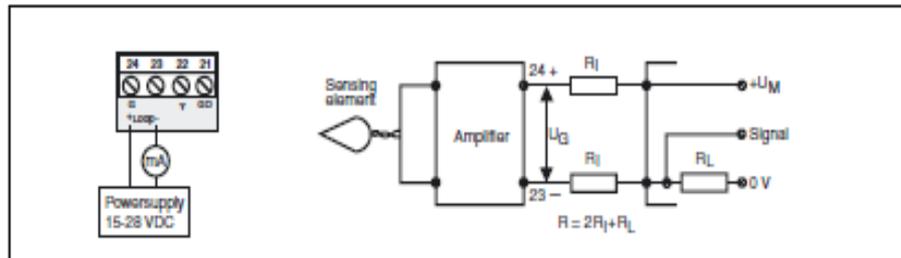
**Note!** The wires must be connected in the correct way.

The sensor must not be touched, since it is sensitive to mechanical damage and to grease etc. from the fingers.

### 4–20 mA

The transmitter is connected with a 2-wire cable. The current is proportional to the measured humidity and it is measured over an external load resistance  $R_L$ .

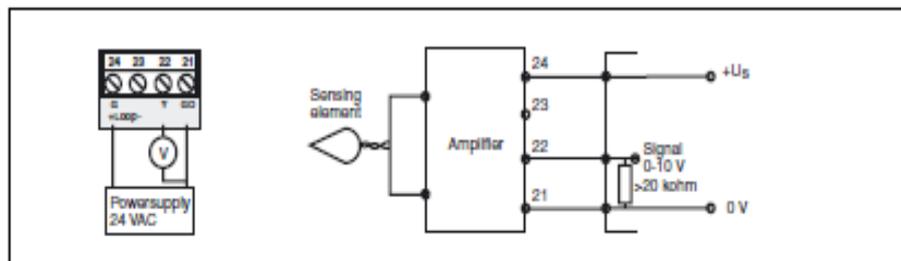
The supply voltage  $U_M$  is a function of the voltage across the room transmitter  $U_G$  and the voltage drop across the load resistor and the wire resistances.



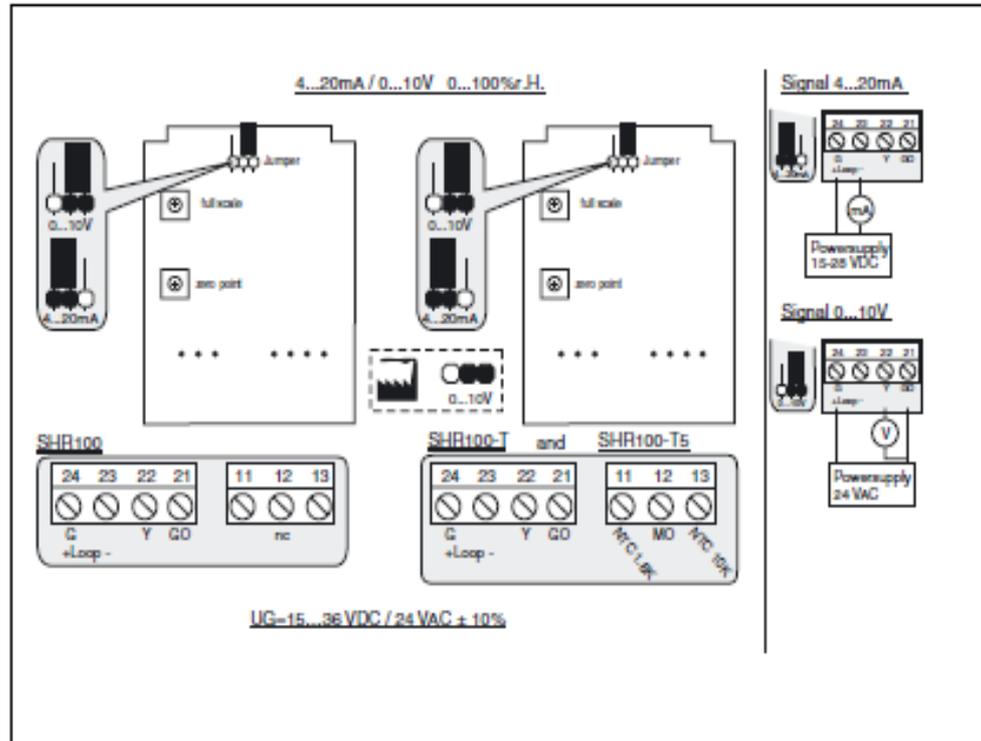
### 0–10 V

The transmitter is connected with a 3-wire cable.

