



Ambient tèrmic per calor



Ambient tèrmic per Calor

Maribel Saladié Fornés

Saladié Fornés, Maribel

Ambient tèrmic per calor. - (Col·lecció prevenció de riscos laborals ; 26)

Bibliografia

I. Catalunya. Generalitat II. Títol III. Col·lecció: Col·lecció prevenció de riscos laborals ; 26

1. Calor - Efectes fisiològics - Mesurament 2. Esgotament per calor - Prevenció 3. Salut en el treball

613.63:536

Edita:

Departament de Treball

Salvador Álvarez, director general de Relacions Laborals

Jaume de Montserrat, subdirector general de Seguretat i Salut Laboral

Coordinació tècnica:

Vicenç Marí, director del Centre de Seguretat i Salut Laboral de Tarragona

Autora:

Maribel Saladié, tècnica de prevenció del Centre de Seguretat i Salut Laboral de Tarragona

Coordinació editorial:

José Hernández, coordinador de l'Àrea de Promoció de la Prevenció

Eva Masana, coordinadora de campanyes de difusió

Disseny, maquetació i impressió:

9.disseny sl

Tiratge:

10.000 exemplars

D.L.: B - 18.746 - 2008

SUMARI

OBJECTIU	5
ÀMBIT D'APLICACIÓ	7
CONCEPTES BÀSICS	9
TRASTORNS PER CALOR	11
PREVENCIÓ DELS TRASTORNS PER CALOR	15
MÈTODES D'AVALUACIÓ	17
ÍNDIX DE TEMPERATURA DE GLOBUS I DE BULB HUMIT (WBGT – ÍNDIX)	19
MÈTODE DE L'ÍNDIX DE VALORACIÓ MITJÀ DE FANGER O DEL CONFORT TÈRMIC	30
SOBRECÀRREGA TÈRMICA ESTIMADA (PHS, PREDICTED HEAT STRAIN).....	32
ANNEX I: ÍNDIX DE TEMPERATURA DE GLOBUS I DE BULB HUMIT (WBGT ÍNDIX)	35
ANNEX II: ÍNDIX VALORACIÓ MITJÀ O MÈTODE DE FANGER	37
TAULES DE CÀLCUL DE L'IVM	41
BIBLIOGRAFIA	59

OBJECTIU

Es pretén abordar la problemàtica de l'ambient tèrmic en l'àmbit laboral, facilitant la informació suficient per evitar situacions de risc per estrès i desconfort tèrmic, ja que un ambient tèrmic inadequat causa reduccions dels rendiments físics i mentals i alhora provoca, entre d'altres coses, irritabilitat, increment de l'agressivitat, distraccions, errors, incomoditat en suar i augment de la freqüència cardíaca, els quals repercuteixen negativament en la salut de les persones exposades i, fins i tot, en situacions límit, poden desembocar en la mort.

La proporció de treballadors i treballadores que desenvolupen la seva activitat en el sector de serveis és cada vegada més nombrosa, i són freqüents els problemes relacionats amb la falta de confort tèrmic. D'altra banda, continuen persistint situacions crítiques d'estrès tèrmic en llocs de treball de determinades activitats productives, com ara en la indústria siderometal·lúrgica i la del vidre, així com en les relacionades amb l'agricultura, la pesca i la construcció.

Per tot això, resulta de gran interès disposar de criteris de valoració i mètodes de control aplicables en aquestes situacions.

ÀMBIT D'APLICACIÓ

A títol orientatiu, s'indica una relació no exhaustiva d'activitats potencialment afectades:

- Treballs a l'aire lliure en temps calorós, com l'agricultura, la mineria de superfície i la construcció.
- Foneries de ferro, d'acer i de materials no ferrosos.
- Treballs de mineria
- Forns de cocció de maons i ceràmica.
- Plantes de fabricació de productes de vidre.
- Plantes de fabricació de productes de cautxú.
- Plantes de fabricació de productes químics.
- Empreses de servei públic d'electricitat.
- Fleques.
- Cuines de restaurant.
- Bugaderies.



CONCEPTES BÀSICS

El cos humà és un generador constant de calor. Així, una persona, només per mantenir viu el seu organisme (metabolisme basal), genera entre 65 i 80 watts, segons el sexe, l'edat i la superfície corporal.

Les 6 variables que defineixen la interrelació entre la persona i l'ambient tèrmic són les següents: la **temperatura** de l'aire, la **temperatura radiant**, la **humitat** de l'aire, la **velocitat** de l'aire, l'**activitat** desenvolupada i la **indumentària**, de les quals les quatre primeres les aporta l'entorn i les dues últimes, la persona.

A efectes pràctics, es considera que l'ambient tèrmic pot ser dels següents tipus:

CONDICIONS DE CONFORT: Són les òptimes, el subjecte es troba satisfet i el seu organisme es manté en equilibri, és a dir, la seva temperatura interna es manté dins d'uns límits fisiològics adequats.

CONDICIONS PERMISSIBLES: Obliguen la persona a efectuar determinats ajustos fisiològics per aconseguir l'equilibri tèrmic i conservar la temperatura interna dins d'uns límits normals.

CONDICIONS CRÍTIQUES: Sigui per fred o per calor, no hi ha un equilibri tèrmic entre l'ambient i el cos humà. En l'ambient crític **per fred**, la temperatura interna baixarà contínuament fins a provocar la mort si el subjecte hi queda exposat, mentre que, en l'ambient crític **per calor**, la temperatura interna s'eleva contínuament amb el mateix resultat fatal si la persona hi roman exposada el temps suficient.

TRASTORNS PER CALOR

COP DE CALOR

Es caracteritza per una hipertèrmia incontrolada que causa lesions als teixits i que pot provocar la mort. La calor acumulada a l'organisme danya directament les cèl·lules i la temperatura central s'eleva per damunt dels 41^º C.

Els **SÍMPTOMES PREDICTIBLES** que progressivament un treballador o una treballadora presenten són:

- Augment de la temperatura de la pell (activació dels receptors nerviosos per al calor, vasodilatació).
- Sudoració (pèrdua de sal i aigua pel cos).
- Disminució de la circulació de retorn al cor.
- Sensació de set.
- Disminució del reg sanguini en òrgans vitals.
- Inadequada circulació superficial.
- Disminució de la sudoració.
- Augment de la temperatura de la pell.
- Cessament de la sudoració.
- Desequilibri hidroelectrolític (pèrdua de potassi).
- Xoc circulatori (esgotament per calor).
- Augment ràpid de la temperatura (cop de calor).
- Parada cardíaca.

TRACTAMENT: Submergir la persona afectada en una banyera amb aigua gelada, situar un ventilador dirigit cap a ella i practicar-li, a més a més, un massatge corporal suau i continu tot el temps que duri el refredament.

La **taxa de mortalitat** oscil·la entre el 17% i el 70%. A les persones que sobreviuen a cops de calor, els poden quedar seqüeles, com absència de coordinació muscular, paràlisi d'un costat del cos i inestabilitat emocional.

L'ESGOTAMENT PER CALOR

Es produeix com a resultat d'una deshidratació severa després d'haver perdut una gran quantitat de suor.

És un **cas freqüent** en persones joves i sanes, que estan sotmeses a un esforç físic prolongat, com pot ser el cas dels diferents operaris que realitzen treballs físics a l'exterior o a l'aire lliure, i es veuen exposats a les diferents condicions meteorològiques, com per exemple al sector de la construcció.

TRACTAMENT: Mantenir la persona afectada en repòs en un lloc fresc amb els membres inferiors elevats, humitejar-li el cos amb aigua fresca, rehidratar-la i procedir a la reposició d'electròlits. Si la víctima rep el tractament adequat, es comença a sentir millor al cap d'unes hores i sense seqüeles.

SÍNCOPE PER CALOR

És una pèrdua de coneixement temporal com a conseqüència de la reducció del reg cerebral. Tenen risc de sofrir-la les persones amb malalties cardiovasculars o que no estiguin aclimatades.

TRACTAMENT: Situar la persona afectada en posició de decúbit supí i en ambient fresc. Un cop fet això, se sol recuperar el coneixement ràpidament.



ENRAMPADES TÈRMiques

Són contraccions musculars involuntàries i doloroses que apareixen com a resposta a la pèrdua de sodi per la suor. S'observen en persones joves després d'un esforç físic intens a temperatures elevades.

TRACTAMENT: Reposar la sal en forma de sèrum salí i col·locar la persona afectada en un ambient fresc, tot fent-li massatges suaus als músculs adolorits.

EDEMES PER CALOR

Són provocats per la retenció de sodi, i poden aparèixer a les extremitats inferiors en persones no aclimatades exposades a ambients calorosos.

TRACTAMENT: No se'n requereix, excepte aixecar les extremitats per damunt del cos, amb la qual cosa es disminueix l'edema. Sol afectar més les dones i desapareix amb l'aclimatació.

ALTERACIONS CUTÀNIES

L'erupció per calor és l'alteració cutània més comuna associada a l'exposició a la calor. Es produeix quan l'obstrucció dels conductes sudorípars impedeix que la suor arribi a la superfície cutània i s'evapori.

ALTRES TRASTORNS VINCULATS A LES FONTS DE CALOR

CREMADES

Corresponen a una acció directa i local per calor degut a la radiació ultraviolada. S'estableixen diversos graus, atenent la profunditat i l'extensió de les lesions.

CÀNCER

L'exposició prolongada a les radiacions ultraviolades de la llum solar pot induir l'aparició de carcinoma de les cèl·lules cutànies, és a dir, càncer de pell. El risc és major com més clara és la pell i menor pigmentació protectora té.

PREVENCIÓ DELS TRASTORNS PER CALOR

En cas que per causes tècniques, econòmiques o pràctiques sigui impossible l'adequació del microclima a les condicions de confort, es poden adoptar les mesures següents:

SOBRE EL FOCUS I EL MEDI

Establir una major intensitat de treball durant les hores més fredes o les menys caloroses del dia i, si és necessari, durant la nit.

Reducir els períodes de treball i augmentar els períodes de descans, preferentment a l'ombra, almenys durant les hores de més calor.

Supervisar la temperatura i la humitat, almenys cada hora, quan hi hagi temperatures elevades.

Cobrir les superfícies calentes amb material aïllant o revestiments reflectants que redueixin l'emissió de la calor, alhora que en conserven la necessària per al procés industrial.

Utilitzar apantallaments contra la radiació.

Emprar la ventilació ambiental per tal de crear un corrent d'aire exterior.

Emprar, sempre que es pugui, cabines amb aire condicionat, amb dolls direccionals.

SOBRE EL TREBALLADOR I LA TREBALLADORA

Establir programes d'aclimatació dels treballadors i treballadores a ambients calorosos. Els éssers humans són, en gran part, capaços d'adaptar-se a la calor. Aquesta adaptació, en condicions normals, es produeix generalment entre els 5 i 7 dies. Durant aquest temps, el cos sofreix una sèrie de canvis que faran suportable l'exposició constant a la calor.

Tenir en compte que el primer dia de treball, en un ambient calorós, la temperatura del cos, el número de pulsacions i la incomoditat general seran més alts. En cadascun dels dies següents, totes aquestes reaccions disminueixen i la taxa de transpiració augmenta. Quan el cos s'aclimati a la calor, el treballador o la treballadora podrà treballar amb menys tensió i aflicció.

