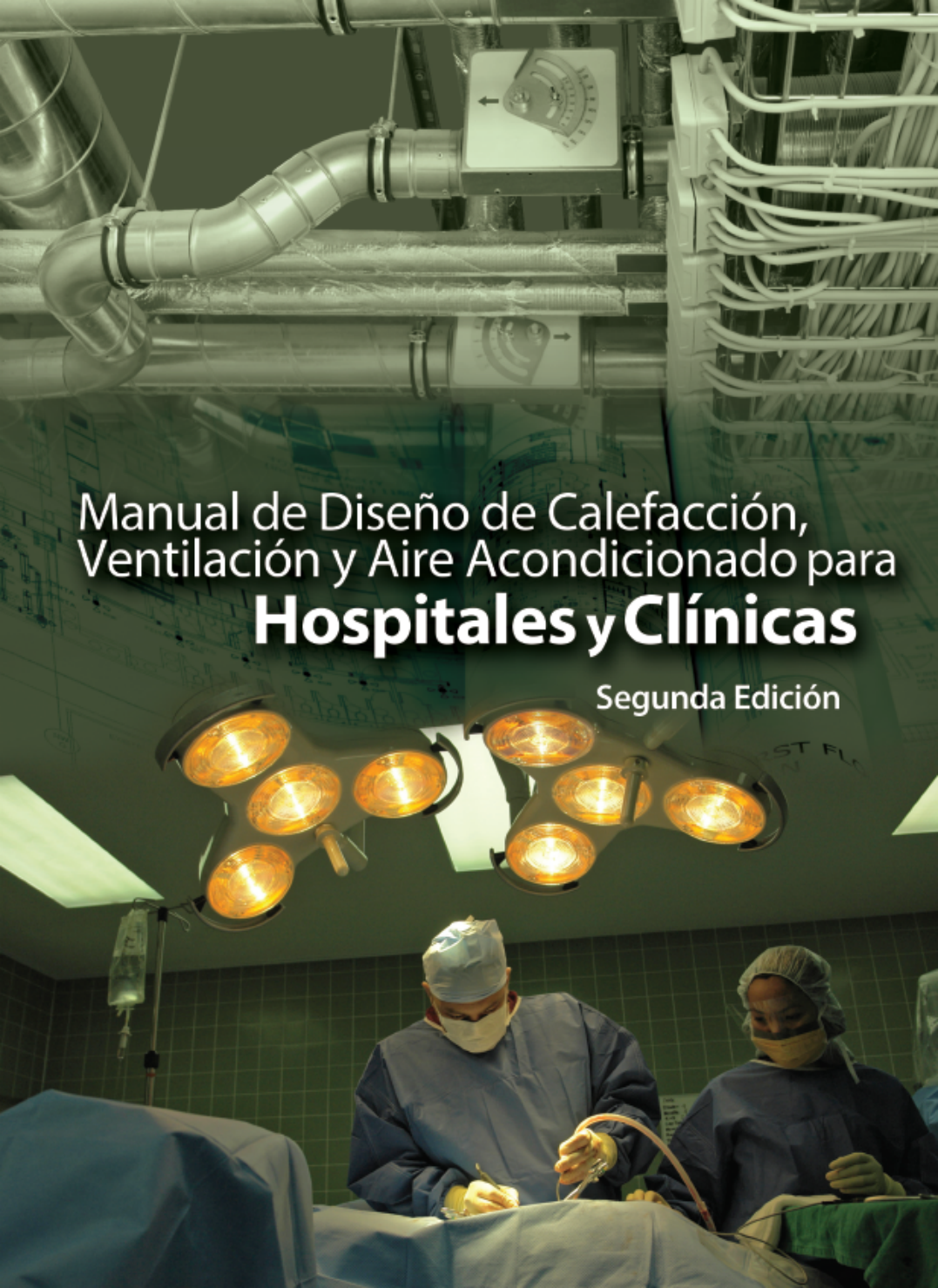


Manual de Diseño de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado para **Hospitales y Clínicas**

Segunda Edición

Manual de Diseño de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado para **Hospitales** y **Clínicas**

Segunda Edición

Traducido bajo licencia de ASHRAE

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

This publication translated by permission © 2013 ASHRAE. Translation by Asociación Técnica Ecuatoriana de Aire Acondicionado y Refrigeración (ATEAAR) in association with the ASHRAE Ecuador Chapter, with the translation team led by J. Eduardo Donoso Pérez, Ing., Fellow ASHRAE. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashrae.org.

Este publicación ha sido traducido bajo los derechos de autor © 2013 y con la debida autorización de ASHRAE. La traducción ha sido realizada por la Asociación Técnica Ecuatoriana de Aire Acondicionado y Refrigeración (ATEAAR) en asociación con el Capitulo Ecuatoriano de ASHRAE, por el equipo de traducción liderado por el Ing. J. Eduardo Donoso Pérez, Ing., Fellow de ASHRAE. ASHRAE no asume responsabilidad por la exactitud de la traducción. Para comprar la edición en lenguaje Inglés se puede contactar a ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305, Estados Unidos, www.ashrae.org.

Esta publicación fue preparada bajo los auspicios del
Comité Técnico (TC) 9.6 de ASHRAE, Instalaciones para Atención de Salud.

CONTRIBUYENTES

Dan Koenigshofer, P.E., Editor
(Capítulos 2, 8)
Dewberry Engineers, Inc.

John Murphy, Crítico
Trane Company
Walter Grondzik, P.E., Editor Técnico

Reg Brown, P.E.
(Capítulos 3, 8)
Price Industries
Donald Burroughs, P.E.
(Capítulo 3)
Dewberry Engineers, Inc.
Jill Connell, P.E.
(Capítulo 5)
CDi Engineers
Hal Corin, E.I.
(Glosario)
Dewberry Engineers, Inc.
Jeff Crozier, P.E.
(Capítulo 7)
Precis Engineers, Inc.
Jeremy Fauber, P.E.
(Capítulo 4)
Heapy Engineering
Traci Hanegan, P.E.
(Capítulos 2, 8)
Coffman Engieers, Inc.
Jeff Hardin, P.E.
(Capítulos 1, 2, 5)
U.S. Army Corps of Engineers
Dave Koenigshofer, P.E.
(Capítulo 7)
Dewberry Engineers, Inc.
John M. Kramer, P.E.
(Capítulo 6)
Duke University Medical Center
Nicolas Lemire, P.Eng.
(Capítulo 8)
Pageau Morel
Michael Meteyer, P.E.
(Capítulos 8, 9, 12, 13)
Erdman
Frank Mills, C.Eng.
(Capítulo 2)
Sinclair Knight Merz
Heather Platt, P.E.
(Capítulo 11)
Seneca Construction
Management Corp.
Layle Thomas
(Referencias, Bibliografías)
Dewberry Engineers, Inc.
Jerry Thompson, P.E.
(Capítulo 6)
Duke University Medical Center
Ron Westbrook, P.E.
(Capítulos 10, 12)
State University of New York
Upstate Medical University, Syracus

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Manual de Diseño de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado para **Hospitales** y **Clínicas**

Segunda Edición



Atlanta

Traducido bajo licencia de ASHRAE

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

© 2003, 2013 ASHRAE
1791 Tullie Circle
Atlanta, GA 30329

Todos los derechos reservados
Impreso en los Estados Unidos de América.

ISBN 978-1-939200-95-2 (paperback)
ISBN 978-939200-96-9 (pdf)

ASHRAE es una marca registrada en la Oficina de marca y Patente de los Estados Unidos de América, propiedad de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, Inc.

ASHRAE ha recopilado esta publicación con cuidado, pero ASHRAE no ha investigado y ASHRAE renuncia expresamente a cualquier obligación de investigar cualquier producto, servicio, proceso, procedimiento, diseño o similar que pueda estar descrito en esto. La presencia en esta publicación de datos técnicos o material editorial no constituye endoso o garantía de ASHRAE de cualquier producto, servicio, proceso, procedimiento, diseño o similar. ASHRAE no garantiza que la información en esta publicación está libre de errores y ASHRAE no necesariamente concuerda con cualquier declaración u opinión en la publicación. El riesgo entero del uso de cualquier información en esta publicación es asumida por el usuario.

Ninguna parte de este libro puede ser reproducido sin permiso por escrito de ASHRAE, excepto por un crítico que puede citar breves pasajes o reproducir ilustraciones en una revisión con crédito apropiado, ni cualquier parte de este libro puede ser reproducido, almacenado en un sistema recuperable, o transmitido de cualquier manera para o por cualquier medio electrónico, fotocopiado, grabado u otro, sin permiso por escrito de ASHRAE. Las solicitudes para permiso deberán ser presentadas en www.ashrae.org/permissions.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Names: ASHRAE (Firm), author.
Title: Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado para hospitales y clínicas.
Other titles: HVAC design manual for hospitals and clinics. Spanish
Description: Segunda edición. | Atlanta, GA : ASHRAE, 2018. | "Esta publicación fue preparada bajo los auspicios del Comité Técnico (TC) 9.6 de ASHRAE, Instalaciones para Atención de Salud." | Includes bibliographical references and index.
Identifiers: LCCN 2018015136| ISBN 9781939200952 (pbk.) | ISBN 9781939200969 (pdf)
Subjects: LCSH: Hospital buildings--United States--Design and construction--Handbooks, manuals, etc. | Clinics--United States--Design and construction--Handbooks, manuals, etc. | Hospital buildings--Heating and ventilation--United States--Handbooks, manuals, etc. | Clinics--Heating and ventilation--United States--Handbooks, manuals, etc. | Hospital buildings--Air conditioning--United States--Handbooks, manuals, etc. | Clinics--Air conditioning--United States--Handbooks, manuals, etc.
Classification: LCC RA967 .H8518 2018 | DDC 725/.51--dc23 LC record available at https://lccn.loc.gov/2018015136

PERSONAL DE ASHRAE

PUBLICACIONES ESPECIALES
Mark S. Owen, Editor/Gerente de Grupo de Manual y Publicaciones Especiales
Cindy Sheffield Michaels, Jefe de Redacción
James Madison Walker, Editor Asociado
Lauren Ramsdell, Editor Asistente
Mary Bolton, Asistente Editorial
Michshell Phillips, Coordinador Editorial

SERVICIOS DE EDITORIALES
David Soltis, Gerente de Grupo de Servicios Editoriales y Comunicaciones Electrónicas
Jayne Jackson, Administrador de Tráfico de Publicación

EDITOR
W. Stephen Comstock

Cualquier actualización/errata a esta publicación será publicada en el sitio de la red de ASHRAE en www.ashrae.org/publicationupdates.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

CONTENIDO

PROLOGO ix

CAPITULO 1 – VISIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PARA EL CUIDADO DE LA SALUD 1

1.1 Introducción 1
1.2 Clasificación Básica de Instalaciones para el Cuidado de la Salud 1
1.3 Funciones del Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) para Centros de Salud 2
1.4 Criterios y Acreditación 4
1.5 Diseño Sostenible 7
1.6 Dimensionamiento de Equipos para Cargas de Calefacción y Refrigeración 8
1.7 Ventilación y Calidad de Aire Exterior 9
1.8 Control Ambiental 11
1.9 Higiene del Sistema HVAC 12
1.10 Flexibilidad para Cambios Futuros 13
1.11 Diseño Integrado 13
1.12 Puesta en Marcha 15
1.13 Conclusiones 16
Referencias 16

CAPITULO 2 – CONTROL DE INFECCIÓN 19

2.1 Introducción 19
2.2 Papel de los Sistemas de HVAC en el Control de Infección 20
2.3 Cómo el Cuerpo Humano es Afectado por Contaminantes Aerotransportados 21
2.4 Enfoque de Gestión de Riesgo para Control de Infección 24
2.5 Infecciones del Sitio Quirúrgico 25
2.6 Proteger a las Poblaciones 26
2.7 Tasa de Cambio de Aire/Dilución 27
2.8 Ventilación Natural 28
2.9 Filtración 28
2.10 Humedad 28
2.11 Radiación Ultravioleta 30
2.12 Movimiento de Aire y Presurización 31
2.13 Efecto del Control de Infección en Diseños de HVAC 32
Referencias 33

CAPITULO 3 – TRATAMIENTO DE AIRE Y SISTEMAS DE DISTRIBUCION 35

3.1 Introducción 35
3.2 Concepto de Diseño 35
3.3 Consideraciones de Diseño de Componentes de Unidades de Tratamiento de Aire 41
3.4 Alternativas del Sistema de Distribución de Aire 65
3.5 Conductos 69
3.6 Unidades Terminales 72
3.7 Distribución de Aire de Habitación 74
3.8 Deshumidificación 80
Referencias 87