If another load is to be connected close to the sensor, this should be made with a separate  $G_0$ , so that the measuring signal will not be affected.



## WIRING



# **ANEXO 7**

## **SENSOR DE CO<sub>2</sub>**

### **SCR 100**



## SCR100

### Carbon dioxide Transmitter 0–10 V and Temperature Sensor NTC 1.8/10 kohm

SCR100 is an infrared and maintenance-free carbon dioxide transmitter for installation on indoor walls.

SCR100 measures the carbon dioxide concentration in the ambient air, up to 2 000 ppm, and transforms the data into a 0–10 V or 0–5 V output signal.

SCR100 is also equipped with passive temperature elements selectable 1.8 kohm for TAC Vista® products, 10 kohm for I/NET® products and 10 kohm for Continuum® products.

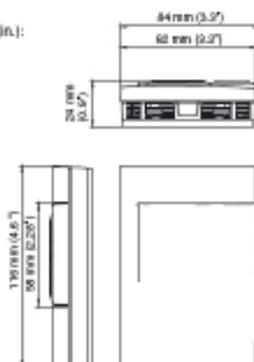
SCR100 helps you save money by decreasing the energy consumption, while creating a healthier indoor climate.

#### TECHNICAL DATA

Part number: SCR100.....	0-046-3000-0	Power Supply .....	24 Vac $\pm 20\%$ , 50/60 Hz (Class 2)
Carbon dioxide Sensor		Peak power consumption, first 25 ms.....	5 W
Response Time .....	<3 min	Average power consumption .....	< 1 W
Operation .....	non-dispersive, infrared (NDIR)	Materials:	
Sampling .....	diffusion	Enclosure .....	stetic
Range .....	0 – 2000 ppm	Enclosure rating .....	IP 20 / NEMA1
Accuracy .....	$\pm 1\%$ of measurement range $\pm 5\%$ of measured value	Dimensions .....	according to figure
Annual drift .....	$\pm 10$ ppm (nominal)	Weight .....	85 g (0.187 lb.)
CO <sub>2</sub> Pressure dependence .....	1.6% change in reading per 1 kPa deviation from 100 kPa	Standards:	
Temperature Sensor		EMC .....	EN 50081-1, EN 50082-1
Operating .....	0 – 50 °C (32 – 122 °F)		
Storage .....	-40 – +70 °C (-40 – 158 °F)		
Operating humidity range ...	0 – 95% RH (non-condensing)		
Output signal .....	0 – 10 V or 0 – 5 V		
Load .....	> 5000 ohm		
Temperature Sensor element for			
- TAC Vista® NTC .....	1.8 kohm at +25 °C (77 °F)		
Accuracy <sup>1)</sup> .....	$\pm 0.8$ °C at 25 °C ( $\pm 1.4$ °F at 77 °F)		
- I/NET® NTC .....	10 kohm at +25 °C (77 °F)		
Accuracy <sup>1)</sup> .....	$\pm 0.8$ °C at 25 °C ( $\pm 1.4$ °F at 77 °F)		
- Continuum® NTC .....	10 kohm at +25 °C (77 °F)		
Accuracy <sup>1)</sup> .....	$\pm 0.8$ °C at 25 °C ( $\pm 1.4$ °F at 77 °F)		

<sup>1)</sup> If higher accuracy is required, use a separate temperature sensor STR.

mm (in.):



## FUNCTION

The SCR100 sensor measures the carbon dioxide concentration and the temperature.

The CO<sub>2</sub> output signal can be either 0 – 10 V or 0 – 5 V, selected by wiring.

The temperature signal can be selected for any of

- TAC Vista® products, NTC 1.8 kohm
- INET® products, NTC 10 kohm
- Continuum® products, NTC 10 kohm

Please refer to Wiring below.

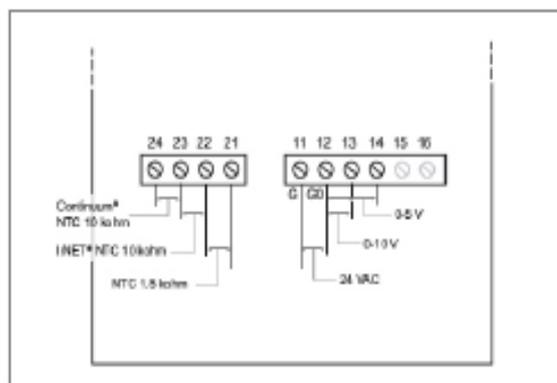
## INSTALLATION

Make sure there is no air leakage from the conduit.

