

Guía de Buenas Prácticas de Ingeniería



Asocaire

Asociación Colombiana
de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración

BPI

01

CONVERSIONES DE UNIDADES

MÁS FRECUENTES EN CVAR

EDITA**ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y DE LA REFRIGERACIÓN - ACAIRE**

Calle 70 No. 12-85 Bogotá D.C., Colombia
Teléfonos: (057-1) 3131468 / 3455372 / 3455375
Fax: (057-1) 2489223
Correos: acaire@acaire.org
acairecolombia@etb.net.co
www.acaire.org

Miembros Junta de Dirección General ACAIRE 2007 - 2008

Fabio Clavijo, TECNAIRE LTDA – Presidente
Yohana Alzamora, SERVIPARAMO S.A – Vicepresidente
Andrés Velásquez, ISLATECH LTDA.
Ángela Pachón, FIBERGLASS COLOMBIA S.A.
Camilo Botero
Mauricio Gleiser
Rodrigo Vásquez, COMERCIAL Y SERVICIOS LARCO CSL S.A
Giovanni Barletta, EMERSON ELECTRIC DE COLOMBIA
José Arias, REFRI - AUTO LTDA.
José Mauricio Pardo, UNIVERSIDAD DE LA SABANA
Leonardo Castiblanco
Luis Gay Salvino
Luis Fernando Espinosa, ESPINOSA INGENIERÍA
Silvio Toro

Claudia Sánchez Méndez - Directora Ejecutiva

PRÓLOGO

Los documentos Buenas Prácticas de Ingeniería ACAIRE responden a la necesidad de la Asociación y del sector de contar con guías y recomendaciones, aplicables a nuestro medio y en un lenguaje técnico sencillo, sobre temas específicos de la actividad de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado y Refrigeración - CVAR- que hoy en día son de práctica regular a nivel mundial.

Este esfuerzo es el resultado de la gestión y compromiso de la Junta de Dirección General de ACAIRE 2007 – 2008 y, de manera especial, del Comité de Normalización, cuyos miembros han dedicado su valioso tiempo a las múltiples revisiones y correcciones que ha generado el proceso. A ellos nuestro más profundo agradecimiento.

Este documento fue desarrollado con base en directrices formuladas por la JDG de ACAIRE, supervisado por el Comité de Normalización y con el valioso aporte investigativo y de recopilación del Sr. Hermann David Clavijo Contreras – estudiante de último semestre de la Universidad Santo Tomás de Bogotá, a lo largo del primer semestre de 2007.

Invitamos a los lectores a que evalúen los documentos, los apliquen y apoyen esta gestión con sus siempre bienvenidos comentarios y observaciones.

LIMITACIONES

El contenido de los documentos no compromete a ACAIRE y su interpretación debe ser entendida como un esfuerzo para ofrecer criterios técnicos que mejoren el desempeño de los profesionales del sector.

Con la aplicación regular de estos derroteros en el trabajo de campo, se pretende beneficiar la calidad de las instalaciones, incrementar la vida útil de los equipos, optimizar los diseños y aportar conocimiento en la práctica general de la actividad profesional de CVAR por parte de técnicos e ingenieros especializados.

Por la aplicación del documento, ACAIRE no podrá ser sujeto de procesos legales o impugnaciones que atenten contra ella, sus directivos o autores.

El documento no puede ser reproducido para fines comerciales. En caso de utilización para fines académicos, se debe incluir el crédito de ACAIRE.

