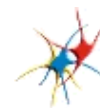


NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación



Thermal confort
Confort thermique

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
Válida		Describe la metodología que luego inspiró la UNE-EN ISO 7730 96
ANÁLISIS		
Criterios legales		Criterios técnicos
Derogados:	Vigentes: SI	Desfasados:
		Operativos: SI

Redactor:

Emilio Castejón Vilella
Ingeniero Industrial
Ingenieur du Génie Chimique
Ldo. en Farmacia

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

Introducción

El interés por la valoración del nivel de confort térmico nació como una consecuencia de la aparición de las técnicas de acondicionamiento de aire, cuyo fin era justamente lograr que las personas se sintieran confortables y precisaban por tanto de métodos que permitieran evaluar en qué medida se alcanzaban sus objetivos; el más conocido de los índices de evaluación del confort fue la "temperatura efectiva", desarrollado por Yaglou y colaboradores en 1923. Desde entonces han aparecido muchos otros índices, pero la mayoría de ellos no engloban variables que en un ambiente industrial son de gran importancia, como la presencia de calor radiante, la intensidad de trabajo, etc., por lo que su utilidad en el campo laboral es muy limitada.

En este panorama la aparición en 1970 de la obra "Thermal Confort" de P.O. Fanger representó un avance sustancial, al incluir en el método de valoración propuesto la práctica totalidad de las variables que influyen en los intercambios térmicos hombre-medio ambiente y que, por tanto, contribuyen a la sensación de confort; estas variables son: **nivel de actividad, características del vestido, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad del aire.**

Por otra parte la presentación del resultado expresándolo como **porcentaje de personas que se sentirán inconfortables en un ambiente determinado** resulta de gran interés no sólo cuando se trata de evaluar una situación sino cuando se pretende proyectar o modificar un ambiente térmico.

En la presente Nota Técnica se exponen los aspectos principales, desde el punto de vista de su aplicación práctica, del método de Fanger; sin embargo para una mejor comprensión de los fundamentos del método y de las bases experimentales del mismo, consideramos de gran interés la consulta de la obra original.

Requerimientos para el confort térmico

La primera condición que debe cumplirse para que una situación pueda ser confortable es que se satisfaga la ecuación del balance térmico; en otras palabras, es necesario que los mecanismos fisiológicos de la termorregulación sean capaces de llevar al organismo a un estado de equilibrio térmico entre la ganancia de calor (de origen ambiental y metabólico) y la eliminación del mismo. NTP 18.82

El equilibrio térmico en sí mismo está sin embargo lejos de proporcionar sensación de confort; en efecto, el organismo es capaz de conseguir satisfacer el balance térmico en una amplísima gama de combinaciones de situaciones ambientales y tasas de actividad pero sólo una estrecha franja de las mismas conducen a situaciones que el propio sujeto califique de confortables; la experiencia ha demostrado que para que se dé la sensación de confort debe cumplirse, además del equilibrio térmico, que tanto la temperatura de la piel como la cantidad de sudor secretado (y evaporado) deben estar comprendidos dentro de ciertos límites.

Los estudios de Fanger han demostrado que los valores de la temperatura de la piel y de la cantidad de sudor secretado en las situaciones confortables dependen del nivel de actividad a través de relaciones lineales; la temperatura de la piel es linealmente decreciente con el consumo metabólico mientras la cantidad de sudor evaporado crece linealmente con la actividad, siempre en el supuesto de hallarnos en situaciones confortables.

La Introducción de las relaciones anteriores en la ecuación del balance térmico conduce a una expresión que Fanger llama la

"**ecuación del confort**" que establece la relación que, en situaciones de confort, debe cumplirse entre tres tipos de variables:

A) **Características del vestido:** aislamiento y área total del mismo.

B) **Características del tipo de trabajo:** carga térmica metabólica y velocidad del aire.

C) **Características del ambiente:** temperatura seca, temperatura radiante media, presión parcial del vapor de agua en el aire y velocidad del aire.

La inclusión de la velocidad del aire en los apartados B) y C) se debe a considerar la velocidad efectiva del aire respecto al cuerpo tiene dos componentes: una, la velocidad que tendría el aire respecto al cuerpo y si éste estuviera quieto y otra, la velocidad debida al movimiento del cuerpo respecto a aire tranquilo; la suma de ambos valores es lo que llamaremos velocidad relativa del aire respecto al cuerpo.

Índice de valoración medio

Para estudiar la calificación que grupos de personas expuestas a una determinada situación atribuyen a su grado de confort, Fanger emplea la siguiente escala numérica de sensaciones:

- 3 muy frío
- 2 frío
- 1 ligeramente frío
- 0 neutro (confortable)
- + 1 ligeramente caluroso
- +2 caluroso
- +3 muy caluroso

Cuando un conjunto de individuos es expuesto a una determinada situación denominaremos "**Índice de valoración medio**" (**IMV**) al promedio de las respectivas calificaciones atribuidas a dicha situación de acuerdo con la escala anterior.

La Tabla 1 da, para distintos valores del nivel de actividad medido como la carga térmica metabólica total, la temperatura seca, la velocidad relativa del aire respecto al cuerpo y el tipo de vestido, los valores correspondientes del IMV.

Influencia del vestido

Las características térmicas del vestido se miden en la unidad denominada "clo" (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de $0,18 \text{ m}^2 \text{ hr } ^\circ\text{C}/\text{Kcal}$; a continuación se indica, para los tipos más usuales de vestido los correspondientes valores de la resistencia en "clo":

Desnudo: 0 clo.