Gold-plated sensors provide long-term calibration stability. Additionally, automatic background calibration based on long-term evaluation makes the sensor maintenance-free.

The sensor is calibrated from the factory.

## WIRING



Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.  
TAC Vista®, TAC Vista®, TAC Vista® and TAC Vista® are registered trademarks of TAC AB.

[www.tac.com](http://www.tac.com)

Copyright © 2007, TAC.  
All brand names, trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Information contained within this document is subject to change without notice. All rights reserved.

PART NUMBER 03-00227-01-en



Europe / Headquarters  
Malmö, Sweden  
+46 40 38 68 50

Americas  
Dallas, TX  
+1 972-323-1111

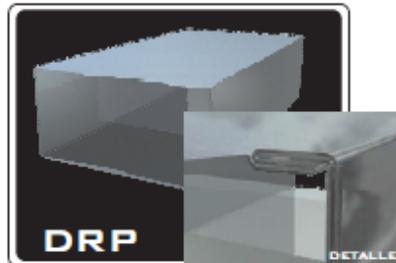
Asia-Pacific  
Sydney, Australia  
+61 (0) 2 8336 6100

[www.tac.com](http://www.tac.com)



# **ANEXO 8**

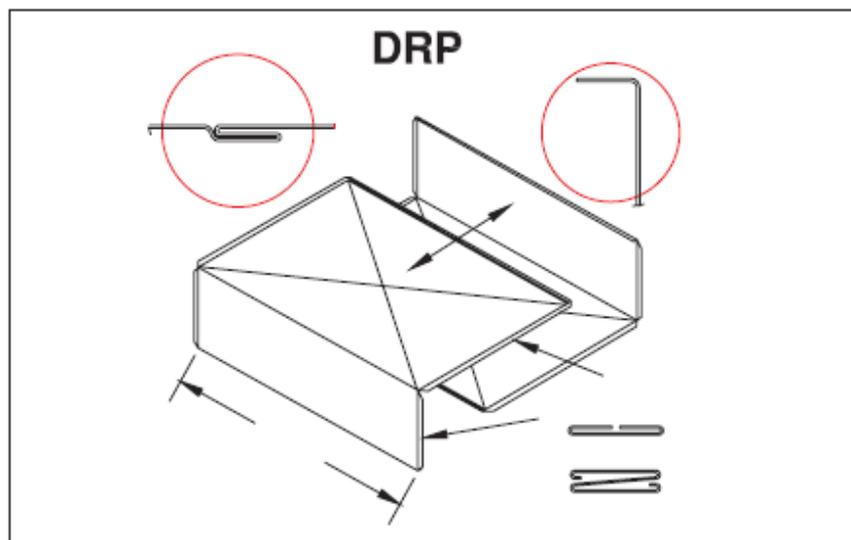
## **CONDUCTO DE AIRE DRP**



Ducto Rectangular Pittsburgh sin Amarr

**Descripción**

Disponibles en tramos de 4 pies (47" efectivas)  
En lámina galvanizada calibres 26, 24 y 22 según las dimensiones.  
Unión con grapa y zeta.



PRODUCTOS PARA DISTRIBUCION DE AIRE  
SPIRODUCTO+REJILLAS+DIFUSORES+CONEXIONES+FILTROS+DUCTO FLEXIBLE+ACCESORIOS

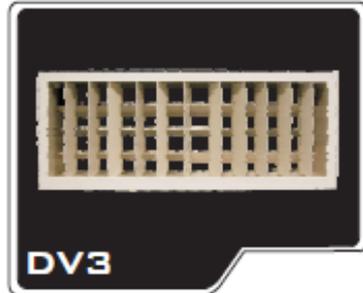
Vermont se reserva el derecho de hacer cambios sin previo aviso escrito.



