
DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE

**DTIE 13.01
GENERALIDADES SOBRE DIFUSIÓN DE AIRE**

Autores:**Javier Barrigüete Molina,**

Ingeniero Técnico Industrial especialidad Eléctrica. Director de la Delegación de Trox España en Madrid desde el año 1985 hasta su fallecimiento en abril del año 2005.

Antonio Vegas Casado,

Ingeniero Técnico Industrial especialidad Eléctrica. Técnico en Trox España desde el año 1975 hasta su jubilación en Junio del año 2008. Miembro del Comité Técnico de Atecyr.

Revisor:**Manuel Ruiz de Adana Santiago,**

Doctor Ingeniero Industrial y profesor titular en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Córdoba.

Conoce al Comité Técnico de Atecyr:

Presidente: Pedro G. Vicente Quiles

Presidente de honor: José Manuel Pinazo Ojer

Vicepresidente: Ricardo García San José

Secretario técnico: Arcadio García Lastra

Miembros honoríficos:

Rafael Úrculo Aramburu, Ramón Velázquez Vila, José María Cano Marcos, Antonio Vegas Casado, Enrique Torrella Alcaraz y Juan José Quixano Burgos

Vocales:

Francisco Javier Rey Martínez

José Manuel Cejudo López

José Fernández Seara

Juan Travesí Cabetas

Víctor Manuel Soto Francés

Miguel Ángel Navas Martín

José Luis Barrientos Moreno

Adrián Gomila Vinent

Paulino Pastor Pérez

Manuel Sánchez Marín Flores

Justo García Sanz-Calcedo

Ignacio Leiva Pozo

Gorka Goiri Celaya

Nicolás Bermejo Presa

Vidal Díaz Martínez

Ángel Barragán Cervera

Alberto Jiménez Martín

César Martín Gómez

Marta San Román Cruz

Paloma Virseda Chamorro

Ramón Cabello López

Pedro Romero Jiménez

Pedro Coya Alonso

Ramón Puente Varela

José Antonio Fernández Benítez

Manuel Gallardo Salazar

Manuel Ruiz de Adana Santiago

Emilio José Sarabia Escrivá

Simón Aledo Vives

Francisco Javier Aguilar Valero

Depósito Legal: M-6253-2020

ISBN: 978-84-95010-69-8

©ATECYR

Edita: ATECYR

Agastia 112 A - 28043 Madrid

Producción y Realización: ATECYR

Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr

PRESENTACIÓN DTIE

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.500 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado.

ATECYR cumple al pie de la letra con su carácter asociativo y transforma, fielmente, los fines que figuran en sus estatutos en objetivos a cumplir y en forma de trabajar.

Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como fines de ATECYR:

- El estudio, en todas sus vertientes y manifestaciones, de la problemática, la ordenación, la reglamentación, y la protección y desarrollo de las técnicas de climatización, en su más amplio sentido, comprendiendo en tales, y sin carácter limitativo, la calefacción refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire en cualquiera de sus manifestaciones técnicas, así como en todo lo relacionado con el frío industrial, fontanería, uso racional de la energía, gestión de la energía, eficiencia energética, energías renovables, y, en particular la energía solar, térmica, eólica y biomasa, cogeneración, ingeniería del medio ambiente, y de cualesquiera otras actividades directa o indirectamente relacionadas con las mismas.
- La creación, recopilación y divulgación de información científica relacionada con estas tecnologías en España respecto a estas técnicas, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre, la sostenibilidad y el desarrollo de la misma, así como el fomento y desarrollo del interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de mejor cumplir su función social.
- La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación y Transferencia de Tecnología.
- La organización de Cursos, Seminarios, Simposios, Conferencias y, en general, de cuantas actividades vayan encaminadas a la formación y divulgación, en su más amplio sentido, en el ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad, desde la propia Asociación o en colaboración con Entidades u Organismos públicos o privados nacionales o extranjeros de similares o complementarios campos de actuación.
- La certificación y acreditación de la capacitación de profesionales y de personal, en el ámbito de actuación material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Potenciar la colaboración y realizar acuerdos con cualesquiera otras entidades de cualquier naturaleza, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, en el desarrollo del ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Colaborar con las Administraciones Central, Autonómicas o Locales así como con cualquier otro organismo o entidad pública o privada, asesorándolas o prestándolas la asistencia necesaria para la confección, desarrollo y/o interpretación de la normativa y reglamentación relativa al ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas con el Ministerio de Fomento. Con el Ministerio para la Transición Ecológica, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora de Certificación Energética y del RITE, así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la contabilización de consumos o las Auditorías Energéticas. Colaboramos con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial en el desarrollo de la modificación del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas. Así mismo participamos con un gran número de Comunidades

Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones provinciales con que contamos.

En el campo normativo es digno de resaltar la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007 y la secretaria y coordinación de las 26 asociaciones representativas del sector, para proponer al ministerio la modificación de este reglamento que se ha publicado en el año 2013, RD 238/2013.

Destacamos el desarrollo de 3 cursos propios, que se imparten de manera semipresencial, desarrollados por el Comité Técnico de ATECYR y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas
- El Curso de Experto en Refrigeración de 168 horas.
- El Curso de Experto Auditor y Gestor Energético en la Edificación y la Industria de 256 horas.

Además, ATECYR ha organizado junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid el Congreso de tecnologías de la refrigeración, Tecnofrío'16, Tecnofrío'17, Tecnofrío'18 y Tecnofrío'19 y junto con AFEC y FEDECAI el I Congreso de Calidad de Aire Interior.

ATECYR es miembro y participa activamente en REHVA, Federación Europea de Asociaciones de Profesionales del Sector de Instalaciones Mecánicas, en FAIAR, Federación de Asociaciones Iberoamericanas de Aire Acondicionado y Refrigeración y en ASHRAE, Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. Además ha participado junto con REHVA y otras asociaciones en el Proyecto Europeo PROF TRAC y actualmente está participando en el Proyecto Europeo U-CERT.

En sus más de cuarenta y cinco años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de nuestra actividad y como instrumentos que nos permitan la cercanía y el servicio al socio, y el Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector, que, de alguna manera, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años y que se constituye como el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una valiosa documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

La colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE) nace como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre el tema en cuestión para desarrollar su labor.

Esta colección de documentos consta de guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajan o que tengan inquietudes en este ámbito y se han convertido en la documentación imprescindible en los cursos de formación de las Instalaciones en la Edificación.

Desde 2016 Atecyr ofrece gratuitamente a los técnicos del sector www.calculaonatecyr.com que es el portal a través del cual se distribuyen gratuitamente para todos los técnicos del sector 8 programas de cálculo y

dimensionamiento de las instalaciones térmicas. ATECYR, a través de la Fundación ATECYR ha adquirido la licencia de distribución del Software desarrollado y adaptado a las necesidades del mercado y normativa vigentes por un grupo de profesores de la UPV del Grupo de Ingeniería Térmica del Departamento de Termodinámica Aplicada.

Se trata de ofrecer al técnico una herramienta útil para la realización de su trabajo, sin condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

ATECYR es autor junto al IVE de CERMA que es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética tanto de edificios nuevos como existentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 235/2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios.

Este es el primer DTIE que publica Atecyr sobre difusión de aire y por ello desarrolla los conocimientos básicos sobre difusión de aire y sobre las características fundamentales de las unidades terminales. Este documento cuenta con el detalle pormenorizado para que el técnico pueda realizar en cada proyecto o memoria un correcto dimensionado y selección de las unidades terminales para mantener la temperatura, humedad, velocidad local y concentración de partículas de acuerdo con las condiciones de calidad fijadas. Si no se hace una buena selección de las unidades terminales existe el riesgo de no conseguir las condiciones de bienestar para los ocupantes de los edificios. El libro cuenta con una multitud de ejemplos prácticos y de aplicación.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, **TROX TECHNIK**, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentar este nuevo DTIE 13.01 Generalidades sobre Difusión de Aire.