Ligero: 0,5 clo (similar a un atuendo típico de vera no comprendiendo ropa interior de algodón, pantalón y camisa abierta).

Medio: 1,0 clo (traje completo).

Pesado: 1,5 clo (uniforme militar de invierno).

Influencia de la humedad relativa

Los valores de la Tabla 1 presuponen una humedad relativa del 50% y que la temperatura radiante media y la seca son iguales.

Cuando la humedad difiere de dicho valor su influencia en el IMV se tiene en cuenta mediante el empleo de los gráficos de la figura 1 donde se da el factor de corrección por humedad, F_H , en función del nivel de actividad, el tipo de vestido y la velocidad relativa del aire. Si, por ejemplo, la humedad relativa es del 30%, de la figura 1 obtenemos para personas sedentarias con vestido de 0,5 clo y velocidad relativa 0,2 m/s que F_H vale 0,0095; la corrección a añadir el valor IMV leído de la Tabla 1 será: $0,0095 (30 - 50) = - 0,19$. La corrección es negativa ya que un ambiente con el 30% de humedad será, a igualdad de las demás variables, ligeramente más frío que uno con el 50%.

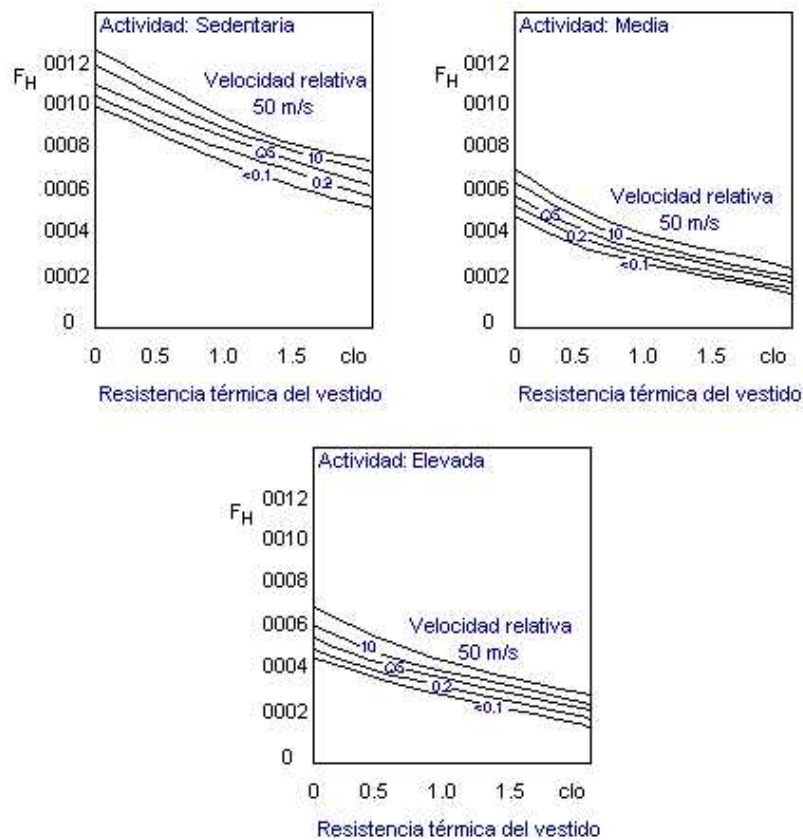


Fig. 1: Factor de corrección del IMV en función de la humedad (Fuente: P.O. Fanger)

Influencia de la temperatura radiante media

La figura 2 muestra el factor de corrección, F_R , a emplear cuando la temperatura radiante media difiere de la seca; su utilización es similar a la del factor F_H .

La temperatura radiante media se calcula a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente fórmula:

$$TRM = TG + 1,9 \sqrt{v} (TG - TS) >$$

donde:

TRM = temperatura radiante media, °C

TG = temperatura de globo, °C

TS = temperatura seca, °C

v = velocidad relativa del aire, m/s

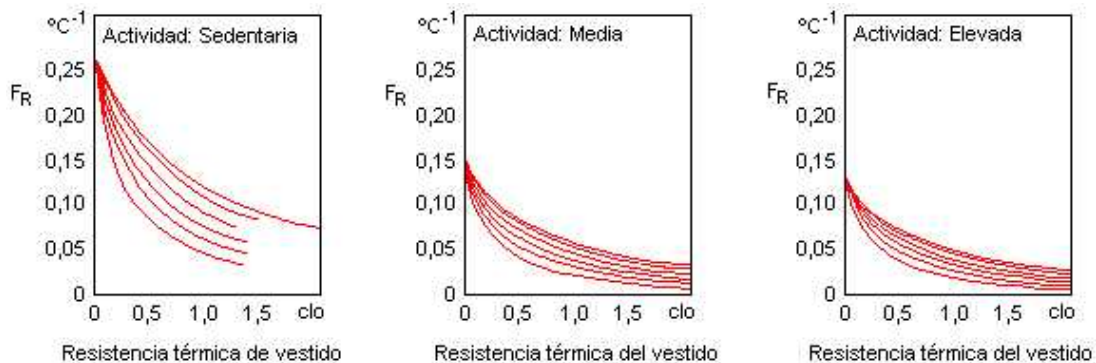


Fig. 2: Factor de corrección del IMV en función de la temperatura radiante media. (Fuente: P.O. Fanger)

Proporción de insatisfechos

Aunque el índice IMV resuelve el problema de cuantificar el grado de confort de una situación dada, su utilidad práctica sería reducida si no fuera posible correlacionar sus valores con el porcentaje de personas que para cada valor del índice expresan su conformidad o disconformidad con el ambiente en cuestión. Tal correlación ha sido establecida por Fanger a partir del estudio estadístico de los resultados obtenidos con 1.296 personas expuestas durante tres horas a un ambiente determinado.