**ANEXO 9**

**REJILLA DE**

**INYECCIÓN DV3**



DV3- Aluminio

**DESCRIPCION:**

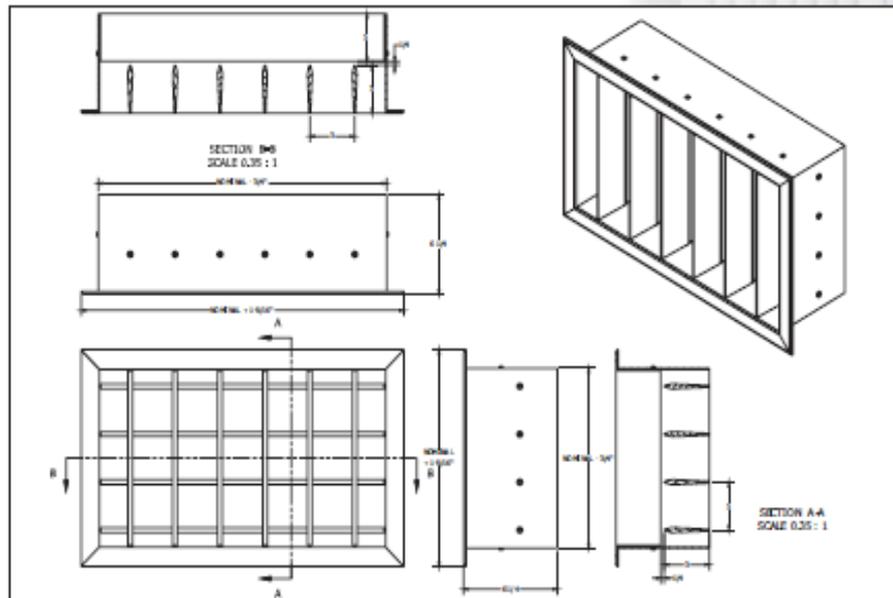
Rejilla de inyección con aletas en aluminio extruido. Doble deflexión, con aletas aerodinámicas ajustables individualmente, verticales al frente y horizontales atrás con separación de 3" entre centros de ejes que proveen máxima flexibilidad en el patrón de aire.

**MATERIALES:**

Aletas en aluminio extruido de gran rigidez y marco en acero lámina negra cal. 18

**ACABADOS:**

Pintura electrostática homeada (epoxy-poliéster) en blanco Vermont como acabado estándar con opción en blanco refrigerador, gris aluminio y negro mate sin costo extra, sello de espuma en el marco para evitar manchas de polvo, empaque hermético plástico con tornillos para fijación.



**PRODUCTOS PARA DISTRIBUCION DE AIRE**

SPINDUCTO+REJILLAS+DIFUSORES+CONEXIONES+FILTROS+DUCTO FLEXIBLE+ACCESORIOS

Vermont se reserva el derecho de hacer cambios sin previo aviso etc. etc.

**ANEXO 10**

**REJILLA DE**

**EXTRACCIÓN RHPA**



RHP-RHPA

RHP-Aluminio RHPA-Acero

**DESCRIPCION:**

Rejilla de retorno no visión ó de paso para puertas ó muros, con aletas tipo "V" fijas y paralelas a la dimensión larga. Cuenta también con contramarco ajustable desde 1-1/8" de espesor de puerta.

Este modelo está diseñado para áreas en las que se requiere el libre paso del aire através del accesorio, pero con visibilidad cero (puertas, ventanas ó muros).

**MATERIALES:** Nuestros perfiles de aluminio están hechos con temple para mayor resistencia.

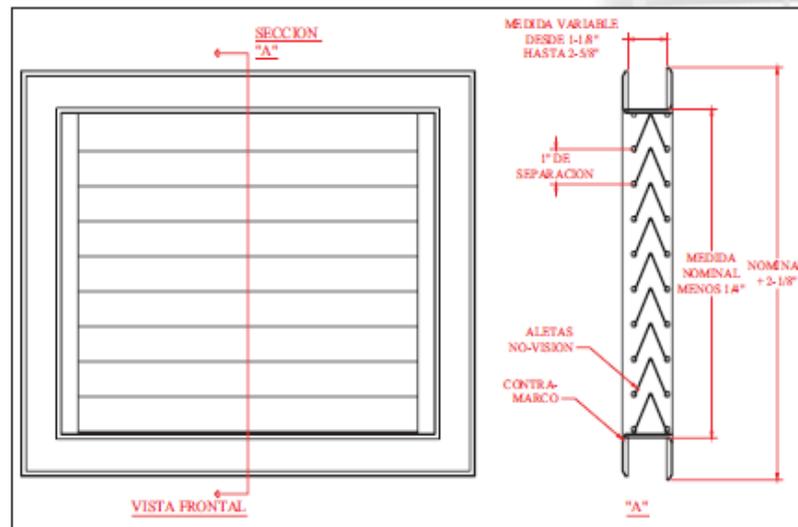
Y están fabricados con el mismo diseño que los de acero, se utiliza alambre templado de acero galvanizado en ejes de aletas para evitar vibración.