Prendre abundants líquids sense esperar a tenir set i procurar que no siguin excessivament freds (aproximadament cada 15 - 20 minuts ingerir entre 100 i 200 ml).

No prendre cafeïna, alcohol ni líquids ensucrats.

Treballar en equips de, com a mínim, 2 persones.

Mantenir informat el treballador o la treballadora sobre les afecacions que pot provocar una exposició excessiva i les mesures necessàries per evitar-les.

Controlar diàriament les pèrdues agudes de pes, ja que la major part són d'aigua.

Salar lleugerament els menjars, a causa de la pèrdua de sals minerals (electròlits).

No desprendre's de la roba, ja que aquesta pot actuar com un apantallament protector.



MÈTODES D'AVALUACIÓ

Cal tenir en compte, en primer lloc, que les disposicions legals que regulen l'exposició a la calor estan recollides en el RD 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.

A banda de la referida normativa, hi ha diferents mètodes per avaluar situacions de calor, entre els quals hem escollit els tres més utilitzats en el món de la higiene industrial: el mètode del **WBGT**, el de l'**índex de valoració mitjà de Fanger** o del **confort tèrmic** i el de l'**índex de sobrecàrrega tèrmica estimada** (el qual substitueix el mètode de l'índex de sudoració requerida).

Tots aquests mètodes parteixen de l'equació general de balanç tèrmic, motiu pel qual es fa tot seguit una breu exposició de les diferents variables que hi intervenen.

Balanç tèrmic

Per fer un estudi higiènic de l'ambient tèrmic, és imprescindible analitzar l'intercanvi tèrmic que s'efectua entre la persona i el medi on es du a terme la feina, per a la qual cosa s'utilitza l'equació general de balanç tèrmic següent.

$$M \pm W \pm R \pm C - E \pm C_{res} \pm E_{res} - E_d \pm C_{cond} = A \quad (1)$$

On:

M	energia calòrica produïda per l'organisme.
W	treball mecànic desenvolupat (insignificant).
R	intercanvi de calor per radiació.
C	intercanvi de radiació per convecció.
E	pèrdua de calor per evaporació de la suor.
C_{res}	intercanvi de calor per convecció respiratòria.
E_{res}	intercanvi de calor per evaporació respiratòria.
E_d	pèrdua de calor per difusió de vapor.
C_{cond}	intercanvi de calor per conducció (insignificant).
A	guany o pèrdua de calor per l'organisme.

A partir de l'equació anterior, podem tenir quatre situacions diferents:

- A = 0 Hi ha un equilibri tèrmic i en general condicions entre confort i permissibilitat.
- A = 0 Hi ha un equilibri tèrmic i en general condicions entre confort i permissibilitat.
- A > 0 Hi ha desequilibri per guany de calor, tensió calòrica.
- A < 0 Hi ha desequilibri per pèrdua de calor, tensió per fred.

(Els signes són positius si són guanys de calor per a l'organisme, i negatius si són pèrdues).

Disposicions del Reial decret 486/1997

El reglament sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball (RD 486/1997) estableix en l'annex III els valors que es detallen en el quadre següent:

Temperatura	De 17° a 27° C per a treballs sedentaris De 14° a 25° C per a treballs lleugers
Humitat	Del 30% al 70% Del 50% al 70% si hi ha riscos d'electricitat estàtica
Velocitat de l'aire	0,25 m/s per a treballs en ambients no calorosos 0,50 m/s per a treballs sedentaris en ambients calorosos 0,75 m/s per a treballs no sedentaris en ambients calorosos
Renovació mínima d'aire net	30 m ³ /hora i treballador/a per a treballs sedentaris en ambients no calorosos ni contaminats 50 m ³ /hora i treballador/a en els altres casos

ÍNDEX DE TEMPERATURA DE GLOBUS I DE BULB HUMIT (WBGT – ÍNDEX)

Cal advertir inicialment que aquest índex és aplicable per a avaluacions d'estrès tèrmic en exposicions contínues, però no resulta adequat per a períodes molt curts d'exposició ni per avaluar situacions pròximes al confort. Per a situacions d'agressió tèrmica intensa i períodes curts d'exposició, és més adequat i fiable el mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada, que es recull en l'apartat següent.

Valoració

El mètode es basa en l'aplicació de les expressions següents, depenent de quina sigui la situació en què es troba el lloc de treball que s'està avaluant.

Per interiors o exteriors sense càrrega solar:

$$WBGT = 0,3 T_a + 0,2 T_g + 0,7 T_{bhn} \quad (2)$$

Per exteriors amb càrrega solar:

$$WBGT = 0,1 T_a + 0,2 T_g + 0,7 T_{bhn} \quad (3)$$

On:

- T_{bhn} temperatura humida natural de termòmetre de bulb humit (°C).
- T_a temperatura seca, temperatura de termòmetre de bulb sec (°C).
- T_g temperatura de globus (°C).

Per valorar la situació d'exposició del treballador o de la treballadora, el valor de l'índex WBGT calculat d'acord amb les anteriors expressions s'ha de comparar amb el valor de referència que figura en la taula 1, en la qual s'indiquen els valors límits en funció de l'activitat metabòlica del treballador o treballadora i de si la persona està o no aclimatada a la calor.

Taula 1 Valors límits de l'índex WBGT

Situació	Metabolisme (W/m ²)	Límits WBGT			
		Treballador/a aclimatat (°C)		Treballador/a no aclimatat (°C)	
Descans	M < 65	33		32	
Lleuger	65 <M<130	30		29	
Moderat	130<M<200	28		26	
Pesat	200<M<260	Moviment d'aire no sensible 25	Moviment d'aire sensible 26	Moviment d'aire no sensible 22	Moviment d'aire sensible 23
Molt pesat	M>260	23	25	18	20
<i>Aquests valors estan previstos per a una temperatura interior del cos de 38° C com a màxim</i>					

Nota: Es considera que el moviment d'aire no és sensible quan la velocitat d'aquest és inferior a 0,2 m/s.

Quan el valor del WBGT calculat sigui superior al de la taula, convé efectuar una valoració més acurada de l'exposició mitjançant l'aplicació de mètodes més precisos.

Per calcular l'activitat metabòlica del treballador o de la treballadora, es pot escollir un dels tres mètodes següents:

1^o mètode: Estimació del metabolisme segons les postures i moviments (G. Lehmann). El metabolisme del treball s'obté per la suma de les taules A, B i C

A. Posició i moviment del cos	Kcal/min
Assegut	0,3
Dempeus	0,6
Caminant terreny pla	2,0 – 3,0
Caminant en pendent	Afegir 0,8 per metre de desnivell

B. Tipus de treball		Valors mitjans (Kcal/min)	Valors límits (Kcal/min)
Treball manual	Lleuger	0,4	0,2 – 1,2
	Pesat	0,9	
Treball amb un braç	Lleuger	1,0	0,7 – 2,5
	Pesat	1,8	
Treball amb 2 braços	Lleuger	1,5	1,0 – 3,5
	Pesat	2,5	
Treball amb el cos	Lleuger	3,5	2,5 - 15
	Moderat	5,0	
	Pesat	7,0	
	Molt pesat	9,0	

C. Metabolisme Basal

Correspon al calor alliberat per l'organisme en estat de repòs físic i mental: a efectes pràctics s'adopta sempre el valor de 1 Kcal/min.

2^o mètode: Per components del metabolisme, segons la norma ISO 8996.

El metabolisme del treball s'obté per la suma de les taules D, E i F (els valors d'aquestes taules no inclouen el metabolisme basal, per tant s'ha de sumar per homes 42,9 W/m² i per dones 40,6 W/m² al valor resultant de D, E i F)

D. Posició del cos	Metabolisme W/m ²
Assegut	10
Agenollat	20
Ajupit	20
Dempeus	25
Dempeus inclinat	30

E. Tipus de treball		Metabolisme W/m ²	
		Valor mig	Interval
Treball amb les mans	Lleuger	15	<20
	Mig	30	20 – 30
	Intens	40	>35
Treball amb un braç	Lleuger	35	<45
	Mig	55	45 – 65
	Intens	75	>65
Treball amb 2 braços	Lleuger	65	<75
	Mig	85	75 – 95
	Intens	105	>95
Treball amb el tronc	Lleuger	125	<155
	Mig	190	155 – 230
	Intens	280	230 – 330
	Molt intens	390	>330

F. Tipus de treball		Metabolisme en funció de la velocitat (W/m ²) / (m/s)
Caminar 2 a 5 km/h		110
Caminar en pujada 2 a 5 km/h	Pendent 5°	210
	Pendent 10°	360
Caminar en baixada 5 km/h	Pendent 5°	60
	Pendent 10°	50
Caminar 4 km/h amb una càrrega a l'esquena	Càrrega 10 kg	125
	Càrrega 30 kg	185
	Càrrega 50 kg	285
Velocitat de desplaçament en funció alçada	Pujar una escala	1725
	Baixar una escala	480
Pujar una escala de mà inclinada	Sense càrrega	1660
	Càrrega 10 kg	1870
	Càrrega 50 kg	3320
Pujar una escala de mà vertical	Sense càrrega	2030
	Càrrega 10 kg	2335
	Càrrega 50 kg	4750

3º mètode: Segons les diferents activitats específiques que desenvolupi el treballador. Els valors que figuren en aquesta taula inclouen el metabolisme basal. El metabolisme del treball s'obté al sumar els valors de la taula G i H.

G. Activitat de Base		Metabolisme W/m ²
Caminar en pla, inclús en camí	2 km/h	110
	3 km/h	140
	4 km/h	165
	5 km/h	200
Caminar pujant 3 km/h	Pendent 5°	195
	Pendent 10°	275
	Pendent 15°	390
Caminar baixant 5 km/h	Pendent 5°	130
	Pendent 10°	115
	Pendent 15°	120
Pujar escales (esglaó 0,172 m)	80 esglaons/min	440
Baixar escales (esglaó 0,172 m)	80 esglaons/min	155
Transportar una càrrega en pla a 4 km/h	10 kg	185
	30 kg	250
	50 kg	360



H. Professions		Metabolisme W/m²
Indústria construcció	Col·locar maons plens 3,8 kg	150
	Col·locar maons buits 4,2 kg	140
	Col·locar maons buits 15,3 kg	135
	Col·locar maons buits 23,4 kg	125
	Encofrat i desencofrat	180
	Col·locar carcassa d'acer	130
	Recobriments formigó pretensat	180
	Mescla de cement	155
	Formigó per fundacions	275
	Formigó per vibracions	220
	Càrrega d'un carretó	275
Indústria siderúrgica	Alt forn	340
	Perforació	430
	Motllurar a mà peces mitjanes	285
	Comprimir amb martell pneumàtic	175
	Motllurar a mà peces petites	140
	Desmotllurar	125
	Molturar, col·lada 1 home	220
	Molturar, col·lada 2 homes	210
	Molturar col·lada suspesa	190
	Treball amb martell pneumàtic	175
	Decapatge	175
Indústria forestal	Caminar amb càrrega 7 kg en bosc a 4 km/h	285
	Carregar serra de cadena 18 kg a 4 km/h	385
	Treball amb destrat (2 kg, 33 cops/min)	500
	Tall d'arrels amb destrat	375
	Poda	415
	Tala a contrafil 2 homes 60 talls dobles/min	415
	Tala contrafil 2 homes 40 talls dobles/min	240
	Tala amb serra cadena amb 1 home	235
	Tala amb serra cadena amb 2 homes	205
	Tall a contrafil serra de cadena 1 home	205
	Tall a contrafil serra cadena 2 homes	190
	Decorticació valor mig estiu	225
	Decorticació valor mig hivern	390