CAPITULO 4 - SERVICIOS 89

4.1 Introducción 89
4.2 Consideraciones Generales 89

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

4.3 Plantas de Enfriamiento Central 94
4.4 Plantas de Calefacción Central 100
4.5 Otros Servicios....107
Referencias....107
Bibliografía 108
CAPITULO 5 - SEGURIDAD DE VIDA 109
5.1 Seguridad de Vida de Ocupación del Cuidado de Salud 109
5.2 Establecimiento de Criterios 109
5.3 Elementos Claves de Seguridad de Vida 110
Referencias....117
CAPITULO 6 – CONTROLES E INSTRUMENTACIÓN 119
6.1 Introducción 119
6.2 Características de los Sistemas de Control 119
6.3 Controles de Presurización de Salas 121
6.4 Controles de Sala de Operación....123
Referencias....126
CAPITULO 7 – INSTALACIONES EXISTENTES.... 127
7.1 Resumen....127
7.2 Evaluación de la Instalación (FA)....127
7.3 Consideraciones de Diseño para Proyectos de Renovación....137
7.4 Requisitos del Contratista 142
Referencias....143
Bibliografía 143
CAPITULO 8 – DISEÑO DE HABITACIONES.... 145
8.1 Introducción a Diseño de Habitaciones 145
8.2 Presurización de la Habitación....145
8.3 Quirófanos....148
8.4 Salas de Imágenes 157
8.5 Laboratorios 166
8.6 Farmacías 171
8.7 Morgue y Autopsia....175
8.8 Habitaciones de Aislamiento 177
8.9 Central Estéril 181
8.10 Diálisis Renal e Infusión de Quimioterapia 182
8.11 Unidad de Cuidado Intensivo (ICU) 182
8.12 Unidad de Cuidado de Post-Anestesia (Recuperación) 183
8.13 Departamentos de Emergencia....184
8.14 Unidades de Quemaduras....185
8.15 Trasplante de Médula Ósea....185
8.16 Psiquiátrico....186
8.17 Habitaciones de Procedimiento....186
8.18 Paciente Externo/Cuidado Ambulatorio 187
8.19 Centros de Datos 191
Referencias....191
CAPITULO 9 – NEGOCIO DEL CUIDADO DE LA SALUD.... 193
9.1 Introducción 193
9.2 Clasificaciones de las Instalaciones de Cuidado de Salud....193
9.3 Demanda, Conductores y Tendencias para Cuidado de Salud....196
9.4 Diseño Basado en Evidencia....197
Referencias....198
CHAPTER 10 - PLANIFICACIÓN DE DESASTRES Y GESTION DE EMERGENCIAS..... 201
10.1 Introducción 201
10.2 Planificación de Desastres 203
10.3 Gestión de Emergencias....204

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

10.4 Preparación para Desastres 204
10.5 Necesidades de las Instalaciones para Planificación de Desastres y Manejo de Emergencia 207
10.6 Energía 210
Referencias....214
CAPITULO 11 – OPERACIONES Y MANTENIMIENTO 215
11.1 Introducción 215
11.2 Consideraciones Reguladoras 216
11.3 Evaluaciones de Riesgos 218
11.4 Operaciones....223
11.5 Mantenimiento 228
11.6 Amortiguadores de Fuego y Humo 231
Referencias....232
CAPITULO 12 – SOSTENIBILIDAD EN INSTALACIONES DE CUIDADO DE SALUD 235
12.1 Introducción 235
12.2 Tendencias de Sostenibilidad y Consideraciones Económicas 236
12.3 Evaluación Comparativa de la Energía 237
12.4 Puesta en Marcha 243
12.5 Modelado de Energía 243
12.6 Eficiencia Energética 245
12.7 Incentivos Financieros para Eficiencia Energética 246
12.8 Calidad Ambiental Interior 247
12.9 Eficiencia en el Uso del Agua....260
12.10 Sostenibilidad del Sitio 261
Referencias....262
CAPITULO 13 - RESTRICCIONES SÍSMICAS EN EL DISEÑO DE HVAC DE CUIDADO DE SALUD 265
13.1 Introducción 265
13.2 Restricciones Sísmicas para Componentes no Estructurales 266
13.3 Diseño Sísmico y Categorías de Riesgo 266
13.4 Componente Factor de Importancia 267
13.5 Requisitos de Diseño Sísmico....269
13.6 Pruebas e Inspecciones Especiales de Restricción Sísmica 271
Referencias....273
ACRONIMOS.... 275
GLOSARIO.... 277
INDICE 283

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

PROLOGO

Esta segunda edición del *Manual de Diseño de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado para Hospitales y Clínicas* agrega información actualizada, proporciona recomendaciones de un diseño profundo basado en las mejores prácticas y presenta soluciones probadas, rentables y confiables que resultan en bajo costo de mantenimiento y alta confiabilidad. Nuestra intención es que esta edición del manual se enfoque específicamente en el diseño de sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para instalaciones del cuidado de la salud, omitiendo descripciones del sistema general que están fácilmente disponibles en otras publicaciones de ASHRAE. En cambio, nuestro enfoque ha sido presentar "qué es diferente" acerca de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC) del cuidado de la salud.

Aunque no es documento de consenso, este manual se basa fuertemente en la Norma 170-2008 de ANSI/ASHRAE/ASHE *Ventilación de Instalaciones de Atención de Salud*, que es un documento de consenso. Citas de la norma a lo largo de este libro debe entenderse que incluyen sus apéndices de A a t y v.

Esta edición es el resultado de un esfuerzo concertado por un buen grupo de voluntarios cuyo trabajo fue hecho inmensamente más fácil por tener la primera edición sobre la cual trabajar. Por la intención, el comité de autoría estaba integrado principalmente de ingenieros consultores con gran experiencia en el diseño y construcción de instalaciones de cuidado de salud. Jeff Hardin y John Kramer trabajaron duro en ambas ediciones. Los ingenieros de hospital John Kramer, Heather Platt y Ron Westbrook también escribieron capítulos y proporcionaron un aporte inestimable a todo el libro. Asistencia editorial de ingeniería fue proporcionada por John Murphy y Walter Grondzik fue el editor técnico. Kelly Short y Kelsey Grondzik asistieron con las tablas e ilustraciones.

La audiencia destinada para este manual incluye

- Ingenieros consultores
- Diseñadores de hospital experimentados que utilizarán esto como una referencia.
- Ingenieros mecánicos que desean familiarizarse con diseños del cuidado de la salud.
- Ingenieros jóvenes que persiguen una carrera especializándose en diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de centros de salud.
- Gerentes de instalaciones
- Personal de control de infecciones
- Gerentes de planificación y diseño
- Personal de mantenimiento
- Contratistas
- Desarrolladores, y
- Funcionarios de códigos, acreditaciones y otorgamiento de licencias

Finalmente, quiere agradecer a Layle Thomas por su fantástica experiencia organizativa y editorial, que fue invalorable en la coordinación de esfuerzos de más de 32 voluntarios.

Ha sido mi honor presidir este comité.

Dan Koenigshofer, PE. M Salud Pública, HFDP, SASHE
Drewberry Ingenieros
Enero 2013

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

CAPITULO 1

VISIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PARA EL CUIDADO DE LA SALUD

1.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de climatización (HVAC) en instalaciones para el cuidado de la salud proporcionan una amplia gama de servicios a favor de las poblaciones que son especialmente vulnerables a un riesgo elevado de salud, fuego y peligros de seguridad. Estas instalaciones fuertemente reguladas, de alto riesgo son sometidas a mantenimiento continuo, verificación, inspección y recertificación, típicamente operan 24 horas/día, 7 días/semana y son ocupadas por el propietario por ciclos de larga vida. Sistemas de climatización (HVAC) para el cuidado de la salud deben ser instalados, operados y mantenidos en conjunción espacial y funcional con una serie de otros servicios esenciales de construcción, incluyendo energía normal y de emergencia, sistemas de plomería y gas médico, transporte automático, protección de incendio y una miríada de sistemas de información tecnológica (IT), todos dentro de una envolvente limitada del edificio. Instalaciones y servicios para el cuidado de la salud se caracterizan por altas tasas de modificación debido a la continua evolución de la ciencia y economía del cuidado de la salud, y consume grandes cantidades de energía y agua potable. Las a menudo únicas condiciones ambientales asociadas con estas instalaciones y el rendimiento crítico, confiabilidad y mantenibilidad de los sistemas de climatización (HVAC) necesarios para su éxito, demandan un conjunto especializado de prácticas de ingeniería y criterios de diseño establecidos por códigos de modelos y normas e impuestas por las autoridades competentes.

1.2 CLASIFICACIÓN BÁSICA DE INSTALACIONES PARA EL CUIDADO DE LA SALUD

Las instalaciones para el cuidado de la salud varían ampliamente en la naturaleza y complejidad de servicios que ellos proveen y el grado relativo de enfermedad o heridas de los pacientes tratados – desde una oficina de médico general del barrio a una gran regional o centros médicos universitarios y hospitales de especialidades. Las instalaciones en la categoría del cuidado de la salud pueden incluir, además de las oficinas del médico, clínicas de barrio, centros de bienestar mental, centros de parto, instalaciones de imagen, cuidados de hospicio y cuidados de enfermería a largo plazo, entre otros. Como una regla, requisitos de control ambientales y el papel del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en seguridad de vida y control de infección es cada vez más importante con el incremento de la complejidad de los servicios médicos proporcionados y la agudeza de la enfermedad de la población de pacientes. Este manual se destina

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

principalmente a acordar sistemas de climatización (HVAC) para hospitales de pacientes hospitalizados, excepto donde se indique lo contrario.

1.3 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CALEFACCION, VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO (HVAC) PARA CENTROS DE SALUD

En apoyo al proceso del cuidado de la salud, los sistemas de climatización (HVAC) están llamados a ejecutar varias funciones vitales que afectan las condiciones ambientales, control de infecciones, peligros y seguridad de la vida del edificio. El confort del personal y paciente, y la provisión de condiciones de espacios terapéuticos, facilitan resultados óptimos en el tratamiento del paciente. Condiciones de temperatura y humedad relativa (RH) elevadas. Condiciones ambientales para almacenaje de datos electrónicos, soporte a los sistemas IT e imágenes especiales y otros equipos médicos es crítico para la operación de estos servicios esenciales. A través de la contención, la dilución y remoción de patógenos y toxinas, el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) es un componente clave de la seguridad de la instalación y control de infecciones. En pacientes hospitalizados y en muchas instalaciones de tratamiento ambulatorio, la incapacidad (o capacidad reducida) de los pacientes para responder adecuadamente a emergencias de incendios, requiere que el sistema de climatización (HVAC) respalde el vital escape de humo y las características de comportamiento de edificio del sistema de seguridad de vida. Finalmente, el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) debe interactuar con la envolvente arquitectónica del edificio para controlar la entrada de aire no acondicionado, junto con contaminantes exteriores y humedad.

1.3.1 Acondicionamiento de Confort

En toda la gama de instalaciones de atención de salud, las prácticas del cuidado de la salud a menudo exponen a los pacientes y personal a condiciones que dictan requisitos ambientales únicos. Como en cualquier instalación, el confort de los ocupantes del edificio es fundamental para el bienestar general y productividad. En la instalación del centro de salud, un ambiente confortable tiene un papel significativo para facilitar la curación y recuperación. Un paciente enfermo o herido en un ambiente incómodo está sujeto a estrés térmico que puede impedir la capacidad del organismo a regular apropiadamente el calor del cuerpo, interfiere con el descanso y ser sicológicamente perjudicial. Al mismo tiempo, un proveedor de cuidado de salud estresado por un ambiente incomodo no puede funcionar a niveles de máximo rendimiento. Los pacientes vestidos con una bata sencilla en un cuarto de examen, por ejemplo, o personal quirúrgico ortopédico, fuertemente vestidos en traje de fregado durante un procedimiento de horas de duración complejo y estresante requieren niveles y controles de temperatura y humedad de la habitación. Similarmente, patrones de corriente de aire del cuarto y tipos de cambio de aire influyen en el confort térmico. Por estas razones, códigos de atención de salud y criterios establecen requisitos específicos para temperatura de espacio, humedad relativa y tasas de cambio de aire total.

1.3.2 Acondicionamiento Terapéutico

Ciertas funciones médicas, tratamientos o procesos curativos demandan temperatura ambiental controlada y/o condiciones de humedad relativa que se apartan de los requisitos para confort personal. Quirófanos y unidades de enfermería, por ejemplo, a menudo requieren una gama de temperatura ambiente que abarquen varios grados, sin importar la estación, para facilitar mejor un procedimiento dado o condición del paciente. Salas de tratamiento y habitaciones de pacientes quemados pueden requerir hasta 100°F [37.7°C] y 35% a 40% humedad relativa, de acuerdo a DOD (2011). Algunos clínicos desean la capacidad de restablecer las temperaturas del departamento de emergencia hasta 90°F [32.2°C] para tratamiento de casos de hipotermia. Criterios requieren que los espacios de pacientes hospitalizados a largo plazo se humedezcan a niveles mínimos para evitar la piel y membranas mucosas secas, asociadas con niveles de humedad relativa (RH) muy bajos que agregan una molestia y posiblemente impiden la función inmune respiratoria. A la fecha de esta publicación, sin embargo, no hay evidencia científica que establezca firmemente que la

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

exposición prolongada a la humedad muy baja contribuye a peores resultados de los pacientes.