**ACABADOS:**

Pintura electrostática homeada (epoxy-poliéster) en blanco Vermont como acabado estándar con opción en blanco refrigerador, gris aluminio y negro mate sin costo extra, sello de espuma en el marco para evitar manchas de polvo, empaque hermético o plástico con tornillos para fijación.

**TABLAS DE SELECCION Y DESEMPEÑO:**

Nota: En medidas de 20" o más se agrega un travesaño para conservar la rigidez y calidad necesaria.



**PRODUCTOS PARA DISTRIBUCION DE AIRE**

↳ PRODUCTO+REJILLAS+DIFUSORES+CONEXIONES+FILTROS+DUCTO FLEXIBLE+ACCESORIOS

Vermont se reserva el derecho de hacer cambios sin previo aviso escrito.

Disponible en: <http://www.vermont.com.mx/productos/rejillas-de-retorno>

**ANEXO 11**

**FILTRO HEPA**

**GVA H12**

Finedust - HEPA/ULPA



## Compact HEPA Filter Type GVA



#### Features:

- Efficiencies of 99.97 % up to 99.99 %
- High quality glass fibre paper
- Lowest initial pressure drop
- High quality standard due to Quality Assurance System
- Highly economic through high final pressure drop
- Any airflow direction possible making installing easy
- Rigid frame

#### FILT AIR Ltd.

Member of the Bechtel Group  
Zikhron Yaakov 30951  
P.O.B. 166, Israel  
Tel: + 972-4-629 9999  
Fax: + 972-4-629 9900  
e-mail: [export@fil-air.com](mailto:export@fil-air.com)  
<http://www.filt-air.com>



### Overview

The Compact HEPA-Filter GVA is designed and tested to extract smallest particles out of the air. Each GVA Compact HEPA-Filter contains ten (10) "Minipleat-Papercakes" pleated in one piece and assembled in V-shape technology to achieve lowest pressure drop results.



- High quality glass fibre paper
- Lowest initial pressure drop
- Rigid frame
- Zinc coated profiles
- Filter height only 292mm
- High quality standard due to Quality Assurance System
- High burst pressure ( > 2000 Pa )
- Highly economical through high final pressure drop
- Useable in two flow directions
- Filter tested according to BS EN 1822



### Design

The side covers are made from rigid polyurethane forming in combination with zinc coated profiles on the top and the bottom. This design provides maximum space for the filter media pack and obtains an extremely high mechanical strength. The fibreglass media pleated in "minipleat shape" forms one continuous media and is cast in V-shape technology directly into the frame-sealant material. This design gives an absolutely tight media-frame connection in correlation to a highly active filter surface with a minimal pressure drop. The filters are supplied with a flat flange for a secure seal between the filter and each standard holding frame.



### Testing

Each HEPA-filter is tested and packed in accordance with American Standard IEST-RP-CC-001.3 (HEPA and ULPA Filters) or in accordance with the European Standard EN 1822-1, 4&5 (Testing filter elements HEPA and ULPA efficiency and scan method) or other customer requested testings.



### Applicable Standards:

- EN 1822
- ISO 9001:2000

### FILT AIR Ltd.

Member of the IAHV-IL Zikhron Yaakov Group

Zikhron Yaakov 30951  
P.O.B. 166, Israel

Tel.: + 972-4- 629 9999  
Fax + 972-4- 629 9900  
e-mail: [export@fil-air.com](mailto:export@fil-air.com)  
<http://www.fil-air.com>