Agricultura	Cavar (24 cops/min)	380
	Llaborament amb un tir de cavalls	235
	Llaborament amb un tractor	170
	Fertilització camp llavor a mà	280
	Fertilització camp llavors amb planter tirat cavalls	250
	Fertilització camp llavors amb un tractor	95
	Binada (massa 1,25kg)	170
Esports	Carreres 9 km/h	435
	Carreres 12 km/h	485
	Carreres 15 km/h	550
	Ski sobre terreny pla, neu bona 7 km/h	350
	Ski sobre terreny pla, neu bona 9 km/h	405
	Ski sobre terreny pla, neu bona 12 km/h	510
	Patinatge 12 km/h	225
	Patinatge 15 km/h	285
	Patinatge 18 km/h	360
Treballs domèstics	Neteja	100 - 200
	Cuina	80 - 135
	Vaixella, dempeus	145
	Neteja a mà i repàs	120 - 220
	Afaitat, rentat i vestir-se	100

Si s'empra un altre mètode, amb unitats diferents, cal realitzar la conversió corresponent d'unitats, d'acord amb la taula 2 (norma ISO 7243):

Taula 2 Conversió d'unitats de consum metabòlic

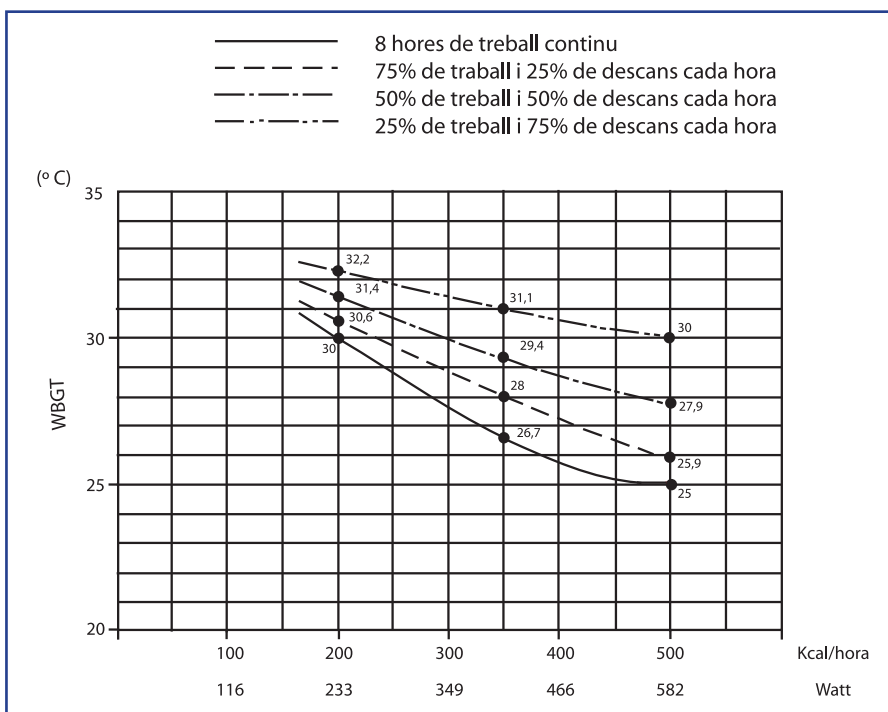
W/m ²	met	Kcal/(m ² h)	Kcal/h
58,15	1	50	90
69,6	1,2	60	110
81,2	1,4	70	125
92,8	1,6	80	145

El met es una unitat utilitzada de consum metabòlic que equival a 58,15 W/m² (50 kcal/m²h), valor que correspon a la producció metabòlica d'una persona asseguda en repòs.

Determinació del % de descans

El mètode permet també determinar el % descans i treball en funció del consum metabòlic de la persona, es pot fer mitjançant la utilització del gràfic 1 o mitjançant les fórmules (4), (5) i (6) que es mostren tot seguit.

Gràfic 1: Límits d'exposició horària per a treballadors i treballadores aclimatats, amb règims de treball i descans (ISO 7243)



Aquests valors són vàlids per una vestimenta lleugera d'estiu de 0,6 clo, que normalment porten els operaris quan desenvolupen la seva tasca a ambients calorosos. Si es requereix un vestit especial per realitzar una activitat determinada, no són aplicables els valors oferts a la figura anterior.

A part del mètode gràfic, també es pot determinar els temps de descans mitjançant el coeficient K de descans horari per això es necessari conèixer:

$$WBGT_{\text{treball}}, WBGT_{\text{límit de treball}}, WBGT_{\text{descans}} \text{ i } WBGT_{\text{límit de descans}}$$

A partir del càlcul d'aquests 4 valors, es busquen les diferències (Δ) dels WBGT de treball i de descans entre ells:

$$\Delta WBGT_{\text{treball}} = WBGT_{\text{treball}} - WBGT_{\text{límit treball}} \quad (4)$$

$$\Delta WBGT_{\text{descans}} = WBGT_{\text{límit descans}} - WBGT_{\text{descans}} \quad (5)$$

I una vegada conegudes aquestes diferències, calculem el coeficient de descans horari:

$$K = \frac{\Delta WBGT_{\text{descans}}}{(\Delta WBGT_{\text{treball}} + \Delta WBGT_{\text{descans}})} \quad (6)$$

D'aquesta expressió s'obté el factor K, que es la fracció de descans que s'ha d'aplicar per cada hora laboral.

Per exemple amb un valor $K=0,3$ s'ha de proporcionar un 30% de descans horari, és a dir, 18 minuts.

Correcció de l'índex WBGT

Tant els valors límits de la taula 1 com els del gràfic 1 estan calculats per a treballadors i treballadores aclimatats i vestits amb roba d'estiu ($I_{cl} = 0,6$ clo). En el cas que no es compleixin aquestes condicions, s'han d'aplicar els factors de correcció que s'indiquen en la taula 3.

Taula 3 Correcció de l'índex WBGT

Tipus de vestit	Valor clo	Correcció WBGT
Roba d'estiu	0,6	0
Bata de cotó	1	-2
Roba d'hivern	1,4	-4
Protecció antihumitat, permeable	1,2	-6

Nota: Aquesta correcció s'ha d'aplicar sobre els valors esmentats de la taula 1 i del gràfic 1, no pas sobre els valors WBGT calculats a partir de les expressions (2) i (3).

Condicions ambientals diverses

En el cas que al llarg de la jornada laboral hi hagi exposicions a ambients tèrmics diferents, cal determinar l'activitat metabòlica ponderada i l'índex WBGT ponderat mitjançant les expressions següents:

$$M = \frac{[M_1 \cdot t_1 + M_2 \cdot t_2 + \dots + M_n \cdot t_n]}{(t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (7)$$

$$WBGT = \frac{[t_1 \cdot WBGT_1 + t_2 \cdot WBGT_2 + \dots + t_n \cdot WBGT_n]}{(t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (8)$$

On:

$WBGT_1, WBGT_2, \dots, WBGT_n$ WBGT correspon a l'exposició 1, 2 ... n
 M_1, M_2, \dots, M_n Activitat metabòlica que correspon a l'exposició 1, 2 ... n
 t_1, t_2, \dots, t_n Temps de l'exposició 1, 2, ..., n

Quan els paràmetres ambientals no són constants en l'espai que rodeja el subjecte, es poden produir errors en el càlcul del WBGT. Per evitar-los, és recomanable en aquests casos determinar els índex WBGT corresponents a les alçades del cap, l'abdomen i els turmells, i calcular-ne el valor ponderat mitjançant l'expressió següent:

$$\text{WBGT} = \frac{\text{WBGT}_{\text{cap}} + 2\text{WBGT}_{\text{abdomen}} + \text{WBGT}_{\text{turvell}}}{4} \quad (9)$$

Recurs a altres mètodes

El mètode del WBGT té l'avantatge de la seva facilitat i rapidesa d'aplicació i, en aquest sentit, és d'utilitat per disposar d'una primera referència sobre la situació que cal valorar. Per obtenir resultats més precisos és, però, convenient aplicar altres mètodes en funció dels resultats obtinguts de l'aplicació de la taula 1:

a) Quan el valor del WBGT calculat sigui superior al de la taula, i per tant s'entri en la zona de risc d'estrès tèrmic, convé valorar de manera més acurada l'exposició a aquest mitjançant l'aplicació del mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada.

b) Quan el valor del WBGT calculat sigui inferior al de la taula, i per tant s'estigui fora de la zona de risc d'estrès tèrmic, convé valorar el grau de confort tèrmic mitjançant l'aplicació del mètode de Fanger, que s'explica en l'apartat següent.

MÈTODE DE L'ÍNDEX DE VALORACIÓ MITJÀ DE FANGER O DEL CONFORT TÈRMIC

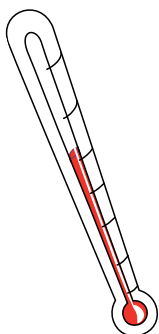
En moltes ocasions en les quals els treballadors i les treballadores manifesten la seva disconformitat amb l'ambient tèrmic, les condicions no són suficientment agressives com per donar lloc a danys a la salut, cosa que no impedeix, però, que els paràmetres tèrmics siguin capaços de generar una sensació de desconfort que contribueix a la reducció de l'eficiència d'aquells.

El confort tèrmic pot definir-se com la manifestació subjectiva de conformitat o satisfacció amb l'ambient existent.

Diferents estudis han demostrat que en tot grup de persones existeix almenys un 5% que mostren estar disconformes amb les condicions de confort preestablertes. Òbviament, si les condicions ambientals són més desfavorables, aquest percentatge es pot incrementar fins a arribar a afectar la totalitat de la població.

El mètode de Fanger inclou totes les variables que influeixen en els intercanvis tèrmics persona-ambient: **nivell d'activitat, característiques del vestit, temperatura seca** de l'aire, **humitat relativa, temperatura radiant mitjana** i **velocitat de l'aire**, i es basa en el càlcul de l'índex de valoració mitjà (IVM).

Aquest índex s'ha determinat a partir de la valoració subjectiva (mitjançant enquesta) d'un grup d'experimentació de 1.300 persones, amb les quals s'ha valorat el grau de desconfort percebut en relació a l'ambient tèrmic existent, tot obtenint els valors reflectits en la taula següent:



IVM	Ambient tèrmic percebut
+3	Molt calorós
+2	Calorós
+1	Lleugerament calorós
0	Confort
-1	Lleugerament fred
-2	Fred
-3	Molt fred

Aquest mètode únicament s'aplica quan els paràmetres següents es troben dins dels intervals que s'assenyalen:

Activitat metabòlica (M)	46 – 232 W/m^2
Aïllament tèrmic de la roba (I_{cl})	0 – 2 clo
Temperatura de l'aire (t_a)	10 – 30 °C
Temperatura radiant mitjana (TRM)	10 – 40 °C
Velocitat relativa de l'aire (v_{ar})	0 – 1 m/s
Pressió parcial del vapor d'aigua (p_a)	0 – 2700 Pa

Si aquests valors se sobrepassen, llavors no cal fer càlculs per poder afirmar que existeix una situació de desconfort.