1.3.3 Control de Infecciones

Con pocas excepciones (como salud mental, medicina deportiva o centros de atención de maternidad) las instalaciones médicas son lugares donde relativamente altos niveles de microorganismos patogénicos (que causan enfermedades) son generados y concentrados por una población de pacientes infectados o por procedimientos que manejan o manipulan tejidos humanos infectados y fluidos corporales. Estos patógenos son propagados por un número de contactos y, a una extensión corta, causas sin contacto (aerotransportados) que son tratados en detalle en el Capítulo 2. En cierto grado, la población de todo el edificio está a un riesgo elevado de exposición a estos patógenos. Pacientes heridos y enfermos, que han suprimido o comprometido la función inmune, son altamente susceptibles a nuevas infecciones. Los visitantes a menudo acompañan a amigos enfermos o heridos o seres queridos a áreas de alta exposición como salas de esperas de clínicas y departamentos de emergencia. Por la naturaleza de su profesión, el personal de atención de salud trabaja en la proximidad a agentes infecciosos en una base diaria. Las instalaciones de atención de salud por consiguiente requieren prácticas operativas estrictas y controles de ingeniería para salvaguardar a la población del edificio. El sistema de climatización (HVAC) es una de las muchas herramientas y procesos utilizados en el control de infecciones.

1.3.4 Ventilación y Control Ambiental para Funciones Especiales

Muchas instalaciones médicas incluyen funciones o procedimientos en los cuales humos químicos, aerosoles o gases dañinos son almacenados y generados, presentando riesgo para la salud o seguridad. Ejemplos incluyen laboratorios donde químicos aerosolizantes son utilizados para fijar especímenes deslizantes, preservar tejidos o ejecutar otros procesos, aparatos ortopédicos y tiendas de miembros artificiales que implican adhesivos y otros agentes aerosolizantes, y sitios de anestesiar, en los cuales la exposición a largo plazo incluso a trazas de concentraciones de gases anestésicos pueden tener consecuencias perjudiciales. En tales aplicaciones, el equipo de climatización (HVAC) opera en conjunto con el equipo de contención primario, como campanas de humo, campanas de radioisótopos, cabinas de flujo laminar y sistemas de evacuación de residuos de anestesia, para contener y evacuar estos contaminantes o diluirlos a niveles seguros.

En otras aplicaciones de cuidado de salud, el sistema de climatización (HVAC) está llamado a asistir en el mantenimiento de un ambiente estéril para productos o procedimientos que deben estar protegidos de la contaminación ambiental. Procedimientos de cultivo de laboratorio y ciertos manejos farmacéuticos y procedimientos de composición, son ejemplos donde el sistema de climatización (HVAC) funciona en conjunto con el equipo de contención para proteger el producto.

1.3.5 Seguridad de Vida

En instalaciones clasificadas como Atención de Salud o Atención de Salud Ambulatoria por *NFPA 101: Código de Seguridad de Vida*® (NFPA 2012) de la Asociación Nacional de Protección de Incendio o Tipo I-2 por el *Código Internacional de Construcción*® *(IBC*®*)* (ICC 2012), los sistemas de ventilación, refrigeración y aire acondicionado son requeridos para apoyar la compartimentación especial del edificio, protección de apertura, control de humo y sistemas de atención que proporcionan el concepto de "defensa en lugar" de la seguridad de vida. La contención es facilitada por la aplicación de compuertas de humo y fuego y, en algunos casos, la restricción del sistema de climatización (HVAC) cruzado entre zonas de humo. Los sistemas de climatización (HVAC) contribuyen a la detección y contención de fuego y humo y pueden ser llamados a evacuar o excluir humo desde atrio o recintos de salida. Sistemas de ingeniería de control de humo pueden ser requeridos para proveer control de presurización zonal complejo. Información más detallada sobre aplicaciones de

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

climatización (HVAC) y seguridad de vida del edificio es proporcionado en el Capítulo 5.

1.3.6 Papel del Envolvente del Edificio

La integridad del envolvente del edificio es esencial para minimizar la introducción de aire sin filtrar no condicionado a un edificio, así como también excluir efectivamente la humedad. La condensación de aire exterior húmedo dentro de los ensamblados del envolvente del edificio es conducente a la colonización de moho, lo cual, además de causar daños materiales caros, posee un riesgo de infección mortal de *Aspergillus* y otros llamados géneros de moho oportunistas. Ningún envolvente es perfecto, y abundante evidencia muestra que aún los envolventes bien diseñados y construidos permiten algún grado de infiltración de las diferenciales de presurización del edificio causado por viento, efecto acumulativo y operación del sistema de climatización (HVAC). Generalmente, con la excepción de climas muy fríos donde se puede requerir una presurización neutra, es deseable presurizar positivamente el interior del edificio para minimizar la infiltración. Algunos diseños de climatización (HVAC) se enfocan en una presurización positiva, continua y controlada manteniendo un balance controlado entre el aire de ventilación exterior y el escape. Estos sistemas son sencillos y confiables. Más enfoques de control de presiones complejas son ahora sugeridos por algunos ingenieros de diseño. Los diseñadores de HVAC deben tener en cuenta, y hacer que el arquitecto del edificio conozca, que la despresurización de espacios en el perímetro del edificio, incluido salas de aislamiento de enfermos y baños de los pacientes, y la despresurización del plenum y las cavidades de la pared exterior por los sistemas de retorno del plenum, sistemas de retorno de los conductos mal balanceados y sistemas de escape central pueden exacerbar el paso de humedad y aire sin filtrar, no condicionado a través del envolvente del edificio en esos lugares.

1.3.7 Privacidad del Paciente

La necesidad de prevenir la transmisión de cuarto a cuarto de las conversaciones privadas de los pacientes está direccionada por códigos y normas y por la ley de portabilidad y responsabilidad de la información de salud (HIPAA). Los códigos y normas proveen clase de transmisión mínima de sonido (STC), u otros criterios de rendimiento acústico, para los elementos de cerramiento arquitectónico de espacios críticos como la oficina del proveedor y salas de exámenes, y pueden dirigir recomendaciones para ruido de fondo y para minimizar la transmisión de sonido a través de la conexión de conductos. Conductos de aire de transferencia y retornos de plenums comunes para tales espacios requiere consideración especial y tratamiento, como características de atenuación incorporadas para minimizar "cruce de conversaciones." Aún con retornos totalmente canalizados, consideración debe ser dada a las calidades de atenuación (principalmente la extensión y configuración de trazados y accesorios) de conductos de interconexión. Aunque una gran parte de atención está normalmente centrada en minimizar el ruido de fondo de HVAC, algún grado de "ruido blanco" de los sistemas de climatización de HVAC ayudan a minimizar la inteligibilidad de la conversación.

1.4 CRITERIOS Y ACREDITACIÓN

1.4.1 Criterios de Diseño

Una de las primeras tareas de los diseñadores de HVAC es establecer los criterios de diseño del proyecto. La mayoría de las agencias gubernamentales federales y estatales, y muchos gobiernos locales, establecen criterios para el diseño de instalaciones de atención de salud dentro de sus jurisdicciones. Una jurisdicción puede utilizar sus propios criterios y códigos o citar modelos, códigos de edificación nacionales o internacionales o normas de diseño. Algunas instituciones y corporaciones privadas para el cuidado de la salud también establecen sus propios criterios de diseño que van más allá de los requerimientos jurisdiccionales. Códigos

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

frecuentemente citados o adoptados, normas y guías de diseño, pautas relativas a sistemas HVAC en una instalación para el cuidado de la salud se incluyen en las siguientes:

- *Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities* (conocidas como las "Guías FGI"), 2010, Instituto de Guías de Instalaciones (FGI).
- Norma 170-2008 de ANSI/ASHRAE/ASHE, *Ventilation of Health Care Facilities*
- Norma 90.1-2010 de ANSI/ASHRAE/IES, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residental Buildings*
- (Propuesto) Norma 189.3P de ASHRAE, *Design, Construction and Operation of Sustainable High Performance Health Care Facilities* (en desarrollo a la fecha de esta publicación).
- *HVAC Design Manual for New, Replacement*, *Addition, and Renovation of Existing VA Facilities*, 2011, Departamento de Asuntos de Veteranos de los Estados Unidos (Veteran Affairs).
- La Comisión Conjunta, Normas de Medio Ambientes de Cuidado.
- Normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA).
- *Industrial Ventilation*, Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH), 2004.
- Centros para control y prevención de enfermedades (CDC), guías y practicas recomendadas.
- Edificio modelo y códigos mecánicos, incluyendo el *Código Internacional de Edificio (IBC), Código Internacional de Energía y Código Internacional Mecánico*.
- Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED ®) para Atención de Salud™
- Manual de Criterios de Instalaciones Unificado (UFC) 4-510-01, Departamento de Defensa de los Estados Unidos.
- CAN/CSA Z317.2-10, *Special Requirement for Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Systems in Helath Care Facilities*
- Farmacopea de los Estados Unidos Capítulo 797

Criterios típicos para diseño de HVAC incluyen condiciones de diseño ambiental exterior e interior; requerimientos de cambio de aire total y aire exterior; consideraciones económicas para selección de equipos; requisitos para la capacidad de equipos de respaldo o redundancia, relaciones de presión de cuartos, filtración requerida y otros puntos de referencia para selección y dimensionamiento de sistemas y equipamiento. Otros criterios que influyen el diseño de HVAC puede involucrar la configuración y rendimiento térmico del envolvente, requerimientos ambientales para equipamiento y procesos especiales, consideraciones de operación y mantenimiento y requerimientos de espacio y acondicionamiento para equipos electrónicos y eléctricos.

Se puede esperar que cada jurisdicción tenga sus propios criterios de diseño, más o menos complementados por el del propietario del edificio, el cual debe ser entendido por el diseñador en la iniciación del proyecto. Estos criterios normalmente incluyen la mayoría de la información de las fuentes enumeradas previamente, pero puede incluir solo ciertos elementos de estos documentos, o involucrar modificaciones de los requerimientos publicados. Con raras excepciones, un diseñador nunca puede asumir con seguridad los criterios apropiados. Las autoridades que tienen jurisdicción y los propietarios de edificios deben ser consultados. Las autoridades y propietarios también deben ser consultados de las preferencias de los diseños, que a menudo dictan los sistemas específicos y tipos de equipo, configuraciones, redundancias y consideraciones de operación y mantenimiento; tales

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

preferencias específicas del proyecto pueden también involucrar condiciones de diseño de espacio y del edificio que se apartan de los criterios estándar.

Además de los criterios fundamentales de diseño, el diseñador es responsable de conocer las regulaciones ambientales aplicables del gobierno y debe establecer en el alcance del proyecto de trabajo quien tiene la responsabilidad de los permisos requeridos por la jurisdicción.

1.4.2 Papel de las Organizaciones de Acreditación

Para que una organización de atención de salud participe y reciba pago de los programas Medicare o Medicaid de los Estados Unidos, debe cumplir con las condiciones y estándares establecidas bajo las regulaciones federales por los Centros para Servicios de Medicare y Medicaid (CMS). La elegibilidad requiere una certificación de cumplimiento con las condiciones de participación de los Servicios de Medicare y Medicaid (CMS), la cual es típicamente proporcionada por una organización nacional de acreditación que provee y hace cumplir refuerza las normas reconocidas por los Centros para Servicios de Medicare y Medicaid (CMS) cumpliéndolas o superándolas por sí mismo. Tales organizaciones son consideradas por los Centros para Servicios de Medicare y Medicaid (CMS) de tener "autoridad determinante" y la principal autoridad considerada para instalaciones de atención de salud en los Estados Unidos es la Comisión Conjunta, anteriormente conocida como La Comisión Conjunta para la Acreditación de Organizaciones de Atención de Salud. Los Centros para Servicios de Medicare y Medicaid (CMS) conduce al azar estudios de validación de instalaciones de centros de salud certificados por autoridades determinantes.

La Comisión Conjunta es una organización independiente, sin fines de lucro, gobernada por una junta de comisionados que incluye clínicos, administradores de edificios, líderes de plan de salud, educadores y una variedad de otros profesionales experimentados en prácticas de cuidado de salud, administración y política pública. La Comisión Conjunta publica una variedad de materiales educativos y normas incluyendo sus normas de Entorno de Atención (EOC), que establecen ambos requisitos administrativo y físico para crear y mantener un ambiente de cuidado de salud óptimamente seguro y curativo.

El entorno de las normas de Atención se extiende hasta la planta física del edificio. De gran interés para el ingeniero de HVAC, las normas de Entorno de Atención (EOC) requieren conformidad con las Pautas FGI y la Norma 170 de ANSI/AHRAE/ASHE, o con códigos equivalentes de la agencia estatal o federal para establecer criterios de diseño para instalaciones de cuidado de salud. Las normas de Entorno de Atención (EOC) (sección servicio público) también establece requisitos administrativos del edificio, de documentación y operacionales relacionados a los sistemas de HVAC y el entorno construido, algunos de los cuales incluye:

- Documentación de los intervalos para inspección, prueba y mantenimiento de "todos los componentes del sistema de servicios públicos;"
- un proceso para minimizar la colonización de *Legionella* de torres de enfriamiento y sistemas de agua caliente;
- mantenimiento de planos de sistemas de distribución de servicios públicos;
- sistemas de ventilación apropiados para mantener las tasas de flujo de aire requeridos, presurización y niveles de filtración para espacios o áreas con requisitos de control de contaminantes aerotransportados;
- control de niveles de ruido y mantenimiento de privacidad de la palabra, y
- mantenimiento de la documentación del edificio, incluyendo planos de distribución para servicios mecánicos, eléctricos y plomería (MEP), registros de mantenimiento

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

de sistemas de servicios públicos y planes de seguridad de vida del edificio.