En la figura 3 se indican los resultados de Fanger, que se expresan como el porcentaje de personas que se sienten insatisfechas para cada valor del índice IMV; se observa cómo en ambientes neutros, donde el IMV es cero, existe aún un 5% de insatisfechos lo que confirma el hecho bien conocido de que en cualquier situación, por sofisticado que sea el sistema de acondicionamiento térmico del local, existe cierta proporción de insatisfechos.

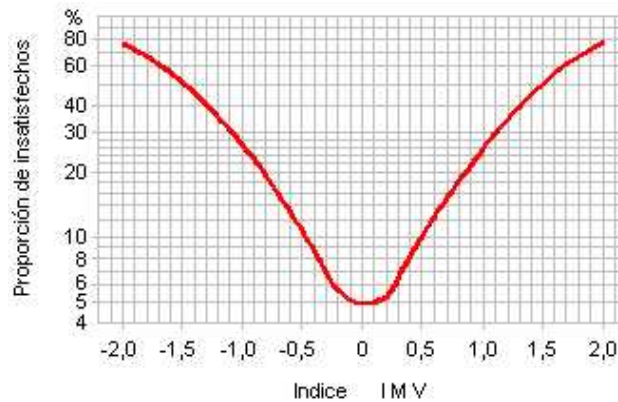


Fig. 3: Proporción prevista de personas insatisfechas en función del valor del índice IMV. (Fuente: P.O. Fanger)

Ejemplo

Supongamos la siguiente situación:

Temperatura seca: 26°C

Temperatura de globo: 28,5°C

Velocidad relativa del aire: 0,5 m/s

Humedad relativa: 70%

Vestido: ligero (10,5 clo)

Actividad: media (180 Kc/h)

El cálculo da para la temperatura radiante media un valor de 31, 86°C.

La Tabla 1 nos conduce a un valor del índice IMV de 0,91. La figura 1 con 0,5 m/s y 0,5 clo da un factor FH de 0,0045 y la figura 2 con los mismos valores da para FR un valor de 0,08. El valor corregido del índice IMV será pues:

$$\text{IMV} = 0,91 + 20 \times 0,0045 + 4,26 \times 0,08 = 1,34$$

La figura 3 muestra que habrá un 45% de insatisfechos. Si se empleara un vestido más ligero (clo = 0,25) y al mismo tiempo se apantallaran los focos radiantes hasta conseguir que la temperatura de globo fuera igual a la seca, la Tabla 1 nos da un valor del índice IMV de 0,46; de la figura 3 con 0,25 clo y 0,5 m/s obtenemos $F_H = 0,055$; la corrección por radiación será nula, al coincidir la temperatura de globo y la seca.

El índice IMV corregido valdrá por tanto:

$$\text{IMV} = 0,46 + 0,055 \times 20 = 0,57$$

para el que la figura 3 nos da un 12% de insatisfechos, habiéndose pues logrado una mejoría sensible.

Tabla 1

Nivel de actividad 90 Kcal/h.;

	20	0.02	-0.01	-0.10	-0.16	-0.26	-0.33	-0.38	-0.55	-0.64
	22	0.42	0.38	0.31	0.25	0.17	0.11	0.07	-0.08	-0.16
	24	0.81	0.77	0.71	0.66	0.60	0.55	0.51	0.39	0.33
	26	1.21	1.16	1.11	1.08	1.03	0.99	0.96	0.87	0.82
	28	1.60	1.56	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41	1.34	1.30
1.50	12	-1.09	-1.09	-1.19	-1.27	-1.39	-1.48	-1.55	-1.75	-1.86
	14	-0.75	-0.75	-0.85	-0.93	-1.03	-1.11	-1.17	-1.35	-1.45
	16	-0.41	-0.42	-0.51	-0.58	-0.67	-0.74	-0.79	-0.96	-1.05
	18	-0.06	-0.09	-0.17	-0.22	-0.31	-0.37	-0.42	-0.56	-0.64
	20	0.28	0.25	0.18	0.13	0.05	0.00	-0.04	-0.16	-0.23
	22	0.63	0.60	0.54	0.50	0.44	0.39	0.36	0.25	0.19
	24	0.99	0.95	0.91	0.87	0.82	0.78	0.76	0.67	0.62
	26	1.35	1.31	1.27	1.24	1.20	1.18	1.15	1.08	1.05

Nivel de actividad 125 Kcal/h.;