Miguel Ángel Llopis Gómez

Presidente de ATECYR

Relación de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación

SERIE 1: Instalaciones sanitarias

- *1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- *1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.03 Cálculo de redes de distribución de agua sanitaria
- 1.04 Cálculo de redes de evacuación y ventilación
- *1.05 Prevención de la corrosión interior de las instalaciones de agua
- *1.06 Instalación de climatización en hospitales

SERIE 2: Condiciones de diseño

- *2.01 Calidad del ambiente térmico
- *2.02 Calidad de aire interior
- *2.03 Acústica en instalaciones de aire
- *2.04 Acústica en instalaciones de climatización: Casos prácticos
- *2.05 Calidad del aire exterior: mapa ODA de las principales capitales de provincias de España
- *2.06 Sistemas de filtración y purificación del aire
- *2.07 Las instalaciones de climatización, SARS CoV 2 y calidad de aire

SERIE 3: Psicrometría

- *3.01 Psicrometría

SERIE 4: Tuberías

- *4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)
- *4.02 Circuitos hidráulicos y selección de bombas

SERIE 5: Conductos

- *5.01 Cálculo de conductos

SERIE 6: Combustible

- *6.01 Combustión
- *6.02 Diseño y cálculo de chimeneas
- 6.03 Redes de distribución de gas, diseño y cálculo

SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo

- *7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.02 Cálculo de consumo de energía: simulación de sistema
- *7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP
- *7.04 Entrada de datos al programa CALENER GT
- *7.05 Cálculo de cargas térmicas
- *7.06 Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: Cerma, Ce2, CES
- *7.07 Metodología BIM en la climatización

SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- *8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- *8.02 Bomba de calor para calefacción
- *8.03 Instalaciones solares térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria
- *8.04 Energía solar térmica. Casos prácticos
- *8.05 Bombas de calor para producción de ACS

SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire

- *9.01 Tipos de sistemas
- *9.02 Relación entre el edificio y el sistema de climatización
- *9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- *9.04 Sistema de suelo radiante
- *9.05 Sistemas de climatización
- *9.06 Selección de equipos secundarios según el sistema
- *9.07 Cálculo y selección de equipos primarios
- *9.08 Bombas de calor a gas
- *9.09 Sistemas de climatización radiante

SERIE 10: Sistemas de calefacción

- 10.01 Tipos de sistemas
- 10.02 Aplicaciones para edificios residenciales
- *10.03 Calderas individuales
- *10.04 Piscinas cubiertas climatizadas con aire exterior como único medio deshidratante
- *10.05 Principios básicos de las calderas de condensación
- *10.06 Piscinas cubiertas. Sistemas de climatización deshumectación y ahorro de energía mediante bombas de calor

SERIE 11: Control

- 11.01 Esquemas de control
- *11.02 Regulación y control de instalaciones de climatización
- *11.03 Contaje de energía de acuerdo al RITE en sistemas de agua para calefacción y ACS

SERIE 12: Aislamiento térmico

- *12.01 Cálculo del aislamiento térmico de conducciones y equipos
- *12.02 Aplicación de aislamientos en la edificación y las instalaciones. Casos prácticos

SERIE 13: Difusión de aire

- *DTIE 13.01 Generalidades sobre Difusión de Aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

- *15.01 Salas de calderas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

- *16.01 Criterios de calidad en el montaje de las instalaciones de climatización y ACS
- *16.02 Etiquetado y ecodiseño

SERIE 17: Varios

- *17.01 Análisis económico de sistemas eficientes. Estudio de casos
- *17.02 Responsabilidad civil del ingeniero
- *17.03 Contenidos de proyecto y memoria técnica
- *17.04 Instrumentación y medición

SERIE 18: Rehabilitación Energética y Reforma

- *18.01 Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios
- 18.02 Rehabilitación energética de las Instalaciones térmicas de los edificios
- *18.03 Integración de energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios
- *18.04 Auditorías energéticas. Casos prácticos.