La Comisión Conjunta tiene un personal de encuesta de aproximadamente 1000 inspectores que conducen encuestas al azar de instalaciones requeridas para que una instalación mantenga su estado de acreditación.

1.5 DISEÑO SOSTENIBLE

El diseño sostenible abarca la conservación de energía, agua y otros recursos naturales para minimizar el impacto de un edificio sobre el ambiente de la tierra, mientras que promocionan los elementos de diseño basados en evidencia que refuerzan la salud, confort y eficiencia de los ocupantes del edificio. Considerando que las instalaciones de cuidado de salud en general son serios consumidores de energía y agua y que su población de usuarios son fisiológica y sicológicamente sensitivos, los enfoques del diseño sostenible pueden afectar de forma exclusiva la eficiencia y eficacia de la prestación del cuidado de la salud. Las pautas de diseño ambiental publicadas por el Consejo del Edificio Verde de los Estados Unidos (USGBC) y ASHRAE establecen los resultados de diseño que alientan a los propietarios de edificios y diseñadores a minimizar los costos de utilidad, mejorar la mantenibilidad y flexibilidad de edificios y maximizar la aplicación de características de construcción que mejoren el confort y sentido de bienestar de los ocupantes del edificio.

El Consejo del Edificio Verde de los Estados Unidos (USGBC) ha publicado varios sistemas de clasificación con aplicación potencial al cuidado de la salud, incluyendo Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) para Nueva Construcción y Reformas Importantes™, Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) para Interiores Comerciales™ y Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) para Cuidado de Salud™, el último está desarrollado específicamente para instalaciones de tratamiento médico de pacientes internos y pacientes externos. Cada sistema de valuación establece valores de punto de valuación mínimos necesarios para lograr una gama de niveles de certificación. Además de proporcionar una herramienta de valuación verde, las certificaciones de Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) y sus publicaciones proporcionan información valiosa sobre las ventajas de las características de diseño verde/sostenible y alienta a un equipo de proyecto exceder los requisitos mínimos del código. Algunos propietarios pueden no elegir a continuar el Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) u otras certificaciones; cuando continúan, sin embargo, el diseñador de HVAC debe considerar amortización, rendimiento y fiabilidad al determinar cuál de las características y estrategias implementar. Tres categorías importantes de consideraciones de diseño abordados en el Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) son discutidas en las siguientes secciones.

1.5.1 Sitios Sostenibles

El impulso principal de esta categoría es fomentar la selección de un sitio de construcción que tenga un mínimo impacto en el ambiente natural. Dos créditos dentro de esta categoría (en Liderazgo en Energía y Diseño (LEED) para Cuidado de Salud), sin embargo, directamente afecta el bienestar de los pacientes, personal y visitantes: conexión al mundo natural a través de los lugares de descanso, y/o acceso exterior directo para pacientes. Estos créditos abordan las ventajas del contacto humano con la naturaleza reduciendo estrés y depresión, mediante la provisión de lugares interiores de respiro, jardines curativos, exposición a la luz del día, vistas al exterior, accesibilidad rápida a actividades al aire libre y senderos para caminar, entre otras propuestas.

1.5.2 Conservación del Agua

Los hospitales están entre los más grandes consumidores de agua doméstica entre todos los tipos del edificio debido a una variedad de requisitos que puede incluir los sistemas de HVAC (principalmente a través de reposición para torres de enfriamiento y sistemas de generación de vapor), saneamiento, esterilización, humidificación, preparación de comida, lavandería, diálisis y otros sistemas de tratamiento de agua y

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

equipo de enfriamiento para vacío y otros equipos de proceso. Las pautas del diseño sostenible son una herramienta valiosa para educación e incentivo relacionado con las prácticas de conservación de agua que pueden reducir sustancialmente el consumo del agua y los costos considerables asociados con la medición de agua y servicios públicos de alcantarillado.

1.5.3 Energía y Atmósfera

El objetivo de esta categoría es una reducción en el uso de energía y contaminación asociada. El Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) informa que los hospitales tienen 2.5 más veces de la intensidad de energía de edificios de oficinas comerciales, con estos costos de energía representando 1% a 3% de un presupuesto de hospital típico o un estimado del 15% de ganancias (DOE 2009). El índice promedio de uso de energía (EUI) para hospitales en el noroeste de los Estados Unidos es de 270 kBtu/pie^3·año [851 kWh/m^2·año] (BetterBricks 2010). Para calificar para la certificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) ESTRELLA DE ENERGIA®, los hospitales deben reunir los criterios del índice de uso de energía (EUI) que están basados en el tamaño y ubicación. Por ejemplo, un hospital de 500 camas en el centro de Carolina del Norte requeriría un EUI de 170 kBtu/pie^2·año [536 kWh/m^2·año] para calificar para la ESTRELLA DE ENERGIA. A ese índice de uso de energía (EUI), el hospital está en la cima del 25% de hospitales similares en el país. Para mayor información, referirse al sitio de la red de ESTRELLA DE ENERGIA.

Datos de modelado de energía de línea de base de la *Guía de Diseño de Energía Avanzada para Grandes Hospitales* (ASHRAE 2012) sugiere que, en promedio a través de los Estados Unidos continental, el consumo de energía de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en hospitales grandes convencionales (ej. aquellos que no utilizan los mejores métodos disponibles en la actualidad) ascienden a más del 80% del consumo total de energía de estas instalaciones. Dadas estas estadísticas, el ahorro potencial de costos en energía de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y los beneficios ambientales correspondientes de reducir huellas de carbón de una instalación da a los propietarios del edificio un poderoso incentivo para perseguir las características de conservación de energía y equipo.

1.6 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS PARA CARGAS DE CALEFACIÓN Y REFRIGERACIÓN

1.6.1 Capacidad de Diseño

Los criterios de diseño para instalaciones de cuidado de salud que afectan la capacidad de los equipos y cargas de refrigeración/calefacción incluyen temperatura, humedad relativa y requisitos de ventilación. En algunos casos, puede ser necesario establecer y mantener una gama de condiciones de la habitación, con diferentes puntos de ajuste para operación en verano o invierno o para requisitos de pacientes diferentes. El diseño de HVAC debe proporcionar para las condiciones de la habitación requeridas bajo el más estricto operativo o condiciones de tiempo definidas por criterios de diseño aplicables.

1.6.2 Condiciones de Diseño Exterior

ASHRAE tiene muchas publicaciones de diseño meteorológico y productos para ayudar al diseñador, incluyendo *Visor de Datos Meteorológicos* CD, datos WYEC2 y *Extremos* de ASHRAE (ver www.ashrae.org para información adicional). Muchos criterios de diseño requieren el uso del ASHRAE 0.4% temperatura de bulbo seco y temperatura media coincidente de bulbo húmedo (MWB) para aplicaciones de enfriamiento y el 99.6% de la temperatura de bulbo seco para calentamiento típico para edificios de pacientes internos y algo ambulatorio (normalmente quirúrgico) donde las condiciones ambientales son relativamente críticas para el bienestar del paciente. Los criterios típicos para clínicas de pacientes externos requieren el uso de temperaturas de diseño de ASHRAE del 1% y 99% para cargas de enfriamiento y calefacción, respectivamente. La carga de enfriamiento

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

máxima puede ocurrir en condiciones de pico de bulbo húmedo (WB) cuando las demandas del aire exterior son altas; por esta razón, y para dimensionamiento de equipo evaporativo y deshumidificación, los diseñadores deberían considerar las condiciones climáticas de carga pico total (latente más sensible) para cada proyecto. El diseñador también debería considerar que muchas partes del mundo están experimentando temperaturas más altas que el 0.4% de las condiciones de diseño. Si el sistema HVAC está diseñado de modo que no puede acomodar condiciones de diseño más extremas (cuando las condiciones exteriores exceden los valores del 0.4% ó 99.6%) los requisitos de diseño interior no pueden ser cumplidas. La mayoría de los dueños de hospitales considerarían esta situación inaceptable.

1.6.3 Redundancia de Equipos y Continuidad de Servicio

La importancia fundamental de mantener condiciones interiores razonables en aplicaciones a pacientes críticos a menudo impone que un cierto grado de la capacidad de calentamiento de apoyo y, en muchos casos, capacidad de enfriamiento y/o ventilación sea disponible en el caso de falla del equipo principal de HVAC. Adicionalmente, las instalaciones de cuidado de salud son típicamente el lugar al que ir en el caso de desastres naturales o causados por humanos y pueden representar la única fuente de disponibilidad crítica de servicio público (ej. agua, electricidad, sanitarios, abrigo, etc.) dentro de una región afectada. Los códigos o criterios pueden requerir instalaciones para pacientes hospitalizados (y muchas instalaciones quirúrgicas para pacientes ambulatorios) para tener hasta un 100% de capacidad de apoyo para equipos esenciales a la operación del sistema. Aún en casos cuando la pérdida de un servicio principal de HVAC no pone en peligro la vida o salud, puede llevar a la incapacidad de continuar las funciones médicas y un impacto económico no aceptable al propietario del edificio. Los diseñadores también deben reconocer que los requerimientos de mantenimiento rutinario, por lo menos en una base anual o estacional, requerirán equipos de la planta principal para ser sacada de línea por períodos extendidos. Aún donde el 100% de redundancia no es requerida, es a menudo prudente medir y configurar el equipo de la planta para operación “fuera de la temporada” para permitir mantenimiento extendido de las unidades individuales.

Sistemas de energía de emergencia (EPS) tienen el mandato de muchos códigos y normas para equipo de HVAC considerados esenciales para seguridad y salud. Instalación de calefacción, particularmente para espacios críticos y salas de pacientes, deben normalmente estar conectados a los sistemas de energía de emergencia (EPS), tanto como el sistema de enfriamiento, en algunas jurisdicciones. Las regulaciones y/o pautas del gobierno federal requieren que el equipo de ventilación que sirve a las habitaciones de aislamiento de enfermos y aislamiento protector esté conectado a los sistemas de energía de emergencia (EPS). El AHJ y/o propietario pueden requerir que las fuentes de enfriamiento, bombas, unidades de tratamiento de aire y otros equipos necesarios para proporcionar enfriamiento para pacientes internos críticos o áreas de equipo sensible sean suministrados por un sistema de energía de emergencia (EPS).

1.7 VENTILACIÓN Y CALIDAD DE AIRE EXTERIOR

Las tasas de ventilación de los espacios típicos de cuidado de salud son abordadas por la Norma 170 de ANSI/ASHRAE/ASHE, *Ventilación de Instalaciones de Atención de Salud*. Tales instalaciones requieren grandes cantidades de aire exterior fresco, limpio para los ocupantes y para control de contaminantes y olores a través de ventilación de dilución y reposición de extracción. Además de las tasas de cambio de aire exterior, tasas de cambio de aire total mínimo son suministradas con el fin de suplementar la “limpieza de aire” de ventilación o establecer distribución adecuada y circulación de aire dentro de un espacio. Los filtros con una eficiencia mínima que reporta un valor (MERV) 14 ó más alto (MERV establecido por procedimientos especificados en las Normas 52.2-2007 de ANSI/ASHRAE son muy efectivas para

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

remover microorganismos y partículas de tamaño similar. En ciertas ubicaciones, la calidad del aire exterior puede estar comprometida por humos de escape de combustión u otros olores o gases objetables o dañinos, tal como el ozono, el cual requiere la provisión de carbón activado u otra filtración de absorción de aire exterior.

1.7.1 Ubicación de Entradas de Aire Exterior

Las entradas de aire exterior deben estar ubicadas en una distancia adecuada lejos de las fuentes potenciales de contaminación para evitar la entrada de contaminantes. Los requisitos típicos de separación mínima son 25 pies [7.6 m], establecidos por las Pautas FGI, y 30 pies [9.1 m], de acuerdo al *Manual de ASHRAE—Aplicaciones HVAC*. Estas distancias deben ser consideradas sólo como pautas preliminares: mayor separación puede ser requerida, dependiendo de la naturaleza del contaminante, dirección de los vientos predominantes y ubicaciones relativas de las fuentes de contaminación y entrada. El *Manual de ASHRAE—Fundamentos* provee mayor orientación de diseño y métodos de cálculo para ayudar a predecir las características de la corriente de aire alrededor de los edificios, el rendimiento de salida chimenea/escape y ubicaciones convenientes para entradas. Ver el Capítulo 3 de este manual para más detalles.

1.7.2 Efectividad de Mezcla de Aire y Ventilación

En la mayoría de las aplicaciones de atención de salud, es deseable introducir aire de suministro dentro de un espacio de una manera tal como llevar al máximo la distribución a través del espacio y minimizar la estratificación. Haciendo esto se lleva al máximo la eficacia de ventilación y contribuye a la comodidad total. La mezcla de buen aire se incrementa reuniendo los requisitos mínimos de cambio de aire total y por la selección cuidadosa de ubicación del difusor y rendimiento, con atención apropiada a las características de construcción de la sala que puedan afectar la distribución. La eficacia de la mezcla de aire está también influenciada por la exposición del envolvente del perímetro y la diferencia de temperatura entre el aire de sala y el suministro. Información adicional está disponible en los Capítulos 3 y 8.