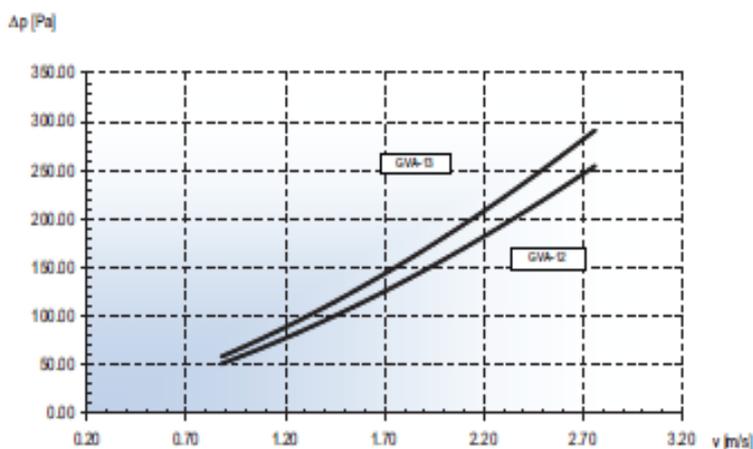


### Technical Data

Size code	29	30	40	55	63	80	
Size L x W	592 x 237 mm	592 x 305 mm	592 x 460 mm	592 x 562 mm	610 x 305 mm	610 x 610 mm	
Weight	5.8 kg	7.0 kg	8.2 kg	10.0 kg	6.8 kg	11.4 kg	
Rated Airflow	180 m <sup>3</sup> /h	190 m <sup>3</sup> /h	250 m <sup>3</sup> /h	300 m <sup>3</sup> /h	180 m <sup>3</sup> /h	320 m <sup>3</sup> /h	
Active Filter Surface	14 m <sup>2</sup>	17.4 m <sup>2</sup>	22.0 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>	14.5 m <sup>2</sup>	29 m <sup>2</sup>	GVA-12
	28 Pa	24 Pa	23 Pa	28 Pa	27 Pa	23 Pa	
Initial pressure drop @ rated Airflow	14 m <sup>2</sup>	17.4 m <sup>2</sup>	22.0 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>	14.5 m <sup>2</sup>	29 m <sup>2</sup>	GVA-13
	28 Pa	24 Pa	23 Pa	28 Pa	28 Pa	23 Pa	

Filter type	GVA-12	GVA-13	
Filter class according EN 1822	H12	H13	
Min. initial efficiency @ Rated Airflow with MPPS-DEHS test	%	>99.93	>99.95
Min. initial efficiency @ rated airflow with particle size Ø 0.3µm	%	>99.97	>99.99
Recommended final pressure drop	Pa	600	600
Bursting pressure	Pa	> 2000	> 2000
Max. continuous temperature	°C	80	80
Max. relative humidity	%	100	100
Flammability classification to DIN 53436	K1/F1	K1/F1	

### Initial Pressure Drop



GVA\_H12H13\_006 08/07



### FILT AIR Ltd.

Member of the IONet Clean Technology Group

Zikhron Yaakov 30 951  
P.O.B. 166, Israel

Tel: +972-4-629 999 9

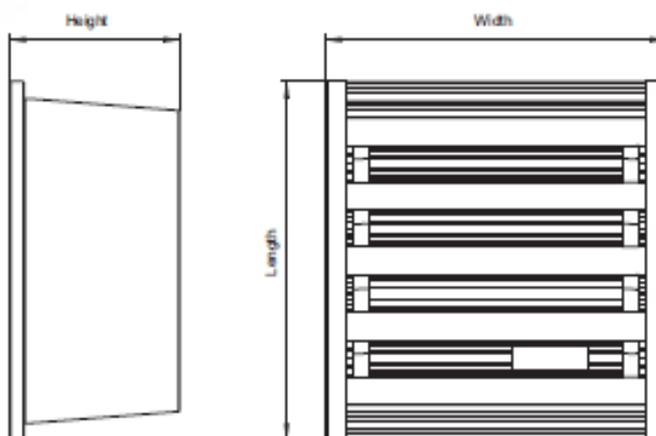
Fax: +972-4-629 9900

e-mail: [export@filt-air.com](mailto:export@filt-air.com)

<http://www.filt-air.com>



### Dimensional Drawing



All dimensions are in mm

### Order Numbers

Order no. GVA - **A** - **B** - **C** - **D** - **E** - **F**  
 Example GVA - **12** - **59** - **1** - **0** - **0** - **0**

Efficiency	A	Size L x W	B	Frame	C	Construction	D	Screen material	E	Seal	F
H12	12	592 x 207 mm	29	Rigid Plastic	1	No Screen	0	No Screen	0	No Seal	0
H13	13	592 x 309 mm	39	Steel Powder Coated	2	Hand in Face Guard	D	Exp. Steel / Powder Coated	C	To Downstream	D
		592 x 490 mm	49	Steel Zinc Coated	3			Exp. Steel / Zinc Coated	D	To Upstream	U
		592 x 592 mm	59								
		610 x 305 mm	63								
		610 x 610 mm	66								

Specifications are subject to change without prior notice