SERIE 19: Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo

- *19.01 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Parte teórica
- *19.02 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Casos prácticos

*Editadas

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
PRIMERA PARTE: TEORÍA DE LA DIFUSIÓN DE AIRE	15
1 GENERALIDADES	15
2 DEFINICIONES	15
3 PARÁMETROS DE CONFORT	19
4 ANÁLISIS DE ALGUNO DE LOS PARÁMETROS Y SU INFLUENCIA EN EL CONFORT	21
4.1 TEMPERATURA OPERATIVA	21
4.2 HUMEDAD RELATIVA	22
4.3 TEMPERATURA MEDIA RADIANTE	22
4.4 VELOCIDAD DEL AIRE	23
4.5 DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE PIES Y CABEZA	24
4.6 INCOMODIDAD POR LA ASIMETRÍA DE LAS SUPERFICIES RADIANTES	26
4.7 ÍNDICE DE TURBULENCIA	27
5. MOVIMIENTO DEL AIRE	29
5.1 GENERALIDADES	29
5.2 EL MOVIMIENTO DEL AIRE	30
6. TEORÍA DEL CHORRO DE AIRE	31
6.1 CHORROS DE AIRE CIRCULARES	32
6.2 CHORROS DE AIRE RECTANGULARES	33
7 CHORROS DE AIRE ISOTÉRMICOS	35
7.1 CHORRO DE AIRE ISOTÉRMICO LIBRE	35
7.2 CHORRO DE AIRE ISOTÉRMICO JUNTO A UNA SUPERFICIE PLANA	36
8 CHORROS DE AIRE NO ISOTÉRMICOS	37
8.1 NÚMERO DE ARQUÍMEDES	37
8.2 CHORRO DE AIRE NO ISOTÉRMICO HORIZONTAL	38
8.3 CHORRO DE AIRE NO ISOTÉRMICO VERTICAL	39
9 EFECTO COANDA	41
10 ALCANCE CRÍTICO	43
11 ENERGÍA CINÉTICA DE UN CHORRO DE AIRE DE IMPULSIÓN	45
12 UNIDADES TERMINALES PARA INSTALACIONES DE CAUDAL DE AIRE VARIABLE	45
13 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES TERMINALES PARA INSTALACIONES DE CAUDAL DE AIRE VARIABLE	47
13.1 VARIACIÓN DEL ALCANCE Y VELOCIDAD	48
13.2 VARIACIÓN DEL NÚMERO DE ARQUÍMEDES	52
13.3 VARIACIÓN DEL ALCANCE CRÍTICO	53
13.4 VARIACIÓN DE LA ENERGÍA DE IMPULSIÓN	56
13.5 VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CHORRO AL VARIAR EL CAUDAL DE AIRE	57
13.6 CONCLUSIÓN	58
14 EL RETORNO DE AIRE	59
15 MÉTODOS DE DIFUSIÓN DE AIRE	60
SEGUNDA PARTE: DIFUSIÓN POR MEZCLA DE AIRE	61
16 DIFUSIÓN POR MEZCLA DE AIRE	61