SOBRECÀRREGA TÈRMICA ESTIMADA (PHS, PREDICTED HEAT STRAIN)

Aquest mètode està inclòs en la Norma UNE-EN ISO 7933, i els seus objectius principals són:

- a)** L'avaluació de l'estrès tèrmic en condicions que possiblement portarien a provocar un increment excessiu de la temperatura interna o de pèrdua d'aigua, per a una persona normal.
- b)** La determinació del temps d'exposició per al qual la sobrecàrrega tèrmica és acceptable, és a dir, sense danys físics esperats (en el context d'aquesta forma d'estimació, el temps d'exposició s'anomena temps d'exposició màxim permès).

La norma no prediu la resposta fisiològica de subjectes individuals, sinó que només considera persones normals amb bona salut i adaptades al treball que desenvolupen, i és aplicable quan els paràmetres establerts en la taula 4 estan dins dels límits que s'hi indiquen. Quan un o més dels paràmetres es troba fora d'aquests rangs, es recomana utilitzar amb precaució el model, prestant especial atenció a les persones exposades.

Taula 4 Límits d'aplicació

Paràmetres	Mínim	Màxim
t_a (°C)	15	50
p_a (kPa)	0	4,5
TRM - t_a (°C)	0	60
v_a (m/s)	0	3
M (W)	100	450
I_{cl} (clo)	0,1	1,0

On:

t_a	temperatura seca de l'aire
p_a	pressió atmosfèrica
TRM	temperatura radiant mitjana (vegeu expressions (13) i (14))
v_a	velocitat de l'aire
M	activitat metabòlica
I_{cl}	aïllament del vestit

Nota: En aquesta taula, el valor de la taxa metabòlica figura en watts; per passar-lo a W/m^2 , s'haurà de dividir aquest valor per 1,80 (valor mitjà en m^2 de la superfície corporal d'una persona estàndard de 70 kg de pes i 1,73 m d'alçada).

ANNEX I: ÍNDEX DE TEMPERATURA DE GLOBUS I DE BULB HUMIT (WBGT ÍNDEX)

CAS PRÀCTIC 1

En mesurar l'ambient tèrmic d'un determinat lloc de treball, s'han obtingut els valors següents. S'ha d'avaluar la situació mitjançant el mètode de l'índex WBGT.

Activitat metabòlica (M)	160 W/m ²
Temperatura de l'aire (t _a)	29° C.
Temperatura de globus (t _g)	32° C.
Temperatura de bulb humit (t _{bh})	26° C
Temperatura de bulb humit natural (t _{bhn})	27,2° C
Aïllament tèrmic del vestit (I _{cl})	1 clo
Càrrega solar	sí
Treballador/a aclimatat	sí

En haver càrrega solar, s'aplicarà l'equació (3): $WBGT = 0,1 \cdot t_a + 0,2 \cdot t_g + 0,7 \cdot t_{bhn}$

A partir de les dades de l'enunciat obtenim:

$$WBGT = 0'1 \cdot 29 + 0'2 \cdot 32 + 0'7 \cdot 27,2 = 28,3^{\circ}\text{C}$$

Mitjançant l'aplicació de la taula 1, per a un nivell d'activitat metabòlica de 160 W/m², s'obté un valor màxim WBGT de 28° C per a treballadors i treballadores aclimatats.

Situació	Metabolisme (W/m ²)	Valors màxims WBGT			
		Treballador/a aclimatat (°C)		Treballador/a no aclimatat (°C)	
descans	M < 65	33		32	
Lleuger	65 <M<130	30		29	
Moredat	130<M<200	28		26	
Pesat	200<M<260	Moviment d'aire no sensible	Moviment d'aire sensible	Moviment d'aire no sensible	Moviment d'aire sensible
		25	26	22	22
Molt pesat	M>260	23	25	18	20

(Valors previstos per a una temperatura interior del cos de 38° C com a màxim)

Aquest valor màxim de l'índex WBGT correspon a roba d'estiu (Icl=0,6 clo), però, com que en aquest cas el valor Icl = 1,0 clo, hem d'introduir la correcció corresponent, mitjançant l'ús de la taula 3:

Tipus de correcció	Valor clo	Correcció WBGT
Roba d'estiu	0,6	0
Bates de cotó	1	-2
Roba d'hivern	1,4	-4
Protecció antihumitat, permeable	1,2	-6

Per tant, el valor màxim de l'índex WBGT corregit per a un treballador o treballadora aclimatat serà:

$$28 - 2 = 26^{\circ} \text{ C}$$

Atès que el valor anteriorment calculat (28,3° C) és superior a aquest, es pot concloure que, d'acord amb aquest mètode de valoració, existeix risc d'estrès tèrmic i, per tant, és convenient aplicar el mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada per poder determinar el temps d'exposició acceptable en les condicions tèrmiques de l'enunciat.

ANNEX II: ÍNDEX VALORACIÓ MITJÀ O MÈTODE DE FANGER

L'índex de valoració mitjà (IVM) es pot calcular:

a) Analíticament, aplicant l'expressió següent:

$$IVM=(0,303 e^{-0,036M} + 0,028) \{(M-W) -3,0510^{-3} [5733-6,99 (M-W) -p_a]-0,42[(M-W)-58,15)]-1,710^{-5} M (5867-p_a)-0,0014M (34-t_a)-3,9610^{-8} f_{clo} [(t_{clo}+273)^4]-f_{clo} h_c(t_{clo}-t_a)\}$$

(10)

On:

IVM:	índex de valoració mitjà,
M:	metabolisme (W/m ²),
W:	treball extern, nul per a la majoria dels casos (W/m ²),
f _{clo} :	relació entre l'àrea del cos vestit i l'àrea del cos despullat,
t _a :	temperatura de l'aire (°C),
TRM:	temperatura radiant mitjana (°C),
p _a :	pressió parcial de vapor d'aigua (Pa),
h _c :	coeficient de convecció [W/(m ² K)],
t _{clo} :	temperatura de la superfície del vestit (°C).

b) **Mitjançant l'ús de les taules 6 a 13**, els resultats de les quals són vàlids sempre que la temperatura radiant mitjana i la temperatura seca siguin iguals i la humitat relativa sigui del 50%.

Per poder aplicar aquestes taules, caldrà conèixer: la temperatura seca de l'aire (per mesurament), l'índex clo d'aïllament de la roba, el nivell d'activitat i la velocitat relativa de l'aire. Tot seguit, s'indica com calcular aquests valors:

Càlcul de l'índex clo:

Correspondrà al sumatori dels índexs de cadascuna de les peces que conformen el vestit de la persona exposada.

Taula 5 Índex d'aïllament de la roba (clo)

Peça de vestir	Clo	Peça de vestir	Clo
Mitges	0,02	Suèter normal	0,28
Pantis	0,03	Suèter gruixut	0,35
Calces i calçotets	0,04	Jaqueta	0,13
Calçotets cama sencera	0,10	Jaqueta lleugera d'estiu	0,25
Subjectador	0,01	Jaqueta normal	0,35
Samarreta sense màniga	0,06	Anorac	0,30
Samarreta màniga curta	0,09	Abric	0,60
Samarreta màniga llarga	0,12	Gavardina	0,55
Samarreta tèrmica de niló	0,14	Parca	0,70
Samarreta màniga curta	0,09	Sobretot multicomponent	0,52
Brusa lleugera, màniga llarga	0,15	Mitjons	0,02
Camisa lleugera, màniga llarga	0,20	Mitjons gruixuts curts	0,05
Camisa normal, màniga llarga	0,25	Mitjons gruixuts llargs	0,10
Camisa de franel·la, màniga llarga	0,30	Sabata sola fina	0,02
Brusa llarga de coll de cigne	0,34	Sabata sola gruixuda	0,04
Pantalons curts	0,06	Botes	0,10
Pantalons lleugers	0,20	Guants	0,05
Pantalons normals	0,25	Faldilla lleugera, curta	0,10
Pantalons de franel·la	0,28	Faldilla lleugera, llarga	0,18
Pantalons de xandall	0,28	Faldilla gruixuda	0,25
Suèter fi	0,20	Vestit lleuger sense màniga	0,25
Suèter fi coll de cigne	0,26	Vestit d'hivern màniga llarga	0,40

Exemple

Peces del vestit	clo
<i>Sabata de sola gruixuda</i>	0,04
<i>Mitjons gruixuts curts</i>	0,05
<i>Pantalons de franel·la</i>	0,28
<i>Jaqueta normal</i>	0,35
<i>Suèter fi</i>	0,20
<i>Calçotets cama sencera</i>	0,10
Total	1,02

Càlcul del nivell d'activitat

Es pot realitzar, per alguns dels mètodes descrits a la pàgina.

Càlcul de la velocitat relativa de l'aire

Es calcula mitjançant l'expressió següent:

$$v_{ar} = v_a + 0,0052 (M - 58) \quad (11)$$

On:

v_{ar}	velocitat relativa de l'aire (m/s)
v_a	velocitat de l'aire mesurada (m/s)
M	activitat metabòlica (W/m^2)

TAULES DE CÀLCUL DE L'IVM

Taula 6 Valor de l'IVM nivell d'activitat: 58 W/m² (1 met)