1.7.3 Extracción de Contaminantes y Olores

Los sistemas de extracción proporcionan la remoción de contaminantes y olores de una instalación, preferiblemente tan cerca de la fuente de generación como sea posible. Además, los sistemas de extracción son utilizados para remover humedad, calor y partículas inflamables o aerosoles. Ejemplos de fuente de extracción en aplicaciones de atención de salud incluye lo siguiente:

- Campanas de humo químico y ciertos gabinetes de seguridad biológica utilizados en laboratorios y aplicaciones similares donde los trabajadores de los centros de la salud deben manejar materiales altamente volátiles o fácilmente aerosolizados.
- Conexiones especiales de extracción o conductos de ventilación utilizaos en aplicaciones quirúrgicas para remover gases anestésicos residuales o las partículas aerosolizadas en plumas laser.
- Máquinas reveladoras de películas de rayos X “Húmedas” (ahora son rápidamente reemplazadas con equipo digital), que son normalmente proporcionadas con conexiones de ductos de escape para extracción de vapores químicos de desarrollo.
- Cabinas para inducción de tos o campanas utilizadas particularmente en la terapia para enfermedades respiratorias contagiosas.
- Equipos de esterilización y cocina que producen humedad y calor.

Cuando los contaminantes u olores no pueden prácticamente ser capturados en la fuente, el espacio en el cual el contaminante es generado debe ser evacuado. Los cuartos típicamente evacuados incluyen laboratorios, cuartos de ropa sucia, cuartos de almacenaje de desperdicios, descontaminación central estéril (procesamiento sucio) depósitos de anestesia, PET scan, laboratorios calientes (para trabajar con materiales radioactivos),

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

aislamiento de infección por el aire (AII) y broncoscopía. Para escapes potencialmente muy peligrosos, tales como campanas de extracción de vapores químicos radioisótopos, o espacios de aislamiento de enfermedades, códigos o regulaciones pueden requerir filtración HEPA de la descarga de la extracción, particularmente si la descarga está situada muy cerca a un área peatonal o entrada de aire exterior.

1.8 CONTROL AMBIENTAL

1.8.1 Papel de la Temperatura y de la Humedad Relativa

Como se discutió en la sección 1.3, temperatura, y en algunas ocasiones humedad relativa, puede ser importante al establecer condiciones terapéuticas para el tratamiento de pacientes y en mantener un ambiente confortable para todos los ocupantes del edificio.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa que serían consideradas confortables para individuos sanos vestidos con ropa normal serían muy incomodas para ambos, pacientes y trabajadores del centro de salud, por una variedad de razones, incluyendo lo siguiente:

- Pacientes en ambas instalaciones clínicas y de hospitalización pueden estar muy escasamente vestidos o, en algunos casos, desvestidos, y tener poco o ningún control sobre sus ropas.
- En el ámbito hospitalario, los pacientes a menudo están expuestos a un ambiente específico en una base continua, no sólo por cortos períodos de tiempo.
- En una variedad de casos de enfermedad o herida, metabolismo del paciente, fiebre u otras condiciones pueden interferir con la capacidad del cuerpo de regular el calor.
- Trabajadores de la salud a menudo deben usar ropas protectoras pesadas, como en cirugía y departamento de emergencia, y participar en actividades extenuantes y estresantes cerca de luces y equipos de generación de calor.

1.8.2 Control de Ruido

El control de ruido es de alta importancia en el ambiente de atención de salud debido al impacto negativo de los niveles de ruido altos en pacientes y personal y la necesidad de salvaguardar la privacidad del paciente. La instalación típica de atención de salud ya está llena de ruidos altos de una variedad de equipos de comunicación, alarmas, equipo operativo ruidoso, y otras causas sin la contribución del ruido debido al mal diseño o instalación de equipos de HVAC. Los niveles altos de ruido obstaculizan la curación del paciente en gran parte por la interferencia con el descanso y sueño. Además, los ruidos altos degradan el ambiente de trabajo de los proveedores de salud, aumenta el estrés y puede causar irritación peligrosa y distracción durante el desempeño de actividades críticas. Las fuentes de ruido excesivo de HVAC incluyen

- Transmisión directa del ruido de la sala de equipos mecánicos y/o médico a los espacios adyacentes;
- Ruido del conducto generado por ventiladores y/o velocidades de aire alto en conductos, accesorios, equipos terminales, o difusores y transmitidos a través de la ductería a espacios ocupados, contiguos;
- Ruido de fuga en ducto, donde el ruido en la ductería penetra las paredes del conducto y entra a espacios ocupados;
- Retumbo en ductos, una forma de ruido de fuga de baja frecuencia causado por la respuesta acústica del conducto al ruido del ventilador—particularmente por ductería rectangular mal soportada (apagada) con alta relación de aspecto; y
- Vibración de ventiladores, compuertas, ductería, etc.

La privacidad del paciente puede ser comprometida cuando las conversaciones privadas son inteligiblemente transmitidas a espacios contiguos. Causas frecuentes de este problema

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

son propiedades del aislamiento acústico inadecuados de los elementos de construcción que separan las salas, provisiones inadecuadas de amortiguación de sonido en la ductería, y/o inadecuado nivel de presión de ruido de fondo de la sala. Diseño de ductería de HVAC y selección de difusor/registro pueden mitigar en gran medida las dos últimas preocupaciones, proporcionando un nivel mínimo de contribución de ruido de fondo del sistema de distribución de aire y proporcionando atenuación efectiva en los conductos. El Capítulo 3 provee información más detallada sobre las causas y soluciones al, ruido de HVAC.

1.9 HIGIENE DEL SISTEMA HVAC

Además del tópico general de la causa y control de infección discutido previamente, el diseñador debe ser consciente del potencial para riesgos de infección que pueden surgir por el mal diseño o mantenimiento de los equipos de HVAC. Como está explicado en mayor detalle en el Capítulo 2, las infecciones adquiridas dentro de las instalaciones de atención de salud son referidas como infecciones nosocomiales, o infección adquirida en el hospital (HAI). Cualquier lugar donde la humedad y materia de nutrientes se juntan puede convertirse en un reservorio para el crecimiento de microorganismos nocivos. Generalmente, superficies duras (como láminas de metal) requieren la presencia de agua líquida para soportar el crecimiento del microbio, mientras que el crecimiento en materiales porosos puede requerir sólo humedad relativa alta. Los materiales nutrientes están fácilmente disponibles de fuentes como tierra, polvo del medio ambiente, insectos, caspa y excremento de animales y otras materias orgánicas e inorgánicas. La tarea del diseñador de HVAC es minimizar la oportunidad de que la humedad y los nutrientes se aumenten en el sistema, a través de diseño apropiado del equipo, incluyendo provisiones adecuadas para inspección y mantenimiento. Las condiciones potenciales de alto riesgo en un sistema de HVAC incluyen lo siguiente:

- Las entradas de aire exterior situadas muy cerca de desechos orgánicos recogidos. Como hojas húmedas, nidos de animales, basura, tierra húmeda, recortes de césped o áreas bajas donde se acumula polvo y humedad; esta es una preocupación particular con entradas a nivel bajo y la razón principal para requerimientos de separación codificados entre la entrada y el suelo o entrada y techo.
- Las entradas de aire exterior no diseñadas adecuadamente para excluir precipitación; ejemplos son entradas sin persianas de entrada (o con persianas diseñadas inapropiadamente) y entradas situadas donde la nieve puede formar deslizamientos o salpicaduras de lluvia pueden entrar.
- Bordes de apertura de entrada de aire exterior instaladas o diseñadas incorrectamente donde los excrementos recogidos de aves en reposo llevan o soportan el crecimiento de microorganismos.
- Bandejas de drenaje del serpentín de enfriamiento instaladas o diseñadas incorrectamente o trampas de drenaje que previenen un adecuado drenaje de condensados.
- Unidad de tratamiento de aire o humidificadores de conductos inapropiadamente diseñados o instalados para proveer evaporación completa antes de chocar con equipos o accesorios corriente abajo.
- Filtros y revestimiento permeable, que recoge polvo, ubicado muy cerca a una fuente húmeda, como un serpentín de enfriamiento o humidificador.
- Atención inadecuada al mantenimiento durante el diseño, resultando en que los componentes de tratamiento de aire no pueden estar adecuadamente accesibles para inspección o limpieza.

Los diseñadores siempre deben tener en cuenta que incluso el equipo debidamente diseñado debe ser mantenible si se desea permanecer en condiciones de operación limpias. El Capítulo 3 proporciona información adicional con respecto al diseño apropiado de los componentes del sistema HVAC para minimizar el potencial para crecimiento de microbios.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

1.10 FLEXIBILIDAD PARA CAMBIOS FUTUROS

Cambios en el uso del espacio son comunes en las instalaciones de centros de salud y periodos de menos de diez años entre las remodelaciones completas son comunes. La tendencia es normalmente hacia más equipos médicos e incremento de cargas de enfriamiento internas. El diseño inicial debe considerar probable cambios futuros y el equipo de diseño y propietario debe considerar un balance razonable entre proveer para contingencias futuras y costos de inversión inicial. Las contingencias futuras pueden ser dirigidas por características tales como:

- Sobre-medida de conductos y tuberías;
- Suministro de capacidad de equipos de repuesto (sobre-medida) para equipos principales de planta, equipos de movimientos de aire o bombeo, suministro de espacio de planta/piso para futura instalación de equipo, y
- Suministro de pisos de servicios intersticiales donde el mantenimiento y la modificación o reemplazo del equipo puede ocurrir con un impacto mínimo en el funcionamiento operación de la instalación.

1.11 DISEÑO INTEGRADO

1.11.1 General

Para tener éxito, el proceso de diseño de HVAC debe estar minuciosamente coordinado con las otras disciplinas de diseño. La participación del ingeniero de HVAC debe comenzar no más tarde que el diseño de preconcepto y continuar hasta la terminación del diseño. Este capítulo ha abordado algunas de las características de diseño esenciales para una buena calidad de aire, un diseño higiénico y un acondicionamiento de confort, la obtención de estas características requiere la influencia temprana del diseñador de HVAC en la disposición del edificio y las características del plano de planta que afectan la ubicación del equipo y las disponibilidad de espacio. La participación temprana y coordinación de diseño son esenciales para asegurar que

- Las entradas de aire exterior y escapes del edificio están óptimamente situadas para evitar contaminación del suministro de aire del edificio;
- Los cuartos de equipos y planta están bien situados en relación a las áreas que ellas sirven, para posibilitar el dimensionamiento económico del equipo de distribución y las velocidades de aire y agua dentro de las pautas de limitación del ruido;
- Los cuartos de equipos y planta están situadas de manera que el ruido del equipo no perturben los espacios ocupados adyacentes;
- Las ubicaciones de los cuartos de los equipos de HVAC están coordinados con los cuartos de equipos eléctricos, comunicaciones y plomería para minimizar el cruce y congestión de la distribución de equipos (conductos, tuberías, escalerillas portacables y canalización), mientras proporciona espacio adecuado para instalación y mantenimiento de estos servicios.
- Debe disponerse de suficiente espacio vertical del edificio para la instalación y mantenimiento de equipo de distribución de todas las marcas; y
- Debe disponerse espacio suficiente para los cuartos de equipos y planta y para las instalaciones verticales, para permitir una instalación apropiada, operación y mantenimiento de equipos, incluyendo provisiones para un eventual reemplazo de equipos.

1.11.2 Interfaz del Equipo: "Hazlo Encajar"

Debido a los muchos sistemas de ingeniería que proveen servicios en las instalaciones de atención de salud, la necesidad de proporcionar acceso adecuado para mantenimiento futuro y debido a que los criterios pueden restringir dónde el equipo de distribución puede ser instalado, el diseñador de HVAC debe cuidadosamente coordinar los requisitos de

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

espacios físicos para el equipo. Las instalaciones de centros de salud son servidas por una amplia variedad de protección contra el fuego, energía eléctrica, plomería, gas medicinal, y teléfono, datos, llamada de enfermeras y otros sistemas de comunicaciones electrónicas y de monitoreo. Todos estos deben físicamente ajustarse dentro de los espacios de distribución permitidos junto con los conductos y tuberías de HVAC. A menudo, códigos o criterios restringen la distribución principal de servicios a espacios de circulación para minimizar la necesidad para que personal de mantenimiento entre a los espacios ocupados y/o controlar el ruido. Los códigos también restringen ciertas utilidades del paso sobre espacios eléctricos y de comunicaciones, recintos de salida y ciertos espacios críticos de atención de salud, como las salas de cirugías.

Es la responsabilidad de los ingenieros de diseño verificar que el equipo representado en los planos de diseño pueda ser instalado en los espacios indicados, con espacio suficiente para acceso a mantenimiento, por un contratista prudente que utilice prácticas de construcción estándar y juicio razonable de acuerdo a las provisiones del contrato de construcción. Cuando el diseñador conoce que el espacio es tan limitado como para requerir medidas de construcción especiales y/o selecciones de equipo limitado o de propiedad, es sabio hacer que esta información se conozca en los documentos de diseño. Un diseñador prudente representa y dimensiona el equipo en los planos de diseño (incluyendo conductos y tuberías y todos los accesorios grandes y compensa los requeridos para coordinación, balanceo y operación) de tal manera que pueda ser instalado como se representa razonablemente. Estas responsabilidades de diseño no se apartan de la responsabilidad del contratista de la construcción para coordinar apropiadamente el trabajo de instalación entre oficios y no suplantan su responsabilidad para ejecutar planos de taller (instalación) de construcción, coordinados, detallados.