16.1	EFICACIA EN LOS SISTEMAS DE DIFUSIÓN POR MEZCLA DE AIRE	62
16.2	DISEÑO DE INSTALACIONES CON DIFUSIÓN POR MEZCLA DE AIRE	63
16.3	UNIDADES TERMINALES PARA LA DIFUSIÓN POR MEZCLA DE AIRE	64
17	IMPULSIÓN CON REJAS COLOCADAS EN LA PARED	67
17.1	VARIACIÓN DEL ALCANCE EN LAS REJILLAS.....	68
17.1.1	Velocidad de impulsión	68
17.1.2	Caudal de aire	69
17.1.3	Forma geométrica de la rejilla.....	69
17.1.4	Disposición de las rejillas.....	70
17.1.5	Disposición de las lamas delanteras y posteriores de las rejillas (Doble deflexión)	70
17.1.6	Montaje de las rejillas en paralelo	71
17.1.7	Diferencia entre la temperatura del aire impulsado y la del ambiente	72
17.2	CONCLUSIÓN.....	75
17.3	MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AIRE EN REJILLAS	76
17.3.1	Medición en rejillas de impulsión	76
17.3.2	Medición en rejillas de retorno	77
17.4	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICO).....	78
17.4.1	Impulsión con rejillas de lamas orientables	78
17.4.2	Impulsión con rejillas de lamas fijas	79
17.5	EJECUCIONES ESPECIALES	79
17.6	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	81
18	IMPULSIÓN A TRAVÉS DE UNIDADES TERMINALES COLOCADAS EN EL TECHO.....	83
18.1	DIFUSORES DE IMPULSIÓN RADIAL.....	83
18.2	VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DIFUSORES RADIALES CIRCULARES Y CUADRADOS AL VARIAR ALGUNO DE SUS PARÁMETROS	85
18.3	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	88
18.3.1	Difusores radiales circulares.....	88
18.3.2	Difusores radiales cuadrados.....	89
18.4	MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AIRE	90
18.5	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	91
18.6	DIFUSORES LINEALES.....	91
18.6.1	Características de funcionamiento de los difusores lineales	95
18.6.2	Impulsión de aire vertical con difusores lineales	98
18.6.3	Conclusión.....	99
18.6.4	Medición del caudal de aire	100
18.6.5	Casos prácticos (Cálculos numéricos)	101
18.6.6	Ejemplos de aplicación (Imágenes de la instalación)	104
19	DIFUSORES ROTACIONALES.....	107
19.1	VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO AL VARIAR ALGUNO DE SUS PARÁMETROS	110
19.2	COMPARACIÓN FUNCIONAMIENTO DIFUSORES RADIALES Y ROTACIONALES.....	112
19.2.1	Difusores radiales circulares de aros concéntricos y rotacionales con deflectores fijos.....	112

19.2.2	Difusores radiales circulares de aros concéntricos y rotacionales con deflectores orientables.....	114
19.3	CONCLUSIÓN.....	116
19.4	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	117
19.4.1	Difusores rotacionales con deflectores fijos	117
19.4.2	Difusores rotacionales con deflectores orientables	119
19.4.3	Difusores lineales de dos ranuras con impulsión alternativa horizontal.....	121
19.5	MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AIRE	121
19.6	EJECUCIONES ESPECIALES	122
19.7	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	124
20	IMPULSIÓN EN LOCALES DE GRAN ALTURA Y VOLUMEN.....	127
20.1	DIFUSORES DE GEOMETRÍA VARIABLE	127
20.2	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	129
20.2.1	Difusores radiales	129
20.2.2	Difusores de rotacionales	130
20.2.3	Difusores rotacionales serie VDL.....	131
20.3	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	132
21	TOBERAS DE ALTA INDUCCIÓN	133
21.1	POSIBILIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TOBERAS DE ALTA INDUCCIÓN	135
21.1.1	Impulsión en condiciones isotérmicas.....	135
21.1.2	Impulsión en condiciones de refrigeración	135
21.1.3	Impulsión en condiciones de calefacción	136
21.2	VARIACIÓN AUTOMÁTICA DEL ÁNGULO DE IMPULSIÓN EN LAS TOBERAS DE ALTA INDUCCIÓN.....	136
21.3	PLACAS MULTITOBERA	137
21.4	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	138
21.4.1	Impulsión con flujo de aire horizontal, impulsando desde dos lados en oposición con toberas individuales, o con placas multitobera	139
21.4.2	Impulsión con flujo de aire horizontal contra la pared con toberas individuales.....	140
21.4.3	Impulsión con flujo de aire vertical junto a una pared con toberas individuales.....	141
21.4.4	Impulsión desde un mismo conducto, con flujo de aire vertical y horizontal en oposición con toberas individuales.....	142
21.4.5	Impulsión con flujo de aire horizontal contra una pared con toberas individuales.....	144
21.5	CASOS ESPECIALES	145
21.5.1	Impulsión desde un toten circular hacia placas multitobera y paredes.....	146
21.5.2	Impulsión a través de totems circulares	148
21.6	GRAFICOS SELECCIÓN DE TOBERAS DE ALTA INDUCCIÓN	154
21.7	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	155
	TERCERA PARTE: DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO	161
22	DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO	161
22.1	PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS	161
22.2	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO	163
22.3	DISTRIBUCIÓN DE AIRE.....	163