Vestit		Tempera- tura seca°C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	0	26	-1,62	-1,62	-1,96	-2,34					
		27	-1	-1	-1,36	-1,69					
		28	-0,39	-0,42	-0,76	-1,05					
		29	0,21	0,13	-0,15	-0,39					
		30	0,8	0,68	0,45	0,26					
		31	1,39	1,25	1,08	0,94					
		32	1,96	1,83	1,71	1,61					
0,25	0,039	33	2,5	2,41	2,34	2,29					
		24	-1,52	-1,52	-1,8	-2,06	-2,47				
		25	-1,05	-1,05	-1,33	-1,57	-1,94	-2,24	-2,48		
		26	-0,58	-0,61	-0,87	-1,08	-1,41	-1,67	-1,89	-2,66	
		27	-0,12	-0,17	-0,4	-0,58	-0,87	-1,1	-1,29	-1,97	-2,41
		28	0,34	0,27	0,07	-0,09	-0,34	-0,53	-0,7	-1,28	-1,66
		29	0,8	0,71	0,54	0,41	0,2	0,04	-0,1	-0,58	-0,9
0,50	0,78	30	1,25	1,15	1,02	0,91	0,74	0,61	0,5	0,11	-0,14
		31	1,71	1,61	1,51	1,43	1,3	1,2	1,12	0,83	0,63
		23	-1,1	-1,1	-1,33	-1,51	-1,78	-1,99	-2,16		
		24	-0,72	-0,74	-0,95	-1,11	-1,36	-1,55	-1,7	-2,22	
		25	-0,34	-0,38	-0,56	-0,71	-0,94	-1,11	-1,25	-1,71	-1,99
		26	0,04	-0,01	-0,18	-0,31	-0,51	-0,66	-0,79	-1,19	-1,44
		27	0,42	0,35	0,2	0,09	-0,08	-0,22	-0,33	-0,68	-0,9
0,75	0,116	28	0,8	0,72	0,59	0,49	0,34	0,23	0,1,4	-0,17	-0,36
		29	1,17	1,08	0,98	0,9	0,77	0,68	0,6	0,34	0,19
		30	1,54	1,45	1,37	1,3	1,2	1,13	1,06	0,86	0,73
		21	-1,11	-1,11	-1,3	-1,44	-1,66	-1,82	-1,95	-2,36	-2,6
		22	-0,79	-0,81	-0,98	-1,11	-1,31	-1,46	-1,58	-1,95	-2,17
		23	-0,47	-0,5	-0,66	-0,78	-0,96	-1,09	-1,2	-1,55	-1,75
		24	-0,15	-0,19	-0,33	-0,44	-0,61	-0,73	-0,83	-1,14	-1,33
1,00	0,155	25	0,17	0,12	-0,01	-0,1,1	-0,26	-0,37	-0,46	-0,74	-0,9
		26	0,49	0,43	0,31	0,23	0,09	0	-0,08	-0,33	-0,48
		27	0,81	0,74	0,64	0,56	0,45	0,36	0,29	0,08	-0,05
		28	1,12	1,05	0,96	0,9	0,8	0,73	0,67	0,48	0,37
		20	-0,85	-0,87	-1,02	-1,13	-1,29	-1,41	-1,51	-1,81	-1,98
		21	-0,57	-0,6	-0,74	-0,84	-0,99	-1,11	-1,19	-1,47	-1,63
		22	-0,3	-0,33	-0,46	-0,55	-0,69	-0,8	-0,88	-1,13	-1,28
1,25	0,194	23	0,02	-0,07	-0,18	-0,27	-0,39	-0,49	-0,56	-0,79	-0,93
		24	0,26	0,2	0,1	0,02	-0,09	-0,18	-0,25	-0,46	-0,58
		25	0,53	0,48	0,38	0,31	0,21	0,13	0,07	-0,12	-0,23
		26	0,81	0,75	0,66	0,6	0,51	0,44	0,39	0,22	0,13
		27	1,08	1,02	0,95	0,89	0,81	0,75	0,71	0,56	0,48
		16	-1,37	-1,37	-1,51	-1,62	-1,78	-1,89	-1,98	-2,26	-2,41
		18	-0,89	-0,91	-1,04	-1,14	-1,28	-1,38	-1,46	-1,7	-1,84
1,50	0,233	20	-0,42	-0,46	-0,57	-0,65	-0,77	-0,86	-0,93	-1,14	-1,26
		22	0,07	0,02	-0,07	-0,14	-0,25	-0,32	-0,38	-0,56	-0,66
		24	0,56	0,5	0,43	0,37	0,28	0,22	0,17	0,02	-0,06
		26	1,04	0,99	0,93	0,88	0,81	0,76	0,72	0,61	0,54
		28	1,53	1,48	1,43	1,4	1,34	1,31	1,28	1,19	1,14
		30	2,01	1,97	1,93	1,91	1,88	1,85	1,83	1,77	1,74
		14	-1,36	-1,36	-1,49	-1,58	-1,72	-1,82	-1,89	-2,12	-2,25
		16	-0,94	-0,95	-1,07	-1,15	-1,27	-1,36	-1,43	-1,63	-1,75
		18	-0,52	-0,54	-0,64	-0,72	-0,82	-0,9	-0,96	-1,14	-1,24
		20	-0,09	-0,13	-0,22	-0,28	-0,37	-0,44	-0,49	-0,65	-0,74
		22	0,35	0,3	0,23	0,18	0,1	0,04	0	-0,14	-0,21
		24	0,79	0,74	0,68	0,63	0,57	0,52	0,49	0,37	0,31
		26	1,23	1,18	1,13	1,09	1,04	1,01	0,98	0,89	0,84
		28	1,67	1,62	1,58	1,56	1,52	1,49	1,47	1,4	1,37

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 7 Valor de l'IVM nivell d'activitat 69,6 W/m² (1,2 met)

Vestit		Tempe- ra- tura seca °C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m ² °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	0	25	-1,33	-1,33	-1,59	-1,92					
		26	-0,83	-0,83	-1,11	-1,4					
		27	-0,33	-0,33	-0,63	-0,88					
		28	0,15	0,12	-0,14	-0,36					
		29	0,63	0,56	0,35	0,17					
		30	1,1	1,01	0,84	0,69					
		31	1,57	1,47	1,34	1,24					
0,25	0,039	32	2,03	1,93	1,85	1,78					
		23	-1,18	-1,18	-1,39	-1,61	-1,97	-2,25			
		24	-0,79	-0,79	-1,02	-1,22	-1,54	-1,8	-2,01		
		25	-0,42	-0,42	-0,64	-0,83	-1,11	-1,34	-1,54	-2,21	
		26	-0,04	-0,07	-0,27	-0,43	-0,68	-0,89	-1,06	-1,65	-2,04
		27	0,33	0,29	0,11	-0,03	-0,25	-0,43	-0,58	-1,09	-1,43
		28	0,71	0,64	0,49	0,37	0,18	0,03	-0,1	-0,54	-0,82
0,50	0,078	29	1,07	0,99	0,87	0,77	0,61	0,49	0,39	0,02	-0,22
		30	1,43	1,35	1,25	1,17	1,05	0,95	0,87	0,58	0,39
		18	-2,01	-2,01	-2,17	-2,38	-2,7				
		20	-1,41	-1,41	-1,58	-1,76	-2,04	-2,25	-2,42		
		22	-0,79	-0,79	-0,97	-1,13	-1,36	-1,54	-1,69	-2,17	-2,46
		24	-0,17	-0,2	-0,36	-0,48	-0,68	-0,83	-0,95	-1,35	-1,59
		26	0,44	0,39	0,26	0,16	0,01	-0,11	-0,21	-0,52	-0,71
0,75	0,116	28	1,05	0,98	0,88	0,81	0,7	0,61	0,54	0,31	0,16
		30	1,64	1,57	1,51	1,46	1,39	1,33	1,29	1,14	1,04
		32	2,25	2,2	2,17	2,15	2,11	2,09	2,07	1,99	1,95
		16	-1,77	-1,77	-1,91	-2,07	-2,31	-2,49			
		18	-1,27	-1,27	-1,42	-1,56	-1,77	-1,93	-2,05	-2,45	
		20	-0,77	-0,77	-0,92	-1,04	-1,23	-1,36	-1,47	-1,82	-2,02
		22	-0,25	-0,27	-0,4	-0,51	-0,66	-0,78	-0,87	-1,17	-1,34
1,00	0,155	24	0,27	0,23	0,12	0,03	-0,1	-0,19	-0,27	-0,51	-0,65
		26	0,78	0,73	0,64	0,57	0,47	0,4	0,34	0,14	0,03
		28	1,29	1,23	1,17	1,12	1,04	0,99	0,94	0,8	0,72
		30	1,8	1,74	1,7	1,67	1,62	1,58	1,55	1,46	1,41
		16	-1,18	-1,18	-1,31	-1,43	-1,59	-1,72	-1,82	-2,12	-2,29
		18	-0,75	-0,75	-0,88	-0,98	-1,13	-1,24	-1,33	-1,59	-1,75
		20	-0,32	-0,33	-0,45	-0,54	-0,67	-0,76	-0,83	-1,07	-1,2
125	0,194	22	0,13	0,1	0	-0,07	-0,18	-0,26	-0,32	-0,52	-0,64
		24	0,58	0,54	0,46	0,4	0,31	0,24	0,19	0,02	-0,07
		26	1,03	0,98	0,91	0,86	0,79	0,74	0,7	0,57	0,5
		28	1,47	1,42	1,37	1,34	1,28	1,24	1,21	1,12	1,06
		30	1,91	1,86	1,83	1,81	1,78	1,75	1,73	1,67	1,63
		14	-1,12	-1,12	-1,24	-1,34	-1,48	-1,58	-1,66	-1,9	-2,04
		16	-0,74	-0,75	-0,86	-0,95	-1,07	-1,16	-1,23	-1,45	-1,57
1,50	0,233	18	-0,36	-0,38	-0,48	-0,55	-0,66	-0,74	-0,81	-1	-1,11
		20	0,02	-0,01	-0,1	-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	0,6	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	1,6	1,56	1,52	1,5	1,46	1,43	1,41	1,34	1,3
		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	-0,04	-0,16	-0,24
		22	0,63	0,6	0,54	0,5	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	1,2	1,18	1,15	1,08	1,05

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 8 Valor de l'IVM nivell d'activitat 81,2 W/m² (1,4 met)

Vestit		Tempe- ra- tura seca°C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	0	24	-1,14	-1,14	-1,35	1,65					
		25	-0,72	-0,72	-0,95	-1,21					
		26	-0,3	-0,3	0,54	-0,78					
		27	0,11	0,11	-0,14	-0,34					
		28	0,52	0,48	0,27	0,1					
		29	0,92	0,85	0,69	0,54					
		30	1,31	1,23	1,1	0,99					
0,25	0,039	31	1,71	1,62	1,52	1,45					
		22	-0,95	-0,95	-1,12	-1,33	-1,64	-1,9	-2,11		
		23	-0,63	-0,63	-0,81	-0,99	-1,28	-1,51	-1,71	-2,38	
		24	-0,31	-0,31	-0,5	-0,66	-0,92	-1,13	-1,31	-1,91	-2,31
		25	0,01	0	-0,18	-0,33	-0,56	-0,75	-0,9	-1,45	-1,8
		26	0,33	0,3	0,14	0,01	-0,2	-0,36	-0,5	-0,98	-1,29
		27	0,64	0,59	0,45	0,34	0,16	0,02	-0,1	-0,51	-0,78
0,50	0,078	28	0,95	0,89	0,77	0,68	0,53	0,41	0,31	-0,04	-0,27
		29	1,26	1,19	1,09	1,02	0,89	0,8	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	-1,14	-1,37	-1,54	-1,68	-2,15	-2,43
		22	-0,33	-0,33	-0,48	-0,61	-0,8	-0,95	-1,06	-1,46	-1,7
		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
0,75	0,116	28	1,22	1,16	1,09	1,03	0,94	0,87	0,81	0,63	0,51
		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	2,1	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	-0,7	-0,82	-0,91	-1,19	-1,36
		22	0,11	0,09	-0,02	-0,1	-0,23	-0,32	-0,4	-0,64	-0,78
1,00	0,155	24	0,55	0,51	0,42	0,35	0,25	0,17	0,11	-0,09	-0,2
		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	1,7	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	-0,8	-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	-0,8	-1,02	-1,15
1,25	0,914	20	0,04	0,03	-0,07	-0,14	-0,25	-0,32	-0,38	-0,58	-0,69
		22	0,42	0,39	0,31	0,25	0,16	0,1	0,05	-0,12	-0,21
		24	0,8	0,76	0,7	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	1,4	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	-1,8
		14	-0,65	-0,65	-0,75	-0,82	-0,94	-1,02	-1,09	-1,29	-1,4
1,50	0,233	16	-0,33	-0,33	-0,43	-0,5	-0,6	-0,67	-0,73	-0,91	-1,01
		18	-0,01	-0,02	-0,1	-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	0,4	0,36	0,25	0,18
		24	0,99	0,95	0,9	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
		10	-0,91	-0,91	-1	-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	-0,5	-0,58
		18	0,24	0,22	0,15	0,11	0,04	-0,01	-0,05	-0,17	-0,23
		20	0,53	0,5	0,45	0,4	0,34	0,3	0,27	0,17	0,11
		22	0,83	0,8	0,75	0,72	0,67	0,63	0,6	0,52	0,47
		24	1,13	1,1	1,06	1,03	0,99	0,96	0,94	0,87	0,83