Vestido	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	24	-1.14	-1.14	-1.35	-1.65					
	25	-0.72	-0.72	-0.95	-1.23					
	26	-0.30	-0.30	-0.54	-0.78					
	27	0.11	0.11	-0.14	-0.34					
	28	0.52	0.48	0.27	0.10					
	29	0.92	0.85	0.69	0.54					
	30	1.31	1.23	1.10	0.99					
0.25	22	-0.95	-0.95	-1.12	-1.33	-1.64	-1.90	-2.11		
	23	-0.63	-0.63	-0.81	-0.99	-1.28	-1.51	-1.71	-2.38	
	24	-0.31	-0.31	-0.50	-0.66	-0.92	-1.13	-1.31	-1.91	-2.31
	25	0.01	0.00	-0.18	-0.33	-0.56	-0.75	-0.90	-1.45	-1.80
	26	0.33	0.30	0.14	0.01	-0.20	-0.36	-0.50	-0.98	-1.29
	27	0.64	0.59	0.45	0.34	0.16	0.02	-0.10	-0.51	-0.78
	28	0.95	0.89	0.77	0.68	0.53	0.41	0.31	-0.04	-0.27
0.50	29	1.26	1.19	1.09	1.02	0.89	0.80	0.72	0.43	0.24
	18	-1.36	-1.36	-1.49	-1.66	-1.93	-2.12	-2.29		
	20	-0.85	-0.85	-1.00	-1.14	-1.37	-1.54	-1.68	-2.15	-2.43
	22	-0.33	-0.33	-0.48	-0.61	-0.80	-0.95	-1.06	-1.46	-1.70
	24	0.19	0.17	0.04	-0.07	-0.22	-0.34	-0.44	-0.76	-0.96
	26	0.71	0.66	0.56	0.48	0.35	0.26	0.18	-0.07	-0.23
	28	1.22	1.16	1.09	1.03	0.94	0.87	0.81	0.63	0.51
0.75	30	1.72	1.66	1.62	1.58	1.52	1.48	1.44	1.33	1.25
	32	2.23	2.19	2.17	2.16	2.13	2.11	2.10	2.05	2.02
	16	-1.17	-1.17	-1.29	-1.42	-1.62	-1.77	-1.88	-2.26	-2.48
	18	-0.75	-0.75	-0.87	-0.99	-1.16	-1.29	-1.39	-1.72	-1.92
	20	-0.33	-0.33	-0.45	-0.55	-0.70	-0.82	-0.91	-1.19	-1.36
	22	0.11	0.09	-0.02	-0.10	-0.23	-0.32	-0.40	-0.64	-0.78
	24	0.55	0.51	0.42	0.35	0.25	0.17	0.11	-0.09	-0.20
1.00	26	0.98	0.94	0.87	0.81	0.73	0.67	0.62	0.47	0.37
	28	1.41	1.36	1.31	1.27	1.21	1.17	1.13	1.02	0.95
	30	1.84	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.58	1.53
	14	-1.05	-1.05	-1.16	-1.26	-1.42	-1.53	-1.62	-1.91	-2.07
	16	-0.69	-0.69	-0.80	-0.89	-1.03	-1.13	-1.21	-1.46	-1.61
	18	-0.32	-0.32	-0.43	-0.52	-0.64	-0.73	-0.80	-1.02	-1.15
	20	0.04	0.03	-0.07	-0.14	-0.25	-0.32	-0.38	-0.58	-0.69
1.25	22	0.42	0.39	0.31	0.25	0.16	0.10	0.05	-0.12	-0.21
	24	0.80	0.76	0.70	0.65	0.57	0.52	0.48	0.35	0.27
	26	1.18	1.13	1.08	1.04	0.99	0.95	0.91	0.81	0.75
	28	1.55	1.51	1.47	1.44	1.40	1.37	1.35	1.27	1.23
	12	-0.97	-0.97	-1.06	-1.15	-1.28	-1.37	-1.45	-1.67	-1.80
	14	-0.65	-0.65	-0.75	-0.82	-0.94	-1.02	-1.09	-1.29	-1.40
	16	-0.33	-0.33	-0.43	-0.50	-0.60	-0.67	-0.73	-0.91	-1.01
1.50	18	-0.01	-0.02	-0.10	-0.17	-0.26	-0.32	-0.37	-0.53	-0.52
	20	0.32	0.29	0.22	0.17	0.09	0.03	-0.01	-0.15	-0.22
	22	0.65	0.62	0.56	0.52	0.45	0.40	0.36	0.25	0.18
	24	0.99	0.95	0.90	0.87	0.81	0.77	0.74	0.65	0.59
	26	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.14	1.12	1.05	1.00
	10	-0.91	-0.91	-1.00	-1.08	-1.18	-1.26	-1.32	-1.51	-1.61
	12	-0.63	-0.63	-0.71	-0.78	-0.88	-0.95	-1.01	-1.17	-1.27
14	-0.34	-0.34	-0.43	-0.49	-0.58	-0.64	-0.69	-0.84	-0.92	
16	-0.05	-0.06	-0.14	-0.19	-0.27	-0.33	-0.37	-0.50	-0.58	
18	0.24	0.22	0.15	0.11	0.04	-0.01	-0.05	-0.17	-0.23	
20	0.53	0.50	0.45	0.40	0.34	0.30	0.27	0.17	0.11	
22	0.83	0.80	0.75	0.72	0.67	0.63	0.60	0.52	0.47	
24	1.13	1.10	1.06	1.03	0.99	0.96	0.94	0.87	0.83	

Nivel de actividad 145 Kcal/h.;