22.4	DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA	164
22.5	EFICACIA DEL SISTEMA DE DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO ...	165
22.6	DISEÑO DEL SISTEMA DE DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO	165
22.7	CAUDAL DE AIRE QUE ES NECESARIO IMPULSAR PARA COMPENSAR LA CARGA SENSIBLE	168
22.8	CAUDAL MÍNIMO DE AIRE EXTERIOR.....	168
22.9	OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE EN EL CAUDAL DE AIRE IMPULSADO	169
22.10	DIFUSIÓN DE AIRE POR DESPLAZAMIENTO EN GRANDES LOCALES Y EN AMBIENTES INDUSTRIALES CON POSIBILIDAD DE IMPULSAR TANTO AIRE FRÍO COMO CALIENTE	170
22.11	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	172
22.11.1	Difusión de aire en un local de grandes dimensiones con difusores circulares estáticos colocados sobre el suelo.	172
22.12	EJEMPLOS DE APLICACIÓN (IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN).....	173
22.13	IMPULSIÓN DE AIRE A TRAVÉS DE UNIDADES TERMINALES INTEGRADAS EN EL SUELO	174
22.13.1	Ejemplos de aplicación (Imágenes de la instalación)	177
22.14	DIFUSIÓN DE AIRE EN TEATROS, AUDITORIOS Y LOCALES SIMILARES ..	177
22.14.1	Ventajas de impulsar a través del suelo en teatros, auditorios o locales similares	179
22.15	CASOS PRÁCTICOS (CÁLCULOS NUMÉRICOS)	180
22.15.1	Difusión de aire en auditorio	180
22.15.2	Ejemplos de aplicación (Imágenes de la instalación)	180
CUARTA PARTE: DIFUSIÓN POR FLUJO DE AIRE LAMINAR		183
23	DIFUSIÓN POR FLUJO DE AIRE LAMINAR.....	183
23.1	CARACTERÍSTICAS	183
23.2	FORMAS DE OBTENER FLUJO DE AIRE LAMINAR	184
23.3	EFICACIA BIOLÓGICA DE LA DIFUSIÓN POR FLUJO DE AIRE LAMINAR	185
23.4	UTILIZACIÓN DEL FLUJO DE AIRE LAMINAR	185
23.4.1	Quirófanos tipo A según la norma UNE 100 713.....	185
23.4.2	Salas limpias	187
ANEXO 1: LISTA DE TABLAS		191
BIBLIOGRAFÍA		194
SIMBOLOS, TÉRMINOS, UNIDADES.....		196

INTRODUCCIÓN

La finalidad de este trabajo sobre difusión de aire, es dotar al técnico en aire acondicionado de una herramienta que le pueda ser útil para adquirir unos conocimientos básicos sobre difusión de aire y sobre las características de las unidades terminales utilizadas para la impulsión del aire, con el fin de realizar en cada caso su correcta elección y selección y con ello poder impulsar el aire en las mejores condiciones de forma que en los locales climatizados se tenga la temperatura, humedad, velocidad residual y concentración de partículas de acuerdo con las condiciones de confort fijadas. Para ello, nos hemos basado en la bibliografía y conocimientos teóricos sobre la difusión del aire, así como en la amplia experiencia atesorada a lo largo de nuestros años de trabajo y con las colaboraciones realizadas con las oficinas de ingenierías e instaladores, en los principales proyectos de climatización realizados en España.

Podremos ver los conceptos fundamentales de la difusión de aire, así como los diferentes modelos y tipos de las unidades terminales de impulsión, sus características, comparación del funcionamiento entre diferentes tipos de difusores, así como algunos ejemplos de selección y aplicación.