1. PROPÓSITO

El propósito de este documento, es dar parámetros mínimos para aplicar el Sistema Internacional de Unidades y unificar un lenguaje en CVAR.¹

2. TABLA DE CAMBIO DE UNIDADES A SISTEMA INTERNACIONAL

La tabla “CAMBIO DE UNIDADES A SISTEMA INTERNACIONAL” para efectos de este documento, presenta las siguientes características:

1. Los factores de conversión son exactos para longitud, área y volumen.
2. En algunos casos se adoptan siglas en mayúscula del nombre de la unidad debido a su uso extendido en la práctica y en el comercio, por ejemplo, GAL para el galón, T.R. para la tonelada de refrigeración.
3. Por facilidad de interpretación, se adoptan las siglas en mayúscula “MCH” para el metro cúbico por hora; analógicamente como lo es CFM para el pie cúbico por minuto.
4. La coma (,) indica las cifras significativas y el punto (.) los miles.²

1. NOTA: El año 2008 y 2009, será un periodo de transición a la aplicabilidad total del Sistema Internacional en todo proyecto de CVAR.

2. Basado en NTC 1000 cuarta versión y NTC 2194 primera revisión.

			Ingles-I.P.	Internal-S.I.	
			De	A	Multiplique por
Longitud			pulg	m	0,0254
			pie	m	0,3048
Área			pulg 2	m 2	0,0006452
			pie 2	m 2	0,092903
Volumen			pulg 3	m 3	0,0000164
			pie 3	m 3	0,0283168
			GAL (US)	l	3,7854
Masa			lb	kg	0,4536
			granos	g	0,0648
			ppm	mg/kg	1,00
Fuerza			lbf	N	4,45
Presión	Aire*	Dinámica	pie H2O	Pa	29.989,1
		Estática	pulg H2O	Pa	249
	Gral.		psia	kPa abs	6,8948
			Atm	Pa	101325
	Vacío		pulg Hg.	kPa	3,37
Densidad		lb/pie 3	kg/m 3	16,0185	
Volumen específico			pie 3/lb	m 3/Kg	0,06243
Velocidad			pie/min	m/s	0,00508
Aceleración			pie/s 2	m/s 2	0,3048
Desplazamiento volumétrico	Aire		CFM	m 3/h (MCH)	1,6991
	Agua		GPM	l/s	0,0631
Despl. vol. por potencia term			GPM/T.R.	ml/J	0,0179
Humedad específica			grhum/lbsec	g hum/kgsec	0,1430
Viscosidad			lb*s/ft 2	poise	478,8
Permeabilidad			perm	kg/Pa*s*m2	5,7214e-11
Torque o trabajo			lb*pie	N*m	1,3558
Energía			Btu	J	1.055
			Btu	W*h	0,2931
Energía específica (Entalpía)			Btu/lb	kJ/kg	2,3260
Calor específico			Btu/lb*°F	kJ/kg*K	4,1868
Coef. de transferencia de calor			Btu/h/pie2*°F	W/m2*K	5,6783
Resistividad térmica			pie2*°F/Btu/h	m2*K/W	0,1761
Potencia	Térmica		Btu/h	W term.	0,2931
			T.R.	kW term.	3,5170
	Mecánica		H.P.	kW meca.	0,7457
			lb/h (vapor 100°C) ³	kW meca.	0,2843
	Eléctrica		KW**	kW eléc.	1,00
Costo			\$/lb	\$/kg	2,2050
			\$/T.R.	\$/kW	0,2840

*: Para fines informativos con el propósito de dar dos factores de conversión diferentes.