Vestido	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	23.	-1,12	-1,12	-1,29	-1,57					
	24.	-0,74	-0,74	-0,93	-1,18					
	25.	-0,36	-0,36	-0,57	-0,79					
	26.	0,01	0,01	-0,20	-0,40					
	27.	0,38	0,37	0,17	0,00					
	28.	0,75	0,70	0,53	0,39					
0,25	16.	-2,29	-2,29	-2,36	-2,62					
	18.	-1,72	-1,72	-1,83	-2,06	-2,42				
	20.	-1,15	-1,15	-1,29	-1,49	-1,80	-2,05	-2,26		
	22.	-0,58	-0,58	-0,73	-0,90	-1,17	-1,38	-1,55	-2,17	-2,58
	24.	-0,01	-0,01	-0,17	-0,31	-0,53	-0,70	-0,84	-1,35	-1,68
	26.	0,56	0,53	0,39	0,29	0,12	-0,02	-0,13	-0,52	-0,78
0,50	14.	-1,85	-1,85	-1,94	-2,12	-2,40				
	16.	-1,40	-1,40	-1,50	-1,67	-1,92	-2,11	-2,26		
	18.	-0,95	-0,95	-1,07	-1,21	-1,43	-1,59	-1,73	-2,18	-2,46
	20.	-0,49	-0,49	-0,62	-0,75	-0,94	-1,08	-1,20	-1,59	-1,82
	22.	-0,03	-0,03	-0,16	-0,27	-0,43	-0,55	-0,65	-0,98	-1,18
	24.	0,43	0,41	0,30	0,21	0,08	-0,02	-0,10	-0,37	-0,53
0,75	14.	-1,16	-1,16	-1,26	-1,38	-1,57	-1,71	-1,82	-2,17	-2,38
	16.	-0,79	-0,79	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70	-1,88
	18.	-0,41	-0,41	-0,52	-0,62	-0,76	-0,87	-0,96	-1,23	-1,39
	20.	-0,04	-0,04	-0,15	-0,23	-0,36	-0,45	-0,52	-0,76	-0,90
	22.	0,35	0,33	0,24	0,17	0,07	-0,01	-0,07	-0,27	-0,39
	24.	0,74	0,71	0,63	0,58	0,49	0,43	0,38	0,21	0,12
1,00	12.	-1,01	-1,01	-1,10	-1,19	-1,34	-1,45	-1,53	-1,79	-1,94
	14.	-0,68	-0,68	-0,78	-0,87	-1,00	-1,09	-1,17	-1,40	-1,54
	16.	-0,36	-0,36	-0,46	-0,53	-0,65	-0,74	-0,80	-1,01	-1,13
	18.	0,04	-0,04	-0,13	-0,20	-0,30	-0,38	-0,44	-0,62	-0,73
	20.	0,28	0,27	0,19	0,13	0,04	-0,02	-0,07	-0,23	-0,32
	22.	0,62	0,59	0,53	0,48	0,41	0,35	0,31	0,17	0,10
1,25	10.	-0,90	-0,90	-0,98	-1,06	-1,18	-1,27	-1,33	-1,54	-1,66
	12.	-0,62	-0,62	-0,70	-0,77	-0,88	-0,96	-1,02	-1,21	-1,31
	14.	-0,33	-0,33	-0,42	-0,48	-0,58	-0,65	-0,70	-0,87	-0,97
	16.	-0,05	-0,05	-0,13	-0,19	-0,28	-0,34	-0,39	-0,54	-0,62
	18.	0,24	0,22	0,15	0,10	0,03	-0,03	-0,07	-0,20	-0,28
	20.	0,52	0,50	0,44	0,40	0,33	0,29	0,25	0,14	0,07
1,50	8.	-0,82	-0,82	-0,89	-0,96	-1,06	-1,13	-1,19	-1,36	-1,45
	10.	-0,57	-0,57	-0,65	-0,71	-0,80	-0,86	-0,92	-1,07	-1,16
	12.	-0,32	-0,32	-0,39	-0,45	-0,53	-0,59	-0,64	-0,78	-0,85
	14.	-0,06	-0,07	-0,14	-0,19	-0,26	-0,31	-0,36	-0,48	-0,55
	16.	0,19	0,18	0,12	0,07	0,01	-0,04	-0,07	-0,19	-0,25
	18.	0,45	0,43	0,38	0,34	0,28	0,24	0,21	0,11	0,05

Nivel de actividad 160 Kcal/h.;