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 9 Valor de IWM nivell d'activitat 92,8 W/m² (1,6 met)

Vestit		Tempe- ra-tura seca°C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	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	-0,2	-0,4					
		27	0,38	0,37	0,17	0					
		28	0,75	0,7	0,53	0,39					
		29	1,11	1,04	0,9	0,79					
0,25	0,039	30	1,46	1,38	1,27	1,19					
		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	-1,8	-2,05	-2,26		
		22	-0,58	-0,58	-0,73	-0,9	-1,17	-1,38	-1,55	-2,17	-2,58
		24	-0,01	-0,01	-0,17	-0,31	-0,53	-0,7	-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	0,078	28	1,12	1,06	0,96	0,89	0,77	0,67	0,59	0,31	0,12
		30	1,66	1,6	1,54	1,49	1,42	1,36	1,31	1,14	1,02
		14	-1,85	-1,85	-1,94	-2,12	-2,4				
		16	-1,4	-1,4	-1,5	-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	-1,2	-1,59	-1,82
		22	-0,03	-0,03	-0,16	-0,27	-0,43	-0,55	-0,65	-0,98	-1,18
0,75	0,116	24	0,43	0,41	0,3	0,21	0,08	-0,02	-0,1	-0,37	-0,53
		26	0,89	0,85	0,76	0,7	0,6	0,52	0,46	0,25	0,12
		28	1,34	1,29	1,23	1,18	1,11	1,06	1,01	0,86	0,77
		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	-1,17	-1,29	-1,39	-1,7	-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	-0,9
1,00	0,155	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
		26	1,12	1,08	1,03	0,98	0,92	0,87	0,83	0,7	0,62
		28	1,51	1,46	1,42	1,39	1,34	1,31	1,28	1,19	1,14
		12	-1,01	-1,01	-1,1	-1,19	-1,34	-1,45	-1,53	-1,79	-1,94
		14	0,68	-0,68	-0,78	-0,87	-1	-1,09	-1,17	-1,4	-1,54
		16	0,36	-0,36	-0,46	-0,53	-0,65	-0,74	-0,8	-1,01	-1,13
1,25	0,194	18	0,04	-0,04	-0,13	-0,2	-0,3	-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	0,1
		24	0,96	0,92	0,87	0,83	0,77	0,73	0,69	0,58	0,52
		26	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	1,1	1,07	0,99	0,94
		10	-0,9	-0,9	-0,98	-1,06	-1,18	-1,27	-1,33	-1,54	-1,66
		12	-0,62	-0,62	-0,7	-0,77	-0,88	-0,96	-1,02	-1,21	-1,31
1,50	0,233	14	-0,33	-0,33	-0,42	-0,48	-0,58	-0,65	-0,7	-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	0,1	0,03	-0,03	-0,07	-0,2	-0,28
		20	0,52	0,5	0,44	0,4	0,33	0,29	0,25	0,14	0,07
		22	0,82	0,79	0,74	0,71	0,65	0,61	0,58	0,49	0,43
		24	1,12	1,09	1,05	1,02	0,97	0,94	0,92	0,84	0,79
		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	-0,8	-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
		20	0,71	0,68	0,64	0,6	0,55	0,52	0,49	0,41	0,36
		22	0,97	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81	0,79	0,72	0,68

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 1 Valor de IWM nivell d'activitat 104,4 W/m² (1,8 met)

Vestit		Tempe- ra- tura seca °C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	0	22	-1,05	-1,05	-1,19	-1,46					
		23	-0,7	-0,7	-0,86	-1,11					
		24	-0,36	-0,36	-0,53	-0,75					
		25	-0,01	-0,01	-0,2	-0,4					
		26	0,32	0,32	0,13	-0,04					
		27	0,66	0,63	0,46	0,32					
		28	0,99	0,94	0,8	0,68					
		29	1,31	1,25	1,13	1,04					
		0,25	0,039	16	-1,79	-1,79	-1,86	-2,09	-2,46		
18	-1,28			-1,28	-1,38	-1,58	-1,9	-2,16	-2,37		
20	-0,76			-0,76	-0,89	-1,06	-1,34	-1,56	-1,75	-2,39	-2,89
22	-0,24			-0,24	-0,38	-0,53	-0,76	-0,95	-1,1	-1,65	-2,01
24	0,28			0,28	0,13	0,01	-0,18	-0,33	-0,46	-0,9	-1,19
26	0,79			0,76	0,64	0,55	0,4	0,29	0,19	-0,15	-0,38
28	1,29			1,24	1,16	1,1	0,99	0,91	0,84	0,6	0,44
30	1,79			1,73	1,68	1,65	1,59	1,54	1,5	1,36	1,27
0,50	0,078			14	-1,42	-1,42	-1,5	-1,66	-1,91	-2,1	-2,25
		16	-1,01	-1,01	-1,1	-1,25	-1,47	-1,64	-1,77	-2,23	-2,51
		18	-0,59	-0,59	-0,7	-0,83	-1,02	-1,17	-1,29	-1,69	-1,94
		20	-0,18	-0,18	-0,3	-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	-0,6	-0,78
		24	0,66	0,63	0,54	0,46	0,35	0,26	0,19	-0,04	-0,19
		26	1,07	1,03	0,96	0,9	0,82	0,75	0,69	0,51	0,4
		28	1,48	1,44	1,39	1,35	1,29	1,24	1,2	1,07	1
		0,75	0,116	12	-1,15	-1,15	-1,23	-1,35	-1,53	-1,67	-1,78
14	-0,81			-0,81	-0,89	-1	-1,17	-1,29	-1,39	-1,7	-1,89
16	-0,46			-0,46	-0,56	-0,66	-0,8	-0,91	-1	-1,28	-1,44
18	-0,12			-0,12	-0,22	-0,31	-0,43	-0,53	-0,61	-0,85	-0,99
20	0,22			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	0,2	0,02	-0,09
24	0,92			0,89	0,83	0,78	0,71	0,65	0,6	0,46	0,38
26	1,28			1,24	1,19	1,15	1,09	1,05	1,02	0,91	0,84
1,00	0,155			10	-0,97	-0,97	-1,04	-1,14	-1,28	-1,39	-1,47
		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	0,2	0,12	0,06	-0,03	-0,1	-0,15	-0,31	-0,41
		20	0,5	0,48	0,42	0,36	0,29	0,23	0,18	0,04	-0,04
		22	0,81	0,78	0,73	0,68	0,62	0,57	0,53	0,41	0,35
		24	1,11	1,08	1,04	1	0,95	0,91	0,88	0,78	0,73
		1,25	0,194	8	-0,84	-0,84	-0,91	-0,99	-1,1	-1,19	-1,25
10	-0,59			-0,59	-0,66	-0,73	-0,84	-0,91	-0,97	-1,16	-1,26
12	-0,33			-0,33	-0,4	-0,47	-0,56	-0,63	-0,69	-0,86	-0,95
14	-0,07			-0,07	-0,14	-0,2	-0,29	-0,35	-0,4	-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
20	0,71			0,69	0,64	0,6	0,54	0,5	0,47	0,37	0,31
22	0,98			0,96	0,91	0,88	0,83	0,8	0,77	0,69	0,64
1,50	0,233			-2	-1,63	-1,63	-1,68	-1,77	-1,9	-2	-2,07
		2	-1,19	-1,19	-1,25	-1,33	-1,44	-1,52	-1,58	-1,78	-1,88
		6	-0,74	-0,74	-0,8	-0,87	-0,97	-1,04	-1,09	-1,26	-1,35
		10	-0,29	-0,29	-0,36	-0,42	-0,5	-0,56	-0,6	-0,74	-0,82
		14	0,17	0,17	0,11	0,06	-0,01	-0,05	-0,09	-0,2	-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	0,97	0,95	0,89	0,85
		26	1,61	1,58	1,56	1,55	1,52	1,51	1,5	1,46	1,44

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 11 Valor de IWM nivell d'activitat 116 W/m² (2 met)

Vestit		Tempe- ra- tura seca°C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	150
0	0	18		-2	-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	1,6					
0,25	0,039	32		2,33	2,32	2,31					
		16		-1,41	-1,48	-1,69	-2,02	-2,29	-2,51		
		18		-0,93	-1,03	-1,21	-1,5	-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	0,1	-0,03	-0,14	-0,54	-0,8
		26		0,97	0,86	0,78	0,65	0,55	0,46	0,16	-0,04
050	0,078	28		1,42	1,35	1,29	1,2	1,13	1,07	0,86	0,72
		30		1,88	1,84	1,81	1,76	1,72	1,68	1,57	1,49
		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	-1,4	-1,82	-2,07
		18		-0,31	-0,41	-0,53	-0,7	-0,84	-0,95	-1,31	-1,54
		20		0,07	-0,04	-0,14	-0,29	-0,4	-0,5	-0,81	-1
		22		0,46	0,35	0,27	0,15	0,05	-0,03	-0,29	-0,45
0,75	0,116	24		0,83	0,75	0,68	0,58	0,5	0,44	0,23	0,1
		26		1,21	1,15	1,1	1,02	0,96	0,91	0,75	0,65
		28		1,59	1,55	1,51	1,46	1,42	1,38	1,27	1,21
		10		-1,16	-1,23	-1,35	-1,54	-1,67	-1,78	-2,14	-2,34
		12		-0,84	-0,92	-1,03	-1,2	-1,32	-1,42	-1,74	-1,93
		14		-0,52	-0,6	-0,7	-0,85	-0,97	-1,06	-1,34	-1,51
		16		-0,2	-0,29	-0,38	-0,51	-0,61	-0,69	-0,95	-1,1
1,00	0,155	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	0,1	0,04	-0,15	-0,26
		22		0,75	0,68	0,62	0,54	0,48	0,43	0,27	0,17
		24		1,07	1,01	0,97	0,9	0,85	0,81	0,68	0,61
		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
1,25	0,194	14		-0,13	-0,21	-0,28	-0,39	-0,47	-0,53	-0,72	-0,83
		16		0,14	0,06	0	-0,1	-0,16	-0,22	-0,39	-0,49
		18		0,41	0,34	0,28	0,2	0,14	0,09	-0,06	-0,14
		20		0,68	0,61	0,57	0,5	0,44	0,4	0,28	0,2
		22		0,96	0,91	0,87	0,81	0,76	0,73	0,62	0,56
		-2		-1,74	-1,77	-1,88	-2,04	-2,15	-2,24	-2,51	-2,66
		2		-1,27	-1,32	-1,42	-1,55	-1,65	-1,73	-1,97	-2,1
1,50	0,233	6		-0,8	-0,86	-0,94	-1,06	-1,14	-1,21	-1,41	-1,53
		10		-0,33	-0,4	-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	-0,29	-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	0,97	0,95	0,87	0,83
		26		1,62	1,6	1,58	1,55	1,53	1,52	1,47	1,45
		-4		-1,52	-1,56	-1,65	-1,78	-1,87	-1,95	-2,16	-2,28
		0		-1,11	-1,16	-1,24	-1,35	-1,44	-1,5	-1,69	-1,79
		4		-0,69	-0,75	-0,82	-0,92	-0,99	-1,04	-1,2	-1,29
		8		-0,27	-0,33	-0,39	-0,47	-0,53	-0,58	-0,72	-0,79
		12		0,15	0,09	0,05	-0,02	-0,07	-0,11	-0,22	-0,29
		16		0,58	0,53	0,49	0,44	0,4	0,37	0,28	0,23
		20		1,01	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,79	0,75
		24		1,47	1,44	1,43	1,4	1,38	1,36	1,32	1,29