** : Solamente para fines informativos de los tipos de potencia.

FORMULAS DE CONVERSIÓN

		Ingles-I.P.	Internal-S.I.
Temperatura		$T[^{\circ}F] = 1.8 * T[^{\circ}C] + 32$ $\Delta T[^{\circ}F] = 1.8 * \Delta T[^{\circ}C]$ $T[R] = 1.8 * T[K]$	$T[^{\circ}C] = \frac{T[^{\circ}F] - 32}{1.8}$ $\Delta T[^{\circ}C] = 0.5555 * \Delta T[^{\circ}F]$ $T[K] = 0.5555 * T[R]$
Ventilación		$CFM_2 = \frac{R.P.M._2}{R.P.M._1} * CFM_1$ $pu1g.C.a._2 = \left(\frac{R.P.M._2}{R.P.M._1}\right)^2 * pu1g.C.a._1$ $HP_{mec2} = \left(\frac{R.P.M._2}{R.P.M._1}\right)^3 * HP_{mec1}$	$MCH_2 = \frac{R.P.M._2}{R.P.M._1} * MCH_1$ $Pa_2 = \left(\frac{R.P.M._2}{R.P.M._1}\right)^2 * Pa_1$ $KW_{mec2} = \left(\frac{R.P.M._2}{R.P.M._1}\right)^3 * KW_{mec1}$
Calor Aire acond	Sensible	$Btu / h_{sen} = 1.08 * CFM * \Delta T_{B.S.}[^{\circ}F]$	$W_{sen} = 0.3352 * MCH * \Delta T_{B.S.}[^{\circ}C]$
	Latente	$Btu / h_{lat} = 0.68 * CFM * \Delta \varpi [gr_{hum} / lb_{sec}]$	$W_{lat} = 0.8333 * MCH * \Delta \varpi [g_{hum} / Kg_{sec}]$
	Total	$Btu / h_{tot} = 4.5 * CFM * \Delta h [Btu / lb]$	$W_{tot} = 0.3333 * MCH * \Delta h [KJ / Kg]$

COEFICIENTES

	Ingles-I.P.	Internal-S.I.	
	De	A	Multiplique por:
C.O.P.	$\frac{KW_{consumido}}{T.R.}$	$\frac{KW_{consumido}}{KW_{térmico}}$	0.284
E.E.R.	$\frac{B.t.u. / h}{W_{consumido}}$	$\frac{W_{térmico}}{W_{consumido}}$	0.293

DATOS DE IMPORTANTES DEL AGUA

	HIELO		AGUA		VAPOR	
	Ingles-I.P.	Internal-S.I.	Ingles-I.P.	Internal-S.I.	Ingles-I.P.	Internal-S.I.
Calor específico C_p	0.5 Btu/lb*R	2.1 KJ/Kg*K	1 Btu/lb*R	4.19KJ/Kg*K	0.44 Btu/lb*R	1.86 KJ/Kg*K
° Densidad ρ	57 lb /pie ³	915 Kgr / m ³	62 lb /pie ³	997 Kgr / m ³	0.0373 lb /pie ³	0.5897 Kgr / m ³
Cons. Universal R	-	-	-	-	53.34 Btu/lb*R	0.4615 KJ/Kg*K

°: Valores a -1° C, 20° C y 100° C para hielo, agua y vapor respectivamente.

VALOR LATENTE DE LOS CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA

	FUSIÓN		VAPORACIÓN	
	<i>Ingles-I.P.</i>	<i>Internal-S.I.</i>	<i>Ingles-I.P.</i>	<i>Internal-S.I.</i>
Calor latente C_p	144 Btu/lb	355 KJ/Kg	970 Btu/lb	2255 KJ/Kg

DATOS IMPORTANTES DEL AIRE A CONDICIONES ESTANDAR

	AIRE	
	<i>Ingles-I.P.</i>	<i>Internal-S.I.</i>
Calor específico C_p	0.24 Btu/lb*R	1.0035 KJ/Kg*K
Densidad ρ (20°)	0.0742 lb /pie ³	1.1892 Kgr / m ³
Cons. Universal R	0.221 Btu/lb*R	0.287 KJ/Kg*K

ESCALA DE TEMPERATURAS

<i>Internal-S.I.</i>	<i>Ingles-I.P.</i>
°C	°F
-50	-58
-45	-49
-40	-40
-35	-31
-30	-22
-25	-13
-20	-4
-15	5
-10	14
-5	23
0	32
5	41
10	50
15	59
20	68
25	77
30	86
35	95
40	104
45	113
50	122
55	131
60	140
65	149
70	158
75	167
80	176
85	185
90	194
95	203
100	212
105	221
110	230
115	239
120	248
125	257
130	266
135	275
140	284
145	293
150	302