Vestido	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	22.	-1,05	-1,05	-1,19	-1,46					
	23.	-0,70	-0,70	-0,86	-1,11					
	24.	-0,36	-0,36	-0,53	-0,75					
	25.	-0,01	-0,01	-0,20	-0,40					
	26.	0,32	0,32	0,13	-0,04					
	27.	0,66	0,63	0,46	0,32					
0,25	16.	-1,79	-1,79	-1,86	-2,09	-2,46				
	18.	-1,28	-1,28	-1,38	-1,58	-1,90	-2,16	-2,37		
	20.	-0,76	-0,76	-0,89	-1,06	-1,34	-1,56	-1,75	-2,39	-2,82
	22.	-0,24	-0,24	-0,38	-0,53	-0,76	-0,95	-1,10	-1,65	-2,01
	24.	0,28	0,28	0,13	0,01	-0,18	-0,33	-0,46	-0,90	-1,19
	26.	0,79	0,76	0,64	0,55	0,40	0,29	0,19	-0,15	-0,38
0,50	14.	-1,42	-1,42	-1,50	-1,66	-1,91	-2,10	-2,25		
	16.	-1,01	-1,01	-1,10	-1,25	-1,47	-1,64	-1,77	-2,23	-2,51
	18.	-0,59	-0,59	-0,70	-0,83	-1,02	-1,17	-1,29	-1,69	-1,94
	20.	-0,18	-0,18	-0,30	-0,41	-0,58	-0,71	-0,81	-1,15	-1,36
	22.	0,24	0,23	0,12	0,02	-0,12	-0,22	-0,31	-0,60	-0,78
	24.	0,66	0,63	0,54	0,46	0,35	0,26	0,19	-0,04	-0,19
0,75	12.	-1,15	-1,15	-1,23	-1,35	-1,53	-1,67	-1,78	-2,13	-2,33
	14.	-0,81	-0,81	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70	-1,89
	16.	-0,46	-0,46	-0,56	-0,66	-0,80	-0,91	-1,00	-1,28	-1,44
	18.	-0,12	-0,12	-0,22	-0,31	-0,43	-0,53	-0,61	-0,85	-0,99
	20.	0,25	0,21	0,12	0,04	-0,07	-0,15	-0,21	-0,42	-0,55
	22.	0,57	0,55	0,47	0,41	0,32	0,25	0,20	0,02	-0,09
1,00	10.	-0,97	-0,97	-1,04	-1,14	-1,28	-1,39	-1,47	-1,73	-1,88
	12.	-0,68	-0,68	-0,76	-0,84	-0,97	-1,07	-1,14	-1,38	-1,51
	14.	-0,38	-0,38	-0,46	-0,54	-0,66	-0,74	-0,81	-1,02	-1,14
	16.	-0,09	-0,09	-0,17	-0,24	-0,35	-0,42	-0,48	-0,67	-0,78
	18.	0,21	0,20	0,12	0,06	-0,03	-0,10	-0,15	-0,31	-0,41
	20.	0,50	0,48	0,42	0,36	0,29	0,23	0,18	0,04	-0,04
1,25	8.	-0,84	-0,84	-0,91	-0,99	-1,10	-1,19	-1,25	-1,46	-1,57
	10.	-0,59	-0,59	-0,66	-0,73	-0,84	-0,91	-0,97	-1,16	-1,26
	12.	-0,33	-0,33	-0,40	-0,47	-0,56	-0,63	-0,69	-0,86	-0,95
	14.	-0,07	-0,07	-0,14	-0,20	-0,29	-0,35	-0,40	-0,55	-0,63
	16.	0,19	0,18	0,12	0,06	-0,01	-0,07	-0,11	-0,24	-0,32
	18.	0,45	0,44	0,38	0,33	0,26	0,22	0,18	0,06	0,00
1,50	2.	-1,63	-1,63	-1,68	-1,77	-1,90	-2,00	-2,07	-2,29	-2,41
	4.	-1,19	-1,19	-1,25	-1,33	-1,44	-1,52	-1,58	-1,78	-1,88

	16.	0.19	0.18	0.12	0.06	-0.01	-0.07	-0.40	-0.55	-0.63
	18.	0.45	0.44	0.38	0.33	0.26	0.22	0.18	0.06	0.00
	20.	0.71	0.69	0.64	0.60	0.54	0.50	0.47	0.37	0.31
	22.	0.98	0.96	0.91	0.88	0.83	0.80	0.77	0.69	0.64
1.50	-2.	-1.63	-1.63	-1.68	-1.77	-1.90	-2.00	-2.07	-2.29	-2.41
	2.	-1.19	-1.19	-1.25	-1.33	-1.44	-1.52	-1.58	-1.78	-1.88
	6.	-0.74	-0.74	-0.80	-0.87	-0.97	-1.04	-1.09	-1.26	-1.35
	10.	-0.29	-0.29	-0.36	-0.42	-0.50	-0.56	-0.60	-0.74	-0.82
	14.	0.17	0.17	0.11	0.06	-0.01	-0.05	-0.09	-0.20	-0.26
	18.	0.64	0.62	0.57	0.54	0.49	0.45	0.42	0.34	0.29
	22.	1.12	1.09	1.06	1.03	1.00	0.97	0.95	0.89	0.85
	26.	1.61	1.58	1.56	1.55	1.52	1.51	1.50	1.46	1.44

Nivel de actividad 180 Kcal/h.;