En este momento, en el que los técnicos cuando proyectan las instalaciones de climatización piensan la forma de ahorrar la mayor cantidad posible de energía, se esfuerzan por diseñar los sistemas de climatización, así como seleccionar los equipos de producción y transporte con los que se pueda conseguir los objetivos previstos de consumo de energía, queremos llamar su atención, ya que con un buen diseño de la difusión de aire también se puede ahorrar energía.

Si no se hace una buena selección de las unidades terminales de difusión de aire, se corre el peligro no solo de no conseguir las condiciones de confort para los ocupantes de los locales, sino de gastar energía sin conseguir la finalidad prevista, así como aumentar el tiempo de puesta a régimen de la instalación, lo que también representa un mayor consumo de energía. Es importante prestar mucha atención a la selección de las unidades terminales de impulsión en los sistemas en que el aire puede llegar a impulsarse con diferencias de temperatura entre el aire impulsado y el ambiente (Δt_z) entre -12° a $+18^\circ\text{C}$, debido a los problemas de falta de confort que pueden originarse en la zona de ocupación cuando el Δt_z es de aproximadamente -12°C , y a los problemas de estratificación cuando el Δt_z es de $+18^\circ\text{C}$, lo que tiene como consecuencia que además de la falta de confort e tenga un mayor de consumo de energía.

PRIMERA PARTE: TEORÍA DE LA DIFUSIÓN DE AIRE

1 GENERALIDADES

El objetivo del acondicionamiento de aire en un recinto, es el de mantener en el mismo unas condiciones deseadas de confort, bajo diferentes condiciones de funcionamiento, de la forma más económica, tanto desde el punto de vista de la energía como de los costes. Los sistemas de acondicionamiento de aire para garantizar su eficacia, deben mantener y proporcionar condiciones predefinidas en puntos de los locales, principalmente en los que están dentro de la llamada “zona de ocupación”.

La difusión de aire tiene un papel fundamental en este proceso, ya que tiene la misión de introducir en los locales climatizados las cantidades adecuadas de aire tratado, manteniendo dentro de los límites fijados los valores de velocidad del aire, temperatura, humedad y concentración de partículas en cada uno de los puntos de las zonas tratadas.

En ambientes ocupados por personas, en los que el objetivo es el confort humano, la difusión de aire colabora de forma muy importante en la garantía de la Calidad del Aire Interno (CAI). Se ha de resaltar así mismo su importancia en ambientes industriales, salas limpias y ambientes hospitalarios, en los cuales, la prioridad de atender a requisitos asociados con la fabricación de productos y control de contaminantes es una garantía de salubridad.

2 DEFINICIONES

Aire primario: aire que entra en el espacio tratado procedente de la red de conductos.

Aire secundario: aire que está en movimiento en el local por influencia del aire primario impulsado.

Alcance: distancia horizontal o vertical desde la salida de aire de la unidad terminal de impulsión hasta el punto en el que la velocidad se reduce hasta un determinado valor.

Alcance crítico: distancia desde la unidad terminal de impulsión de aire hasta el punto en el que la vena de aire se desprende del techo y penetra en el local. El alcance crítico es función de la velocidad de impulsión y de la diferencia de temperatura entre el aire impulsado y el ambiente.

Área geométrica: área comprendida dentro del perímetro interno de la unidad terminal de impulsión o retorno de aire.

Área libre: suma de las secciones mínimas de paso de aire en toda la superficie de la unidad terminal de impulsión o retorno de aire.

Área efectiva: sección efectiva de paso de aire a través de la unidad terminal de impulsión o retorno, correspondiente al área libre menos la reducción de sección debido a la contracción de la vena de aire.

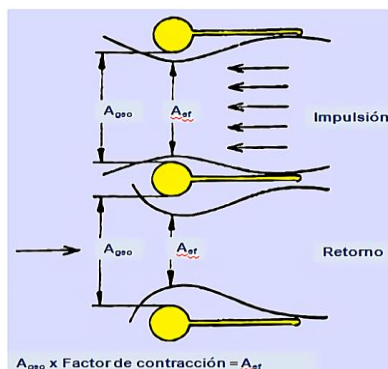


Figura 1. Reducción de la sección efectiva por contracción de la vena de aire