Nota: 1 me t = 58,15 W/m²

Taula 12 Valor de l'IVM nivell d'activitat 139,2 W/m² (2,4 met)

Vestit		Tempera- tura seca °C	Velocitat relativa (m/s)									
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50	
0	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						
		28			1,49	1,4						
0,25	0,039	30			2,07	2,03						
		14			-1,31	-1,52	-1,85	-2,12	-2,34			
		16			-0,89	-1,08	-0,14	-1,61	-1,81	-2,49		
		18			-0,47	-0,63	-0,89	-1,1	-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	-0,6	-0,88	
		24			0,84	0,74	0,6	0,48	0,39	0,05	-0,17	
0,50	0,078	26			1,28	1,22	1,11	1,02	0,95	0,7	0,53	
		28			1,73	1,69	1,62	1,56	1,51	1,35	1,24	
		12			-0,97	-1,11	-1,34	-1,51	-1,65	-2,12	-2,4	
		14			-0,62	-0,76	-0,96	-1,11	-1,24	-1,65	-1,91	
		16			-0,28	-0,4	-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	0,2	0,1	0,01	-0,26	-0,43	
0,75	0,116	22			0,78	0,71	0,6	0,52	0,45	0,22	0,08	
		24			1,15	1,09	1	0,94	0,88	0,7	0,59	
		26			1,52	1,47	1,41	1,36	1,32	1,19	1,11	
		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	-0,2	-0,42	-0,56	
1,00	0,155	18			0,45	0,38	0,28	0,2	0,14	-0,05	-0,17	
		20			0,75	0,69	0,6	0,54	0,49	0,32	0,22	
		22			1,06	1,01	0,94	0,88	0,84	0,7	0,62	
		24			1,37	1,33	1,27	1,23	1,2	1,09	1,02	
		6			-0,78	-0,87	-1,01	-1,12	-1,2	-1,45	-1,6	
		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	
1,25	0,494	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	
		18			0,73	0,68	0,6	0,55	0,51	0,38	0,3	
		20			0,98	0,94	0,88	0,84	0,8	0,69	0,62	
		-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	-1,8	
1,50	0,233	4			-0,62	-0,7	-0,81	-0,9	-0,96	-1,16	1,27	
		8			-0,19	-0,26	-0,35	-0,42	-0,48	-0,64	-0,74	
		12			0,25	0,2	0,12	0,06	0,02	-0,12	-0,2	
		16			0,7	0,66	0,6	0,55	0,52	0,41	0,35	
		20			1,16	1,13	1,08	1,05	1,02	0,94	0,9	
		24			1,65	1,63	1,6	1,57	1,56	1,51	1,48	
		-8			-1,44	-1,53	-0,17	-1,76	-1,83	-2,05	-2,17	
		-4			-1,07	-1,15	-1,27	-1,35	-1,42	-1,61	-1,72	
		0			-0,7	-0,77	-0,87	-0,94	-1	-1,17	-1,27	
		4			-0,31	-0,37	-0,46	-0,53	-0,57	-0,72	-0,8	
		8			0,07	0,02	-0,05	-0,1	-0,14	-0,27	-0,34	
		12			0,47	0,43	0,37	0,33	0,29	0,19	0,14	
		16			0,88	0,85	0,8	0,77	0,74	0,66	0,62	
		20			1,29	1,27	1,24	1,21	1,19	1,13	1,1	

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Taula 13 Valor de l'IVM nivell d'activitat 174 W/m² (3 met)

Vestit		Tempera- tura seca °C	Velocitat relativa (m/s)								
clo	m2 °C/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	0	14				-1,92	-2,49				
		16				-1,36	-1,87				
		18				-0,8	1,24				
		20				-0,24	-0,61				
		22				0,34	0,04				
		24				0,93	0,7				
		26				1,52	1,36				
		28				2,12	2,02				
0,25	0,039	12				-1,19	-1,53	-1,8	-2,02		
		14				-0,77	-1,07	-1,31	-1,51	-2,21	
		16				-0,35	-0,61	-0,82	-1	-1,61	-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	0,8	0,68	0,57	0,21	-0,03
		24				1,41	1,29	1,19	1,1	0,83	0,64
		26				1,87	1,78	1,71	1,65	1,45	1,32
0,50	0,078	10				-0,78	-1	-1,18	-1,32	-1,79	-2,07
		12				-0,43	-0,64	-0,79	-0,92	-1,34	-1,6
		14				-0,09	-0,27	-0,41	-0,52	-0,9	-1,13
		16				0,26	0,1	-0,02	0,12	0,45	0,65
		18				0,61	0,47	0,37	0,28	0	0,18
		20				0,96	0,85	0,76	0,68	0,45	0,3
		22				1,33	1,24	1,16	1,1	0,91	0,79
		24				1,7	1,63	1,57	1,53	1,38	1,28
0,75	0,116	6				-0,75	-0,93	-1,07	-1,18	-1,52	-1,72
		8				-0,47	-0,64	-0,76	-0,86	-1,18	-1,14
		10				-0,19	-0,34	-0,45	-0,54	-0,83	-1
		12				0,1	-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	0,5	0,44	0,24	0,12
		18				0,98	0,89	0,82	0,77	0,59	0,49
		20				1,28	1,2	1,14	1,1	0,95	0,87
1,00	0,155	6				-1,68	-1,88	-2,03	-2,14	-2,5	-2,7
		2				-1,22	-1,39	-1,52	-1,62	-1,94	-2,12
		2				-0,74	-0,9	-1,01	-1,1	-1,37	-1,53
		6				-0,26	-0,39	-0,49	-0,56	-0,8	-0,93
		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
1,25	0,194	-8				-1,36	1,52	-1,64	-1,73	-2	-2,15
		-4				-0,95	-1,1	-1,2	-1,28	-1,52	-1,65
		0				-0,54	-0,66	-0,75	-0,82	-1,03	-1,15
		4				0,12	-0,22	-0,3	-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	0,4
		16				1,2	1,15	1,11	1,08	0,98	0,93
		20				1,66	1,62	1,59	1,57	1,5	1,46
1,50	0,233	-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	0,1	-0,16	-0,21	-0,36	-0,44
		6				0,38	0,3	0,25	0,21	0,08	0,01
		10				0,76	0,7	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	1,5	1,44	1,4

Nota: 1 met = 58,15 W/m²

Correcció de l'IVM

Com s'ha assenyalat abans, quan la humitat relativa no sigui del 50% i/o la temperatura radiant mitjana sigui major que la temperatura seca de l'aire, s'haurà de corregir l'IVM, obtingut de l'aplicació de les taules 6 a 13, d'acord amb l'expressió següent:

$$IVM_{\text{final}} = IVM + f_h (h_r - 50) + f_r (TRM - t_a) \quad (12)$$

On:

IVM	valor calculat (taules 6 a 13)
f_h	factor de correcció de l'IVM en funció de la humitat
h_r	humitat relativa (%)
f_r	factor de correcció de l'IVM en funció de la TRM
TRM	temperatura radiant mitjana (°C)
t_a	temperatura seca de l'aire (°C)

a) Classificació del nivell d'activitat metabòlica: d'acord amb la taula 14, amb la finalitat de poder triar la taula escaient per calcular els factors f_h (taules 15 a 17) i f_r (taules 18 a 20).

Taula 14 Activitat metabòlica

Activitat	Valor mínim (W/m ²)	Valor màxim (W/m ²)
Nivell sedentari	58	87
Nivell mitjà	87	145
Nivell alt	145	232

b) Càlcul del factor f_h : mitjançant les taules 15 a 17.

Taula 15 Factor de correcció f_h per a activitats sedentàries

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,10	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,15	0,0104	0,0098	0,0090	0,0084	0,0078	0,0070	0,0066
0,20	0,0108	0,0100	0,0092	0,0084	0,0079	0,0072	0,0067
0,30	0,0110	0,0102	0,0093	0,0086	0,0080	0,0074	0,0068
0,40	0,0112	0,0104	0,0094	0,0088	0,0081	0,0076	0,0069
0,50	0,0114	0,0106	0,0096	0,0090	0,0082	0,0078	0,0070
1,00	0,0120	0,0108	0,0100	0,0093	0,0086	0,0080	0,0072
1,50	0,0130	0,0109	0,0110	0,0094	0,0087	0,0081	0,0073

Taula 16 Factor de correcció f_h per a activitats de nivell mitjà

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0050	0,0042	0,0038	0,0032	0,0030	0,0024	0,0020
0,10	0,0050	0,0042	0,0038	0,0032	0,0030	0,0024	0,0020
0,15	0,0052	0,0044	0,0040	0,0034	0,0031	0,0024	0,0021
0,20	0,0053	0,0046	0,0042	0,0036	0,0032	0,0025	0,0023
0,30	0,0055	0,0048	0,0043	0,0037	0,0033	0,0026	0,0023
0,40	0,0058	0,0050	0,0043	0,0038	0,0033	0,0027	0,0023
0,50	0,0060	0,0052	0,0044	0,0040	0,0034	0,0028	0,0024
1,00	0,0063	0,0053	0,0046	0,0041	0,0036	0,0032	0,0026
1,50	0,0065	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0032	0,0026

Taula 17 Factor de correcció f_h per a activitats de nivell alt

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0040	0,0032	0,0026	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012
0,10	0,0040	0,0032	0,0026	0,0021	0,0018	0,0014	0,0012
0,15	0,0040	0,0033	0,0027	0,0022	0,0018	0,0014	0,0012
0,20	0,0041	0,0034	0,0028	0,0023	0,0018	0,0014	0,0012
0,30	0,0043	0,0036	0,0030	0,0024	0,0019	0,0015	0,0013
0,40	0,0047	0,0037	0,0031	0,0025	0,0019	0,0015	0,0013
0,50	0,0048	0,0039	0,0033	0,0026	0,0020	0,0016	0,0014
1,00	0,0054	0,0044	0,0036	0,0028	0,0024	0,0020	0,0016
1,50	0,0055	0,0045	0,0037	0,0029	0,0025	0,0020	0,0016

c) Càlcul del factor f_v : mitjançant les taules 18 a 20.