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	18.		-2.00	-2.02	-2.35					
	20.		-1.35	-1.43	-1.72					
	22.		-0.69	-0.82	-1.06					
	24.		-0.04	-0.21	-0.41					
	26.		0.59	0.41	0.26					
	28.		1.16	1.03	0.93					
	30.		1.73	1.66	1.60					
0.25	16.		-1.41	-1.48	-1.69	-2.02	-2.29	-2.51		
	18.		-0.93	-1.03	-1.21	-1.50	-1.74	-1.93	-2.61	
	20.		-0.45	-0.57	-0.73	-0.98	-1.18	-1.35	-1.93	-2.32
	22.		0.04	-0.09	-0.23	-0.44	-0.61	-0.75	-1.24	-1.56
	24.		0.52	0.38	0.28	0.10	-0.03	-0.14	-0.54	-0.80
	26.		0.97	0.86	0.78	0.65	0.55	0.46	0.16	-0.04
	28.		1.42	1.35	1.29	1.20	1.13	1.07	0.86	0.72
0.50	14.		-1.08	-1.16	-1.31	-1.53	-1.71	-1.85	-2.32	
	16.		-0.69	-0.79	-0.92	-1.12	-1.27	-1.40	-1.82	-2.07
	18.		-0.31	-0.41	-0.53	-0.70	-0.84	-0.95	-1.31	-1.54
	20.		0.07	-0.04	-0.14	-0.29	-0.40	-0.50	-0.81	-1.00
	22.		0.46	0.15	0.27	0.15	0.05	-0.03	-0.29	-0.45
	24.		0.83	0.75	0.68	0.58	0.50	0.44	0.23	0.10
	26.		1.21	1.15	1.10	1.02	0.96	0.91	0.75	0.65
0.75	10.		-1.16	-1.23	-1.35	-1.54	-1.67	-1.78	-2.14	-2.34
	12.		-0.84	-0.92	-1.03	-1.20	-1.32	-1.42	-1.74	-1.93
	14.		-0.52	-0.60	-0.70	-0.85	-0.97	-1.06	-1.34	-1.51
	16.		-0.20	-0.29	-0.38	-0.51	-0.61	-0.69	-0.95	-1.10
	18.		0.12	0.03	-0.05	-0.17	-0.26	-0.32	-0.55	-0.68
	20.		0.43	0.34	0.28	0.18	0.10	0.04	-0.15	-0.26
	22.		0.75	0.68	0.62	0.54	0.48	0.43	0.27	0.17
1.00	8.		-0.95	-1.02	-1.11	-1.26	-1.36	-1.45	-1.71	-1.86
	10.		-0.68	-0.75	-0.84	-0.97	-1.07	-1.15	-1.38	-1.52
	12.		-0.41	-0.48	-0.56	-0.68	-0.77	-0.84	-1.05	-1.18
	14.		-0.13	-0.21	-0.28	-0.39	-0.47	-0.53	-0.72	-0.83
	16.		0.14	0.06	0.00	-0.10	-0.16	-0.22	-0.39	-0.49
	18.		0.41	0.34	0.28	0.20	0.14	0.09	-0.06	-0.14
	20.		0.68	0.61	0.57	0.50	0.44	0.40	0.28	0.20
1.25	2.		-1.74	-1.77	-1.88	-2.04	-2.15	-2.24	-2.51	-2.66
	4.		-1.27	-1.32	-1.42	-1.55	-1.65	-1.73	-1.97	-2.10
	6.		-0.80	-0.86	-0.94	-1.06	-1.14	-1.21	-1.41	-1.53
	10.		-0.33	-0.40	-0.47	-0.56	-0.64	-0.69	-0.86	-0.96
	14.		0.15	0.08	0.03	-0.05	-0.11	-0.15	-0.39	-0.37
	18.		0.63	0.57	0.53	0.47	0.42	0.39	0.28	0.22
	22.		1.11	1.08	1.05	1.00	0.97	0.95	0.87	0.83
1.50	4.		-1.52	-1.56	-1.65	-1.78	-1.87	-1.95	-2.16	-2.28
	8.		-1.11	-1.16	-1.24	-1.35	-1.44	-1.50	-1.69	-1.79
	12.		-0.69	-0.75	-0.82	-0.92	-0.99	-1.04	-1.20	-1.29
	16.		-0.27	-0.33	-0.39	-0.47	-0.53	-0.58	-0.72	-0.79
	20.		0.15	0.09	0.03	-0.02	-0.07	-0.11	-0.22	-0.29
	24.		0.58	0.53	0.49	0.44	0.40	0.37	0.28	0.23
	28.		1.01	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.79	0.75

Nivel de actividad 215 Kcal/h.;

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	16.			-1.88	-2.22					
	18.			-1.34	-1.63					
	20.			-0.79	-1.05					
	22.			-0.23	-0.44					
	24.			0.34	0.17					
	26.			0.91	0.78					
0.25	14.			-1.31	-1.52	-1.85	-2.12	-2.34		
	16.			-0.89	-1.08	-1.37	-1.61	-1.81	-2.49	
	18.			-0.47	-0.63	-0.89	-1.10	-1.27	-1.87	-2.26
	20.			-0.05	-0.19	-0.41	-0.58	-0.73	-1.24	-1.58
	22.			0.39	0.28	0.09	-0.05	-0.17	-0.60	-0.88
	24.			0.84	0.74	0.60	0.48	0.39	0.05	-0.17
0.50	12.			-0.97	-1.11	-1.34	-1.51	-1.65	-2.12	-2.40
	14.			-0.62	-0.76	-0.96	-1.11	-1.24	-1.65	-1.91
	16.			-0.28	-0.40	-0.58	-0.71	-0.82	-1.19	-1.42
	18.			0.07	-0.03	-0.19	-0.31	-0.41	-0.73	-0.92
	20.			0.42	0.33	0.20	0.10	0.01	-0.26	-0.43
	22.			0.78	0.71	0.60	0.52	0.45	0.22	0.08
0.75	10.			-0.71	-0.82	-0.99	-1.11	-1.21	-1.53	-1.71
	12.			-0.42	-0.52	-0.67	-0.79	-0.88	-1.16	-1.33
	14.			-0.13	-0.22	-0.36	-0.46	-0.54	-0.79	-0.94
	16.			0.16	0.08	-0.04	-0.13	-0.20	-0.42	-0.56
	18.			0.45	0.38	0.28	0.20	0.14	-0.05	-0.17
	20.			0.75	0.69	0.60	0.54	0.49	0.32	0.22
1.00	6.			-0.78	-0.87	-1.01	-1.12	-1.20	-1.45	-1.60
	8.			-0.54	-0.62	-0.75	-0.85	-0.92	-1.15	-1.29
	10.			-0.29	-0.37	-0.49	-0.57	-0.64	-0.86	-0.98
	12.			-0.04	-0.11	-0.22	-0.29	-0.36	-0.55	-0.66
	14.			0.21	0.15	0.06	-0.01	-0.07	-0.24	-0.34
	16.			0.47	0.41	0.33	0.27	0.22	0.07	-0.02
1.25	-4.			-1.46	-1.56	-1.72	-1.83	-1.91	-2.17	-2.32
	0.			-1.05	-1.14	-1.27	-1.37	-1.44	-1.67	-1.80
	4.			-0.62	-0.70	-0.81	-0.90	-0.96	-1.16	-1.27
	8.			-0.19	-0.26	-0.35	-0.42	-0.48	-0.64	-0.74
	12.			0.25	0.20	0.12	0.06	0.02	-0.12	-0.20
	16.			0.70	0.66	0.60	0.55	0.52	0.47	0.35
1.50	0.			1.16	1.13	1.08	1.05	1.02	0.94	0.90
	4.			1.65	1.63	1.60	1.57	1.56	1.51	1.48
	8.			-1.44	-1.53	-1.67	-1.76	-1.83	-2.05	-2.17
	0.			-1.07	-1.15	-1.27	-1.35	-1.42	-1.61	-1.72
	4.			-0.70	-0.77	-0.87	-0.94	-1.00	-1.17	-1.27
	8.			-0.31	-0.37	-0.46	-0.53	-0.57	-0.72	-0.80