Las herramientas para evitar colisiones en el modelado de información de edificios (BIM) están siendo utilizadas cada vez más para ayudar en la coordinación espacial del equipo de distribución con elementos estructurales y arquitectónicos. Los diseñadores deben estar conscientes de las capacidades y limitaciones de su software BIM para representar los espacios libres de mantenimiento, como estos típicamente deben estar manualmente definidas. Atención similar debe ser puesta al modelado correcto de drenaje por gravedad, vapor y otros sistemas de tuberías en pendiente. Muchos diseñadores aún logran la coordinación de los sistemas a la "vieja usanza" por una variedad de métodos que pueden incluir superposiciones multidimensionales y vistas en sección representativas o croquis. Tales vistas en sección deben ser provistas desde al menos dos perspectivas en cada cuarto de equipos y planta congestionada y en ubicaciones "concurridas" representativas en las áreas de distribución a través de las instalaciones. Algunos propietarios de edificios requieren sometimiento de tales documentos de "concepto de prueba" para demostrar una coordinación interdisciplinaria satisfactoria.

1.11.3 Consideraciones Especiales para Reequipamiento/ Renovación

Diseños para reequipamiento o renovación de las instalaciones de los centros de salud existentes, particularmente cuando las funciones del cuidado de la salud en áreas circundantes o adyacentes al trabajo del proyecto deben continuar durante la construcción, requieren especial atención a factores que pueden afectar la seguridad y salud del paciente. Los diseños deben incluir provisiones para minimizar la migración del polvo y desechos de construcción en las áreas de los pacientes o la posibilidad de interrupciones no planificadas de servicios de ingeniería críticos.

El trabajo de construcción casi invariablemente implica introducción o generación de polvo aerotransportado o desechos considerable, los cuales, sin controles de barrera apropiados pueden transmitir microbios y otros contaminantes dentro de las áreas de cuidado de pacientes. Actividades de demolición, el transporte de desechos y tráfico de personal dentro y fuera de una instalación puede directamente introducir contaminantes—al igual que

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

la interrupción de los equipos existentes de HVAC, remoción de paredes de barrera o particiones, y la alteración de los elementos de construcción y equipos dentro de las áreas ocupadas. Los arquitectos e ingenieros del proyecto deben trabajar en estrecha colaboración con el representante de control de infección del propietario para ayudar a evaluar los riesgos potenciales a la población de pacientes durante las actividades de construcción y conjuntamente identificar los controles de barreras y técnicas apropiadas. Las barreras típicas de acercamiento pueden incluir separación de las áreas de construcción por particiones temporales estancas al polvo, exclusión de tráfico de construcción de áreas ocupadas y aislamiento de los sistemas de ductos que conectan la construcción con los espacios ocupados. Además, presurización relativa negativa y extracción de áreas de construcción son usualmente requeridas. En caso de severa vulnerabilidad de pacientes, el uso de unidades de filtración HEPA suplementarias en las habitaciones del paciente u otros espacios críticos puede ser considerada.

De igual preocupación, los diseñadores deben buscar minimizar la posibilidad de interrupciones de servicio no planificadas durante el proyecto de construcción. Los diseñadores deben familiarizarse con los sistemas de ingeniería existentes y las condiciones del edificio para ser capaces de evaluar el impacto de la nueva construcción. Investigaciones en sitio deben siempre incluir la inspección de instalaciones de equipos existentes salas y otros equipamientos y áreas de edificios con acceso razonablemente disponible. El personal de mantenimiento puede a menudo proporcionar información sobre condiciones de construcción ocultas, y planos de construcción incorporados a menudo disponibles, en muchos casos, sin embargo, los últimos son inexactos o no están actualizados. Prueba de pre-diseño, ajustes y balanceo (TAB) de condiciones existentes es aconsejable, de otra manera, el trabajo del nuevo diseño a menudo se considerará responsable por deficiencias en el equipo original o desempeño del sistema.

Cuando la información de construcción es deficiente o sospechosa, los diseñadores deben intentar de identificar los servicios existentes que están instalados en, el trabajo del proyecto, o que puedan verse afectados por el mismo en la medida en que sean factibles bajo el alcance del contrato de diseño y las limitaciones físicas u operacionales del acceso al edificio. Los propietarios de edificios deben reconocer el valor de la información precisa de construcción y, cuando no está disponible de fuentes internas, contractualmente provee más investigaciones a través del equipo de diseño. Es responsabilidad del diseñador identificar la naturaleza de alteraciones de, o extensiones a, los servicios existentes y equipos, incluyendo características temporales y cualquier requisito interino o rebalanceo final, puesta en marcha o servicios de certificación necesarios para dar cabida a nuevos servicios de construcción mientras se minimiza el impacto a funciones en marcha. Esto a menudo requerirá el desarrollo de un plan de fase detallado, desarrollado en coordinación conjunta con el propietario del edificio. La meta será “no sorpresas”—no interrupciones o disminución de servicios críticos a áreas ocupadas que no están planificadas y dadas a conocer al propietario del edificio durante el proceso de diseño. El Capitulo 7 proporciona más información sobre este tema.

1.12 PUESTA EN MARCHA

Los sistemas de HVAC de atención de salud proporcionan funciones críticas que justifican un proceso de puesta en marcha exhaustivo que va más allá del nivel supervisión/ control de calidad, prueba estática y pruebas, ajuste y balanceo (TAB) típicamente practicada en instalaciones comerciales. La puesta en marcha debe empezar con el diseño de concepto y continuar a través del proyecto, con la participación activa de profesionales calificados en puesta en marcha calificados en desarrollo y revisión de los documentos de puesta en marcha que definen las responsabilidades de todas las partes involucradas y claramente transmiten el alcance y rigor del proceso de puesta en marcha y los requerimientos de proyecto del propietario (OPR). Entre otras características, la puesta en

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

marcha adecuada involucra supervisión experta de los equipos y arranque del sistema, chequeos de desempeño pre-funcional, pruebas de desempeño funcional, entrenamiento del propietario y otras actividades supervisadas por representantes calificados del propietario del edificio, basado en especificaciones comprensivas desarrolladas durante el diseño de la fase. Un proceso riguroso de puesta en marcha demostrará que el sistema de HVAC construido opera de acuerdo a los requerimientos del propietario y las intenciones del diseñador, logrando los siguientes objetivos:

- Proporcionar la certeza de que el equipamiento y sistemas están debidamente instalados y reciben inspección operativa adecuada por los contratistas de instalación.
- Verificar y documentar la operación y desempeño apropiado de equipos y sistemas, para incluir la operación en modos de carga y falla.
- Establecer que los puntos de ajuste de rendimiento son conseguidos y optimizados.
- Proporcionar una documentación completa del proceso de puesta en marcha y los resultados.
- Proporcionar la certeza que el personal de operación de la instalación está entrenado adecuadamente.

Dependiendo del tamaño, complejidad y presupuesto del proyecto, las tareas involucradas en la puesta en marcha pueden variar ampliamente. Consecuentemente, el proceso de puesta en marcha debe ser personalizado para cada proyecto. Vale la pena repetir que el alcance y rigor requerido del proceso de puesta en marcha debe ser claramente definido antes de adjudicar el contrato de construcción, para que las cualificaciones necesarias, responsabilidad y alcance del esfuerzo para todas las partes involucradas en la puesta en marcha de la fase de construcción sean claramente entendidas.

1.13 CONCLUSIONES

El diseño de los sistemas de HVAC para las instalaciones de centros de salud es un arte y ciencia desafiante y único—que demanda experiencia especializada y conocimiento del carácter de estas instalaciones de alto riesgo, la sensibilidad y vulnerabilidad de sus poblaciones y las interacciones complejas del sistema de HVAC con los otros elementos de ingeniería y arquitectura que conforman el edificio. El proceso de diseño requiere familiaridad con un especializado y diverso conjunto de criterios, regulaciones, códigos y estándares de diseño, y la capacidad de sopesar su aplicación frente a las limitaciones económicas del propietario asociado con el negocio de asistencia de salud (abordado en el Capítulo 9). Este manual describe las mejores prácticas para el diseño de los sistemas de HVAC para instalaciones de atención de salud. Esto no está proyectado como un documento de código y los lectores deben considerar que aún las mejores prácticas, a menos que esté codificado, puede ser rechazado por el propietario del edificio.

REFERENCIAS

ASHRAE. 2012. *Guía avanzada de diseño de energía para hospitales grandes*. Atlanta: ASHRAE.

BetterBriks. 2010 Hoja de hechos de energía en cuidado de salud, mayo 2010. Portland, OR. Alianza de Eficiencia Energética del Noroeste. Disponible en: http://www.betterbricks.com/.

DOD. 2011. *Criterios de diseño de instalaciones unificadas (UFC). Instalaciones médicas militares* (UFC 4-510-01). Cambio 4, agosto 2011. Washington, DC: Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

DOE. 2009. El Departamento de Energía anuncia el lanzamiento del Hospital Alianza Energética para incrementar la eficiencia de energía en el sector de cuidado de salud, abril 2009. Washington, DC: Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Disponible en: http://energy.gov/articles/department-energy-announces-launh-hospital-energy-alliance-increase-energy-efficiency.

EPA. Programa ESTRELLA DE ENERGIA®. Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Disponible en http://www.energystar.gov/.

ICC. 2012. *Código de construcción internacional® (IBC®)*. Washington, DC: Consejo del Código Internacional.

NFPA. 2012. *NFPA 101: Código de seguridad de vida®*. Quincy, MA: Asociación de Protección de Incendio Nacional.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

CAPITULO 2

CONTROL DE INFECCIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Como se mencionó en el Capítulo 1, un aspecto único de los sistemas HVAC de hospital es su papel en la mitigación de la propagación de contaminantes aerotransportados que pueden causar infecciones. Las infecciones adquiridas en el hospital (HAI, también referidas como infecciones nosocomiales) tienen un impacto significante en el cuidado del paciente. Las tasas de mortalidad de infecciones adquiridas en el hospital (HAI) son significantes y afectan el costo global de la prestación de atención de salud. En los Estados Unidos, las infecciones adquiridas en el hospital (HAI) ocurren en un estimado del 4% al 5% de pacientes admitidos; a un costo estimado anual que se acerca a los $7 billones. Generalmente es acordado que el 80 al 90% de las infecciones adquiridas en el hospital (HAI) son transmitidas por contacto directo, con 10% al 20% resultante de transmisión aerotransportado (representa el 0.4% al 1% de pacientes admitidos) (Memarzadeh 2011a).

La transmisión de riesgos aerotransportados es influenciada por factores fuera de control del ingeniero que incluye movimiento de pacientes, pacientes sin diagnosticar, visitantes, concentración de pacientes y la susceptibilidad del paciente. La naturaleza de patógenos infecciosos, los modos de transmisión, la causalidad de las infecciones, y las relaciones con el diseño del sistema de HVAC son complicadas y no completamente entendidas. El sistema de HVAC puede afectar los patrones de distribución de las partículas en el aire por dilución o concentración de ellas, moviéndolas adentro o afuera de las zonas de respiración de personas susceptibles, o acelerando o desacelerando la tasa de crecimiento de los microbios en el aire. Los sistemas de HVAC indebidamente operados y mantenidos pueden convertirse en un reservorio para microorganismos.

Infecciones del sitio quirúrgico (SSI) son causadas por una variedad de fuentes, incluyendo deposición de partículas directamente en el paciente o en el personal y equipo, las cuales son entonces transferidas al sitio quirúrgico.

Este capítulo pretende dar una breve visión de conjunto de las maneras en que los sistemas de HVAC pueden ayudar a mitigar las infecciones aerotransportadas. Una discusión más completa de esta materia puede encontrarse en *El Ambiente de Atención e Infecciones Asociadas con la Atención de Salud: Una Perspectiva de Ingeniería*. (Memarzadeh 2011a).

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

2.2 PAPEL DE LOS SISTEMAS DE HVAC EN EL CONTROL DE INFECCIÓN

Aunque la mayoría de las infecciones nosocomiales son causadas por factores tales como malas prácticas de higiene, falta de limpieza de manos o contaminación de superficie a superficie, hay algunos riesgos de infección propagados por los sistemas de HVAC; consecuentemente, códigos y guías que cubren el diseño y operación de los sistemas de HVAC de atención de salud han sido desarrollados. Algunas de las maneras que microorganismos potencialmente infecciosos pueden ser propagados en un ambiente de atención de salud incluyen:

- Estornudos y tos,
- Inhalación,
- Contacto,
- Deposición en sitio quirúrgico o herida abierta,
- Agua nebulizada, y
- Picada de insecto.

Los sistemas de HVAC pueden impactar las infecciones adquiridas en el hospital (HAI) al afectar

- Dilución (por ventilación),
- Calidad de aire (por filtración),
- Tiempo de exposición (por cambio de aire y presión diferencial),
- Temperatura,
- Humedad,
- Viabilidad del organismo (por tratamiento ultravioleta UV), y
- Patrones de flujo de aire.