Taula 18 Factor de correcció f_v per a activitats sedentàries

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,10	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,15	0,2600	0,1950	0,1550	0,1300	0,1075	0,0950	0,0850
0,20	0,2600	0,1920	0,1510	0,1200	0,1050	0,0900	0,0800
0,30	0,2600	0,1850	0,1450	0,1150	0,1000	0,0830	0,0730
0,40	0,2600	0,1850	0,1400	0,1100	0,0950	0,0770	0,0670
0,50	0,2600	0,1850	0,1300	0,1050	0,0900	0,0700	0,0600
1,00	0,2600	0,1600	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0500
1,50	0,2600	0,1550	0,1100	0,0800	0,0650	0,0500	0,0480

Taula 19 Factor de correcció f_c per a activitats de nivell mitjà

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,1500	0,1050	0,0850	0,0700	0,0600	0,0500	0,0500
0,10	0,1500	0,1050	0,0850	0,0700	0,0600	0,0500	0,0500
0,15	0,1500	0,1000	0,0800	0,0700	0,0550	0,0450	0,0500
0,20	0,1500	0,1000	0,0800	0,0680	0,0550	0,0450	0,0400
0,30	0,1500	0,0950	0,0800	0,0630	0,0500	0,0430	0,0360
0,40	0,1500	0,0900	0,0750	0,0590	0,0450	0,0400	0,0330
0,50	0,1500	0,0900	0,0750	0,0550	0,0400	0,0380	0,300
1,00	0,1500	0,0850	0,0650	0,0500	0,0370	0,0300	0,0250
1,50	0,1500	0,0850	0,0600	0,0450	0,0350	0,0280	0,0230

Taula 20 Factor de correcció f_c per a activitats de nivell alt

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,1200	0,0900	0,0700	0,0450	0,0350	0,0300	0,0300
0,10	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0450	0,0350	0,0300
0,15	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0450	0,0350	0,0300
0,20	0,1200	0,0900	0,0700	0,0550	0,0400	0,0350	0,0300
0,30	0,1200	0,0860	0,0660	0,0500	0,0380	0,0330	0,0280
0,40	0,1200	0,0830	0,0630	0,0450	0,0360	0,0310	0,0260
0,50	0,1200	0,0800	0,0600	0,0400	0,0350	0,0300	0,0250
1,00	0,1200	0,0750	0,0550	0,0400	0,0300	0,0250	0,0200
1,50	0,1250	0,0750	0,0500	0,0350	0,0250	0,0200	0,0200

d) Càlcul de la TRM: mitjançant les expressions (139) o (104), segons es tracti de convecció natural o forçada:

Convecció natural ($v_a < 0,15$ m/s):

$$TRM = \left[(t_g + 273)^4 + (0,42 \cdot 10^8) \cdot \left(|t_g - t_a| \right)^{0,25} \cdot (t_g - t_a) \right]^{0,25} - 273 \quad (13)$$

Convecció forçada ($v_a \geq 0,15$ m/s):

$$TRM = \left[(t_g + 273)^4 + (2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6}) \cdot (t_g - t_a) \right]^{0,25} - 273 \quad (14)$$

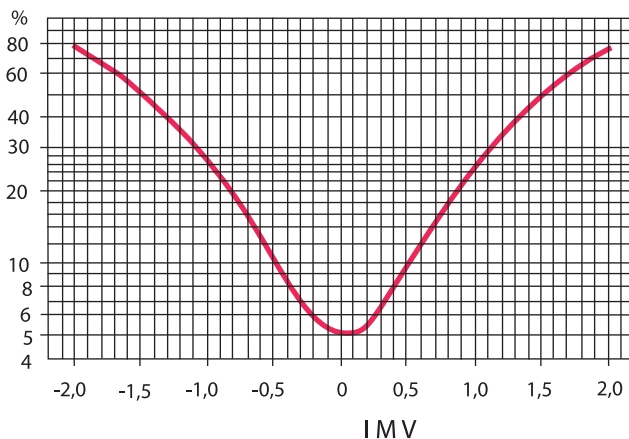
Nota: Aquestes expressions són aplicables quan el diàmetre de l'esfera del termòmetre de globus emprat per al mesurament de t_g és de 15 cm i el coeficient d'emissivitat $\varepsilon = 0,95$, requisits que, habitualment, es compleixen en els actuals instruments de mesurament.

Percentatge de persones insatisfetes (PPI)

Una vegada s'ha calculat el valor de l'índex de valoració mitjà, es pot trobar el percentatge aproximat de persones insatisfetes (PPI) mitjançant 2 sistemes diferents:

a) Gràficament.

Gràfic 2 % de persones insatisfetes



Com es pot observar, fins i tot en la situació en què el valor de l'IVM és zero (és a dir, en condicions tèrmiques òptimes), el grau d'insatisfets se situarà al voltant del 5%.

b) Analíticament, mitjançant l'expressió següent:

$$PPI=100-95 e^{(0,03353IVM^4 - 0,2179IVM^2)} \quad (15)$$

CAS PRÀCTIC 2

En un determinat lloc de treball s'han mesurat les variables següents. S'ha de determinar, mitjançant l'aplicació del mètode de Fanger, el percentatge de persones insatisfetes.

Nivell d'activitat (M)	70 W/m ²
Aïllament tèrmic del vestit (I_{cl})	1 clo.
Temperatura de l'aire (t_a)	20° C
Velocitat de l'aire (v_a)	0,24 m/s
Humitat relativa (h_r)	75,0%
Temperatura de globus (t_g)	28° C

Càlcul de l'IVM

a) Es triarà la taula 7, atès que el valor d'activitat per al qual està calculada (69,6 W/m²) és el més proper al de l'enunciat.

b) Per emprar aquesta taula, es necessita conèixer, a més del valor clo i de la temperatura seca (facilitats per l'enunciat), la velocitat relativa de l'aire (v_{ar}), que s'haurà de calcular mitjançant l'expressió (11):

$$v_{ar} = v_a + 0,0052 (M - 58) = 0,24 + 0,0052 (70 - 58) = 0,30 \text{ m/s}$$

c) A partir de les tres variables esmentades, de la taula 7 obtenim: IVM = -0,67

Correcció de l'IVM

d) Atès que $h_r \neq 50\%$, s'ha de corregir l'índex IVM anterior mitjançant l'expressió (12):

$$IVM_{\text{final}} = IVM + f_h (h_r - 50) + f_r (TRM - t_a)$$

e) Tipus d'activitat metabòlica (taula 14): sedentària

f) Càlcul de f_h : mitjançant la taula 15 (per a activitat sedentària):

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,10	0,0103	0,0096	0,0088	0,0082	0,0076	0,0068	0,0062
0,15	0,0104	0,0098	0,0090	0,0084	0,0078	0,0070	0,0066
0,20	0,0108	0,0100	0,0092	0,0084	0,0079	0,0072	0,0067
0,30	0,0110	0,0102	0,0093	0,0086	0,0080	0,0074	0,0068
0,40	0,0112	0,0104	0,0094	0,0088	0,0081	0,0076	0,0069
0,50	0,0114	0,0106	0,0096	0,0090	0,0082	0,0078	0,0070
1,00	0,0120	0,0108	0,0100	0,0093	0,0086	0,0080	0,0072
1,50	0,0130	0,0109	0,0110	0,0094	0,0087	0,0081	0,0073

Nota: En tractar-se d'un valor de la velocitat d'aire no inclòs en la taula, caldrà fer el càlcul per interpolació:

$$f_h = 0,0079 + \frac{0,0080 - 0,0079}{0,30 - 0,20} (0,24 - 0,20) = 0,00794$$

g) Càlcul de f_r : mitjançant la taula 18 (per a activitat sedentària):

Va (m/s)	0 clo	0,25 clo	0,50 clo	0,75 clo	1,00 clo	1,25 clo	1,50 clo
0,05	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,10	0,2600	0,2000	0,1600	0,1320	0,1100	0,1000	0,0900
0,15	0,2600	0,1950	0,1550	0,1300	0,1075	0,0950	0,0850
0,20	0,2600	0,1920	0,1510	0,1200	0,1050	0,0900	0,0800
0,30	0,2600	0,1850	0,1450	0,1150	0,1000	0,0830	0,0730
0,40	0,2600	0,1850	0,1400	0,1100	0,0950	0,0770	0,0670
0,50	0,2600	0,1850	0,1300	0,1050	0,0900	0,0700	0,0600
1,00	0,2600	0,1600	0,1200	0,0900	0,0700	0,0600	0,0500
1,50	0,2600	0,1550	0,1100	0,0800	0,0650	0,0500	0,0480

Nota: Fent el mateix càlcul d'interpolació que en la taula 15, obtenim un valor de $f_r = 0,103$.

h) Càlcul de TRM

Atès que en el present cas $v_a > 0,15$ m/s, s'haurà d'emprar l'equació (14):

$$TRM = \left[(t_g + 273)^4 + (2,5 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6}) \cdot (t_g - t_a) \right]^{0,25} - 273$$

$$TRM = \left[(28 + 273)^4 + (2,5 \cdot 10^8 \cdot 0,24^{0,6}) \cdot (28 - 20) \right]^{0,25} - 273 = 35,5^{\circ}C$$

i) Càlcul de l'IVM final:

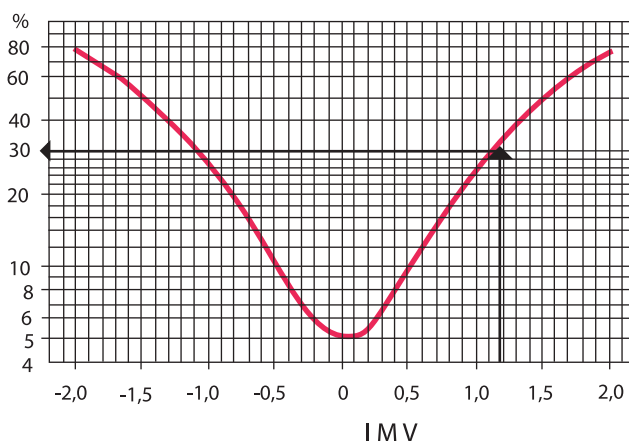
$$IVM_{\text{final}} = IVM + f_h (h_r - 50) + f_r (TRM - t_a) = -0,67 + 0,00794 (75,0 - 50) + 0,103 (35,5 - 20) = 1,12$$

Comentari:

Com que el valor de l'IVM és 1,12, resulta convenient aplicar algun tipus d'intervenció (la situació correcta es correspondria amb valors de l'IVM compresos entre $\pm 0,5$).

Determinació del percentatge de persones insatisfetes

Mitjançant el gràfic 2:



Mitjançant l'expressió (115):

$$PPI = 100 - 95 e^{(-0,03353 \cdot 1,12^4 - 0,2179 \cdot 1,12^2)} = 31,4\%$$

Comentaris:

Tal com es pot observar, si s'utilitza el gràfic 2 per obtenir el percentatge de PPI (persones insatisfetes), s'obté el valor aproximat 30%; en canvi, si és vol obtenir un valor més exacte, es pot aplicar l'expressió 15, el resultat de la qual és el 31,4%.

El percentatge resultant de persones insatisfetes confirma la necessitat de dur a terme algun tipus d'intervenció, tal com es despenia del valor de l'IVM calculat.

BIBLIOGRAFIA

NTP 322 Valoració del risc d'estrès tèrmic: índex WBGT. INSHT (Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball).

NTP 74 Confort tèrmic: mètode de Fanger. INSHT (Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball).

Ergonomia 2: confort i estrès tèrmic. Pedro R. Mondelo i altres. Edicions UPC, Barcelona, març 2001.

Higiene industrial: manual para la formació del especialista. Faustino Menéndez Díez. Editorial Lex Nova, Valladolid. 3a edició, octubre 2004.

Norma UNE-EN ISO 7933 Ergonomia de l'ambient tèrmic. Determinació analítica i interpretació de l'estrès tèrmic mitjançant el càlcul de la sobrecàrrega tèrmica estimada. Maig 2005 (ISO 7933:2004).

Guia tècnica per l'avaluació i prevenció dels riscos relatius a la utilització de llocs de treball INSHT