Nivel de actividad 270 Kcal/h.

Vestido clo	Temp. seca °C	Velocidad relativa (m/s)								
		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	14.				-1.92	-2.49				
	16.				-1.36	-1.87				
	18.				-0.80	-1.24				
	20.				-0.24	-0.61				
	22.				0.34	0.04				
	24.				0.93	0.70				
0.25	12.				-1.19	-1.51	1.80	-2.02		
	14.				-0.77	-1.07	-1.31	-1.51	-2.21	
	16.				-0.35	-0.61	-0.82	-1.00	-1.64	-2.02
	18.				0.08	-0.15	-0.33	-0.48	-1.01	-1.36
	20.				0.51	0.32	0.17	0.04	-0.41	-0.71
	22.				0.96	0.80	0.68	0.57	0.21	-0.03
0.50	10.				-0.78	-1.00	1.18	1.32	1.79	2.07
	12.				-0.43	-0.64	-0.79	0.92	-1.34	1.60
	14.				-0.09	-0.27	0.41	0.52	0.90	1.13
	16.				0.26	0.10	-0.02	0.12	0.45	0.65
	18.				0.61	0.47	0.37	0.28	0.00	-0.18
	20.				0.96	0.85	0.76	0.68	0.45	0.30
0.75	6.				-0.75	-0.93	-1.07	1.18	1.52	1.72
	8.				-0.47	-0.64	-0.76	0.86	1.18	1.36
	10.				-0.19	0.34	0.45	0.54	0.83	1.00
	12.				0.10	0.03	0.14	-0.22	-0.48	0.63
	14.				0.39	0.27	0.18	0.11	0.12	0.26
	16.				0.69	0.58	0.50	0.44	0.24	0.12
1.00	18.				0.98	0.89	0.82	0.77	0.59	0.49
	20.				1.28	1.20	1.14	1.10	0.95	0.87
	6.				-1.68	-1.88	-2.03	2.14	2.50	2.70
	2.				-1.22	-1.39	-1.52	1.62	1.94	2.12
	2.				-0.74	-0.90	-1.01	1.10	1.37	1.53
	6.				-0.26	0.39	-0.49	-0.56	-0.80	-0.93
1.25	10.				0.22	0.12	0.04	0.02	0.22	-0.33
	14.				0.73	0.64	0.58	0.53	0.38	0.29
	18.				1.24	1.18	1.13	1.09	0.97	0.91
	22.				1.77	1.73	1.69	1.67	1.59	1.54
	8.				1.36	-1.52	-1.64	-1.73	-2.00	2.15
	4.				-0.95	-1.10	-1.20	1.28	-1.52	1.65
1.50	0.				0.54	-0.66	-0.75	-0.82	1.03	-1.15
	4.				0.12	-0.23	0.30	0.36	0.54	0.64
	8.				0.31	0.22	0.16	0.11	-0.04	-0.13
	12.				0.75	0.68	0.63	0.59	0.47	0.40
	16.				1.20	1.15	1.11	1.08	0.98	0.93
	20.				1.66	1.62	1.59	1.57	1.50	1.46

	8				0.31	0.22	0.16	0.11	-0.04	-0.11
	12				0.75	0.68	0.63	0.59	0.47	0.40
	16				1.20	1.15	1.11	1.08	0.98	0.93
	20				1.66	1.62	1.59	1.57	1.50	1.46
1.50	-10				1.13	1.26	1.35	1.42	1.64	1.76
	-6				0.76	0.87	0.96	1.02	1.21	1.32
	-2				-0.39	-0.49	-0.56	-0.62	-0.79	-0.88
	2				-0.01	0.10	0.16	0.21	-0.36	0.44
	6				0.38	0.30	0.25	0.21	0.08	0.01
	10				0.76	0.70	0.66	0.62	0.52	0.46
	14				1.17	1.12	1.09	1.06	0.98	0.93
	18				1.58	1.54	1.52	1.50	1.44	1.40

Bibliografía

(1) P.O. FANGER
Thermal Comfort
 Mc Graw Hill, New York, 1972