La ciencia de controlar las infecciones causadas por microorganismos aerotransportados es una mezcla compleja de ingeniería, física de partículas, microbiología y medicina. Las tasas a las que las partículas se asientan son una función de su tamaño, forma, densidad y por supuesto, movimiento del aire. Turbulencias dentro de una habitación aumenta el tiempo de residencia de partículas grandes en el aire, de ahí el deseo por flujos de aire laminar en los quirófanos. Partículas o aerosoles por debajo de unos 1 μm en tamaño son virtualmente no afectados por la gravedad y permanecen en suspensión debido al movimiento Browniano. Aerosoles generados por toses y estornudos generalmente afectan otras personas solo dentro de 3 a 6 pies [0.9 a 1.80 m]. Es virtualmente imposible para los sistemas de HVAC ejercer control en esta exposición cercana: por consiguiente, la transferencia debe ser controlada utilizando protección personal y/o aislamiento.

La viabilidad de microorganismos incrustados en gotitas de agua (aerosoles) es afectado por la temperatura, humedad y velocidad del aire. Memarzadeh (2011a) resume y proporciona una bibliografía extensiva sobre este tema.

Aunque el número de infecciones propagadas en el aire es un porcentaje pequeño del número total de infecciones adquiridas en hospital (HAI), el número es lo suficientemente importante para garantizar la atención en el diseño de sistemas HVAC para instalaciones de atención de salud. Por consiguiente, muchos aspectos de pautas y códigos de diseño de HVAC actuales son motivados por un deseo de reducir infecciones causadas por inhalación y deposición.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

2.3 CÓMO EL CUERPO HUMANO ES AFECTADO POR CONTAMINANTES AEROTRANSPORTADOS

El cuerpo humano normal tiene sistemas de protección excelentes para prevenir infecciones respiratorias. Hay muchas capas de "filtración" empezando por la boca y tráquea (la cual tiene superficies húmedas—una capa mucosa—para atraer y recoger partículas antes que entren a la tráquea) y más allá de una mayor recolección dentro de los bronquios (Figura 2-1). Las infecciones como una neumonía afectan los pulmones, donde pueden crecer y entrar a la corriente sanguínea si logran penetrar los sistemas de defensa del cuerpo. La neumonía es una infección profundamente arraigada una vez que alcanzan los pulmones y presentan un riesgo serio a cualquiera que lo encuentran, particularmente pacientes que pueden ser inmune reprimidos e incapaces de resistir su presencia.

Las partículas aerotransportadas pueden afectar el cuerpo humano y el ambiente de atención de salud en muchas maneras. Estas partículas pueden ser químicos tóxicos, agentes alérgenos o infecciosos. Los contaminantes aerotransportados pueden entrar en un edificio desde el exterior o desde procesos que ocurren dentro del edificio. Sustancias dañinas del exterior pueden entrar al espacio a través de aberturas en el envolvente del edificio o a través de entradas de aire exterior. El aire exterior en un ambiente urbano puede contener humos de motores de vehículos o emisiones de equipos relacionados con el edificio como generadores a diesel. Las instalaciones en áreas rurales pueden estar cerca de pesticidas y polvo agrícola. Igualmente perjudiciales son las emisiones de materiales y procesos dentro de un edificio. Exhalaciones de pacientes crean aún más fuentes de agentes potencialmente infecciosos.

El edificio por sí solo puede producir tóxicos o humos irritantes y alérgenos. Usualmente, los contaminantes de procesos médicos son cuidadosamente contenidos en laboratorios o procedimientos especializados o cuartos de almacenaje, pero es importante que el sistema de HVAC mantenga aislamiento de estas sustancias de los ocupantes del

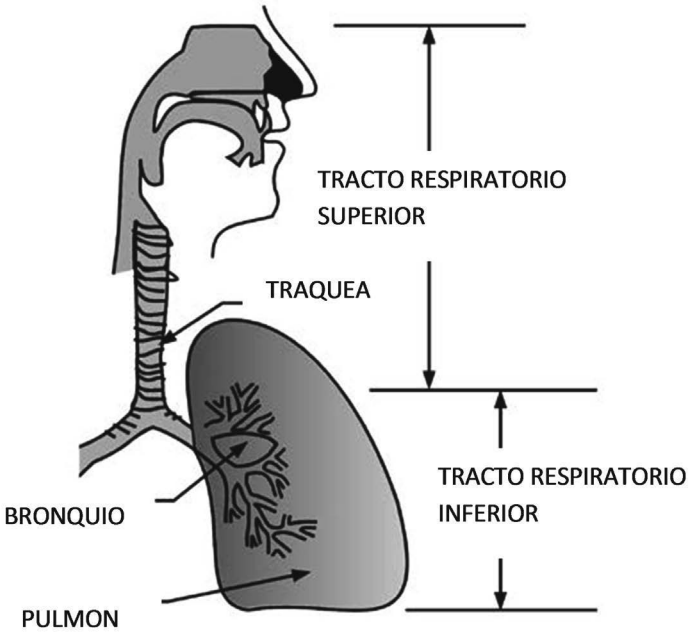


Figura 2-1 *El Tracto Respiratorio*

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

edificio. Otras fuentes potenciales de problemas de calidad de aire son la liberación de gases de materiales dentro del edificio y de actividades como la limpieza. Pacientes sensitivos, vulnerables (al igual que visitantes y personal) pueden sufrir por la exposición a tales sustancias, y es responsabilidad del sistema de HVAC minimizar su transmisión y entrega (aunque controlarlos en la fuente es la estrategia preferible, cuando sea factible). Las personas varían ampliamente en su sensibilidad a varios alérgenos y las reacciones alérgicas pueden exacerbar otras condiciones médicas. Los alérgenos aerotransportados comunes incluyen moho, esporas de hongos y polen de la hierba y árbol.

Una infección virulenta en un entorno hospitalario encontrará el cuerpo un blanco más fácil que lo normal. Las personas recuperándose de una operación son vulnerables, ya que su sistema inmune está preocupado con la reparación del cuerpo después de la cirugía. Un hospital es también un lugar con más agentes infecciosos de lo normal, debido a que los ocupantes del edificio son propensos a tener una variedad de enfermedades, algunas de los cuales relacionados con enfermedades infecciosas. Estas son una amenaza para todos los otros pacientes, personal y visitante.

Las enfermedades infecciosas (también conocidas como enfermedades transmisibles o enfermedades comunicables) comprenden enfermedad clínicamente evidente resultante de infección, presencia y crecimiento de agentes patógenos biológicos en un organismo huésped individual. Infecciones patógenas incluye algunos virus, bacteria, hongos, protozoos, parásitos multicelulares y proteínas aberrantes conocidas como priones.

El término infectividad describe la capacidad de un organismo para entrar, sobrevivir y multiplicar en el huésped, mientras que la infecciosidad de una enfermedad indica la facilidad comparativa con la cual la enfermedad es transmitida a otros huéspedes. La transmisión puede ocurrir en varias maneras incluyendo contacto físico, comida contaminada, flujos del cuerpo, objetos, inhalación aerotransportada, o a través de un organismo vector.

La infección ocurre cuando todos los siguientes elementos están presentes: un agente infeccioso, una fuente del agente, un huésped susceptible recibe el agente y lo más crítico, una manera para el agente sea transmitido de la fuente al huésped. La interacción entre estos elementos es conocida como la “cadena de infección” o “ciclo de transmisión de enfermedad,” terminología que enfatiza los enlaces necesarios entre todos los elementos. Generalmente, la severidad del impacto de exposición a los microorganismos está descrita por la siguiente relación:

$$\text{Infección} = \frac{\text{Dosis} \times \text{Sitio} \times \text{Virulencia} \times \text{Tiempo}}{\text{Nivel de Defensa del Huésped}}$$

Por lo tanto, la gravedad del impacto en personas expuestas es determinada por la duración de la exposición, virulencia de los microbios a los cuales están expuestos, ubicación de la exposición y cantidad de los microorganismos; mientras, el impacto es mitigado o exacerbado dependiendo de la vitalidad de la persona expuesta. Generalmente, los métodos por los cuales los sistemas de HVAC tienen por objeto reducir las infecciones adquiridas en el hospital (HAI) son todos diseñados para abordar los componentes de esta simple ecuación.

El agente infeccioso es el microorganismo que puede causar infección o enfermedad. La capacidad de penetrar al sistema respiratorio se relaciona con el tamaño de la partícula. La Figura 2-2 indica que, mientras los tamaños de las partículas alrededor de 20 μm generalmente son detenidos en la nariz, aquellos de 0.6 a 2 μm pueden alcanzar el tracto respiratorio inferior (alveolos).

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

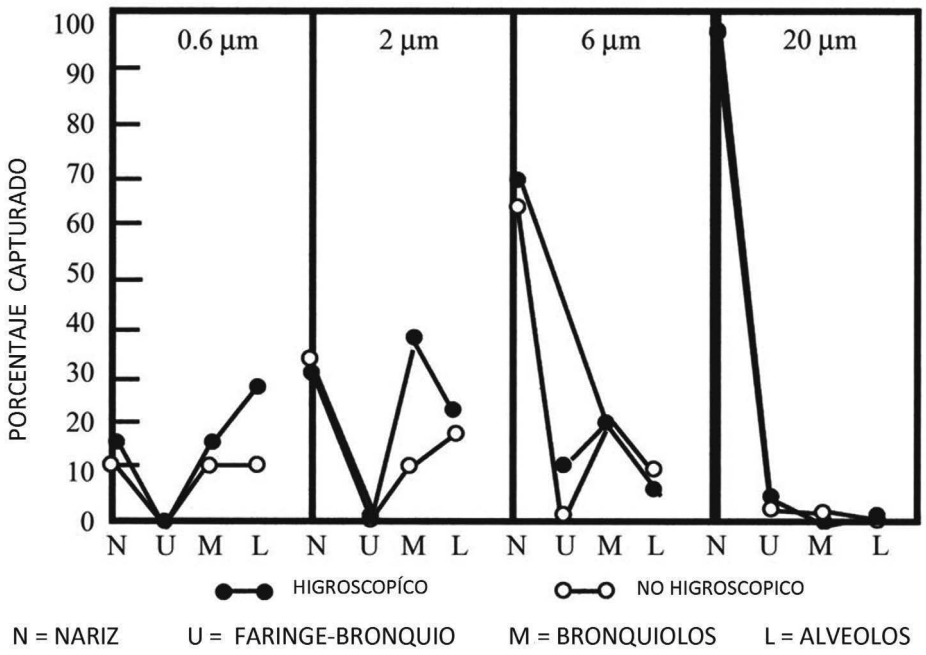


Figura 2-2 *Arrestancia de Partículas por Tamaño, Tipo de Absorción de Humedad y Portal de Entrada*

Un reservorio es el lugar donde el agente sobrevive, crece y/o multiplica. Personas, animales, plantas, suelo, aire, agua y otras soluciones, instrumentos y elementos utilizados en procedimientos clínicos pueden servir como reservorios para microorganismos potencialmente infecciosos. Hay dos fuentes de agentes infecciosos en un hospital o entorno de atención de salud:

- *Fuente endógena:* el agente causante de la infección está presente en el paciente en el momento de admisión al hospital pero no hay signos de infección. La infección se desarrolla durante la estadía en el hospital como resultado de la resistencia alterada del paciente o a través de la introducción de microbios dentro de áreas normalmente estériles, como inserción de un catéter intravenoso dentro de una vena o de un procedimiento quirúrgico.
- *Fuente exógena:* la infección ocurre de la introducción de microbios dentro o sobre el paciente de una fuente exterior. Por ejemplo, el paciente puede adquirir agentes infecciosos de las manos del personal o del equipo contaminado y subsiguientemente desarrollar una infección.

El agente infeccioso puede ser transmitido a través de pequeños núcleos de gotitas (< 5 µm) conteniendo microorganismos que permanecen suspendidos en el aire y que pueden ser transportados por corrientes de aire a mayores distancias que las gotas grandes (ej. sarampión, M. turberculosis). El huésped susceptible entonces inhala estas gotas. Los núcleos de gotas pueden permanecer suspendidos en el aire por largos períodos de tiempo.

La ruta por la cual el agente infeccioso abandona el reservorio es llamado la salida. Un agente infeccioso puede salir del reservorio a través de las membranas mucosas (ej. ojos, nariz y boca), y el tracto respiratorio (ej. pulmones), o a través de gotas que vienen de estos sitios.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

El lugar de entrada es la ruta por la cual el agente infeccioso se mueve dentro del huésped susceptible. Un agente infeccioso aerotransportado puede entrar al huésped susceptible a través de las membranas mucosas (ej. ojos, nariz, boca) o el tracto respiratorio (ej. tráquea, bronquios, pulmones).

Esta es la ruta de muchos agentes patógenos que causan enfermedades respiratorias, como el resfriado común, influenza, tuberculosis, sarampión, paperas, rubeola, tosferina, haemophilus influenza tipo b (Hib) y enfermedad neumocócica (neumonía). El tracto respiratorio es el portal más importante y el más difícil de controlar.

La transmisión aerotransportada a través de aerosoles es importante en algunas enfermedades respiratorias. Los aerosoles son particularmente peligrosos debido a su tamaño (1 a 5 μm) les permite ser llevados profundamente dentro de los pulmones y retenidos. El aire turbulento puede también propagar grandes partículas de tierra contaminada o de objetos tales como ropa y pisos.

En general, los siguientes factores afectan si una infección ocurra o no en una situación particular:

- Dinámica de transmisión de aerosoles y gotitas
- Naturaleza de niveles de polvo
- Salud y estado de los revestimientos mucosos nasofaríngeos del individuo
- Densidad de población
- Tasa de ventilación
- Patrón de distribución de aire
- Humedad
- Temperatura
- Susceptibilidad
- Duración de la exposición
- Número de personas afectadas produciendo aerosoles contaminados
- Velocidad de instalación de partículas infecciosas
- Envoltura viral de lípidos o no lípidos o pared celular de microorganismos
- Material orgánico de alrededores
- Radiación UV o exposición química antiviral
- Niveles de vitamina A y D
- Resistencia de microorganismo a antibióticos o terapia antiviral
- Tipo y grado de procedimientos invasivos
- Consideraciones espaciales
- Contacto con transportador
- Persistencia de patógenos dentro de huéspedes
- Inmunoepidemiología
- Factores genéticos

2.4 ENFOQUE DE GESTIÓN DE RIESGO PARA CONTROL DE INFECCIÓN

La gestión y evaluación de riesgos proporciona un enfoque sistemático para el descubrimiento y mitigación de riesgos frente a una organización o instalación. La meta es ayudar objetivamente a los riesgos estatales, documentos y rangos y preparar un plan de gestión para su implementación. Las técnicas de gestión de riesgo son utilizadas para identificar contramedidas apropiadas, opciones, o alternativas para una situación conocida o anticipada.

Los principios generales que deben ser considerados para cualquiera evaluación de riesgo son

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

- Identificar el riesgo,
- Estimar el nivel de exposición,
- Estimar la probabilidad de ocurrencia de riesgo,
- Estimar el valor de la pérdida,
- Clasificar riesgos, y
- Identificar vulnerabilidades

El enfoque al control de infección y control ambiental esbozado en FGI (2010) considera la susceptibilidad de los pacientes versus el grado de contaminación ambiental. Tal evaluación de riesgo de control de infección (ICRA) requiere comunicación entre el personal de instalación y clínico e incluye ambos temas de diseño y remediación para proteger pacientes y personal. La evaluación de riesgo de control de infección (ICRA) está descrito en más detalle en el Capítulo 11. Estrategias de diseño de gestión de riesgo para prevención y control de infección incluye consideración de la población de pacientes servidos, rango y complejidad de servicios proporcionados y lugares en los que la atención es proporcionada. Otras variables incluyen estado (ej. infeccioso, susceptible, o ambos); el área bajo consideración (ej. aislamiento o protector); el tipo de filtración, ventilación y presurización; y los procedimientos de operaciones y mantenimiento y gestión que están en el lugar. Las estrategias de diseño y gestión de evaluación para controles ambientales incluyen el uso de ambientes de presión positiva (PPE) para el profesional de salud, el tipo de aislamiento necesario (ej. protector o contaminante) y las normas de ventilación aplicables al tipo de instalación que está siendo evaluada (Kosar 2002).

2.5 INFECCIONES DEL SITIO QUIRÚRGICO

Las infecciones del sitio quirúrgico (SSI) son menos frecuentes de lo que solían ser, como resultado de la tendencia hacia menos procedimientos invasivos. En cirugías complicadas cardiaca, vascular, ortopédica, prótesis y trasplante, que requieren procedimientos largos, hay un riesgo más alto de infecciones del sitio quirúrgico (SSI). Las infecciones del sitio quirúrgico (SSI) son clasificadas como incisional u órgano/espacio. Las infecciones incisionales están además divididas en superficial (piel y tejido subcutáneo) y profundas (tejido suave profundo, hueso, músculo y fascia) (Horan et al. 1992, Edwards et al 2008). Infecciones del sitio quirúrgico (SSI) órgano/espacio están asociadas con alta morbilidad y mortalidad.

La fuente del patógeno(s) de las infecciones del sitio quirúrgico es usualmente la piel del paciente, membranas mucosas o intestino y raramente de otro sitio infectado en el cuerpo (fuentes endógenas). Los organismos asociados con las infecciones del sitio quirúrgico (SSI) varían con el tipo o procedimiento y la ubicación anatómica de la operación. Las fuentes exógenas de los patógenos de infecciones del sitio quirúrgico pueden incluir miembros del equipo quirúrgico (ej. manos, nariz u otras partes del cuerpo), superficies contaminadas en los quirófanos; el aire e instrumentos contaminados, guantes quirúrgicos u otros elementos utilizados en la cirugía como lo muestra en la Figura 2-3. Los organismos exógenos son principalmente especies de estafilococo aerobio estreptococo

Los quirófanos (OR) son una de las áreas más críticas para el control de la infección, aquí es donde los pacientes son abiertos al ambiente circundante mientras están en un estado inmune suprimido. El paciente es vulnerable al ataque de cualquier agente infeccioso que entra a la habitación o al sitio quirúrgico. Aunque condiciones de limpieza sean creadas por un apropiado diseño de HVAC (ver Capítulo 3), hay siempre un riesgo de que el mismo equipo quirúrgico pueda traer agentes infecciosos a la habitación. Estafilococo aureus es comúnmente encontrado en la piel de mucha gente y hay el riesgo de las escamas de la piel derramadas por cada persona presente durante una cirugía. Entre un millón y 900 millones de escamas son derramadas durante una cirugía (Hambraeus 1998). Como será descrito más tarde en este capítulo y en el Capítulo 8, patrones de flujo de aire en los quirófanos son dictados con la intención de reducir infecciones del sitio quirúrgico.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

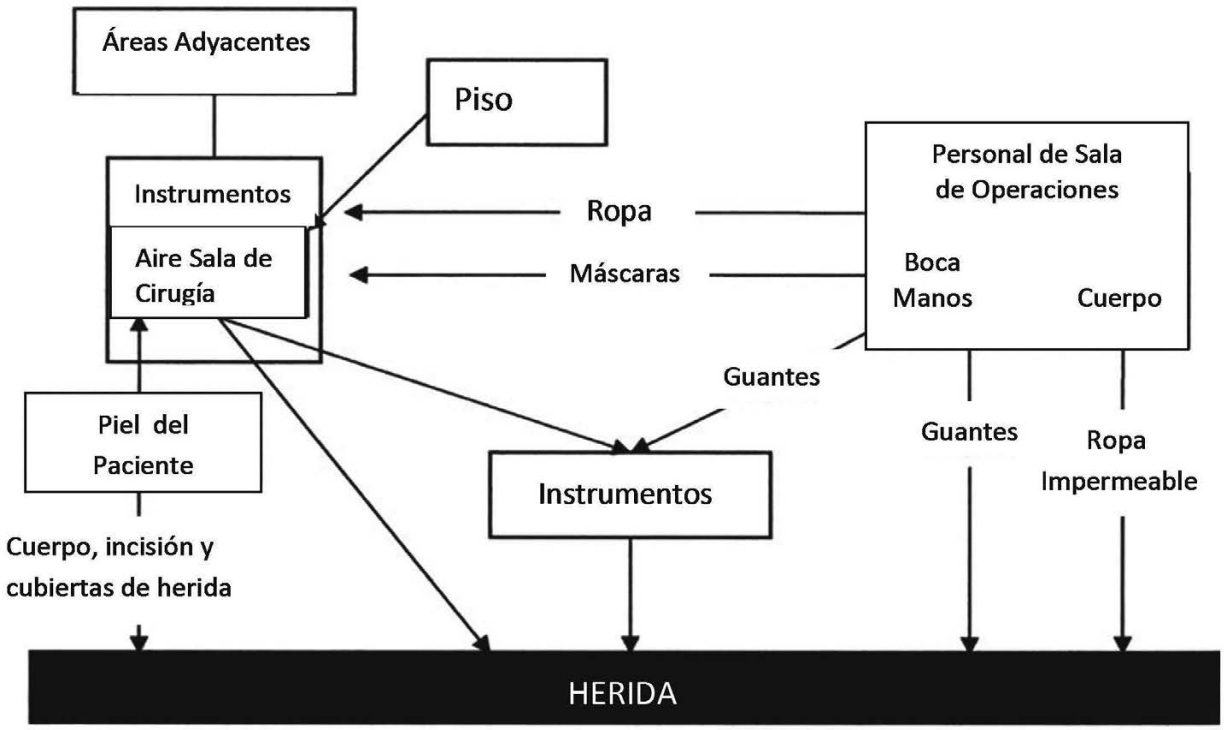


Figura 2-3 *Rutas para Infecciones del Sitio Quirúrgico*

2.6 PROTEGER A LAS POBLACIONES

Las salas de ambiente de presión positiva (PPE) son diseñadas para pacientes con sistemas inmunológicos severamente comprometidos, como trasplante de médula ósea y pacientes con VIH. Los sistemas HVAC para salas con ambiente de presión positiva (PPE) son diseñadas para evitar patógenos aerotransportados a través del uso de filtración de alta calidad, tasas altas de intercambio de aire, antesalas y presurización.

Las salas de aislamiento de infección por aire (AII) están diseñadas para pacientes diagnosticados de tener enfermedades contagiosas transmisibles. Estas salas están diseñadas con antesalas, están bajo presión negativa y tienen un sistema dedicado de extracción directo. Opcionalmente, las extracciones de estas habitaciones tienen filtros HEPA para controlar la dispersión de patógenos aerotransportados a los ambientes circundantes. La sala de espera de emergencia es un área de riesgo particular porque ambas poblaciones de pacientes inmune comprometidos y contagiosos no diagnosticados a menudo coexisten ahí. Este tipo de espacio tiene tasas altas de intercambio de aire y todo el aire es evacuado directamente afuera. Las salas de espera de PPE, AII y DE (departamento de emergencia) son discutidas en el Capítulo 8.

Procesalmente, personal y pacientes usan mascarillas para mitigar la contaminación potencial aerotransportada—particularmente transmisión por gotas de corto alcance de estornudar, hablar, toser o simplemente respirar. Procedimientos especiales como cirugías implican más ambientes de presión positiva (PPE) sostificados para proteger tanto al personal como al paciente, incluyendo trajes totalmente ventilados para procedimientos en los pacientes contagiosos de alto riesgo. El tamaño de una partícula afecta su capacidad para penetrar en el sistema respiratorio.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 2-1 Efecto de Velocidades de Cambio de Aire en la Remoción de Partículas

Cambios de Aire por hora, cah	Tiempo Requerido para la Eficiencia de Remoción de 99%, min.	Tiempo Requerido para la Eficiencia de Remoción de 99.9%, min
2	138	207
4	69	104
6	46	69
8	35	52
10	28	41
12	23	35
15	18	28
20	14	21
50	6	8

Fuente: CDC (2003) **Nota:** Se asume mezcla perfecta

Tabla 2-2 Extracto de la Tabla de Ventilación de la Norma 170-2008 ANSI/ASHRAE/ASHE

Spacio	T, °F	T, °C	RH, %	Presión	OA	ACH
Sala operaciones clase B y C	68 a 75	20a 24	30 a 60	Positivo	4	20
Salas de operaciones/cirugías cistoscopias	68 a 75	20 a 24	30 a 60	Positivo	4	20
Salas de Parto (Cesáreas)	68 a 75	20 a 24	30 a 60	Positivo	4	20
Cuidados Intensivos y críticos	70 a 75	21 a 24	30 a 60	Positivo	2	6
Cuidados intensivos de heridas (unidad quemados) quemaquemados	70 a 75	21 a 24	40 a 60	Positivo	2	6
Sala de espera de radiología	70 a 75	21 a 24	Max 60	Negativo	2	12
Sala quirófano/procedimiento Clase A	70 a 75	21 a 24	20 a 60	Positivo	3	15
Rayos X (cirugía/cuidados críticos)	70 a 75	21 a 24	Max 60	Positivo	3	15
Sala de equipo de esterilización	—	—	—	Negativo	—	10
Sucio y descontaminación	72 a 78	22 a 26	—	Negativo	2	6
Almacenamiento estéril	72 a 78	22 a 26	Max 60	Positivo	2	4

Fuente: ASHRAE (2008). *T* = margen de temperatura de diseño interior, RH = humedad relativa, OA = ACH de aire exterior

2.7 TASA DE CAMBIO DE AIRE/DILUCION

Un método de reducir el tiempo y/o número de microbios al cual una persona está expuesta es incrementar la velocidad de dilución del aire limpio en un espacio. Esto reduce el tiempo de exposición de microorganismos generados dentro de la habitación por objetos, personal o el paciente. La Tabla 2-1 indica el lapso de tiempo que toma para que una habitación sea purgada con aire filtrado, asumiendo mezcla perfecta.

Como está indicado, se puede esperar que los microbios sean residentes en una habitación por 14 minutos a 20 cah (cambios de aires por hora [CAH]) y 28 minutos a 10 cah. El concepto general de dilución y reemplazo con aire limpio es un conductor fundamental de las tarifas de cambio de aire (ACH) estipulados en la tabla de ventilación de la Norma 170 ANSI/ASHRAE/ASHE; como están mostrados en la Tabla 2-2. La tabla completa está mostrada en el Capítulo 3 de este manual.

Estas tasas de renovación de aire son también el resultado de investigación sobre control de olor y confort (Klaus 2011). Estudios en London a principios de 1900 documentó el

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility
for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.