

Apunts tècnics de l'Invassat

20/3. Avaluació del risc d'estrés tèrmic

AT-200301

J. Alberto Ortega Galacho

INVASSAT

Avaluació del risc d'estrés tèrmic

J. Alberto Ortega Galacho



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Títol: *Avaluació del risc d'estrés tèrmic*

Autor: J. Alberto Ortega Galacho. Servei d'Assistència. Centre Territorial d'Alacant. INVASSAT

Edició: juliol de 2020

Sèrie: Apunts tècnics; AT-200301

Edita: Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). www.invassat.gva.es

Per a citar aquest document

ORTEGA GALACHO, J. Alberto. *Avaluació del risc d'estrés tèrmic* [en línia]. Burjassot: Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2020. 21 p. [Consulta: dd.mm.aaaa]. Disponible en XXXX. (Anotacions tècniques; AT-200302)

CONTINGUT

Introducció, 3. – Estrés tèrmic, sobrecàrrega tèrmica i efectes sobre la salut, 3. – Avaluació del risc d'estrés tèrmic, 5. – Mesures preventives, 11. – Referències tècniques i normatives, 15. – Annex cas pràctic, 17

RESUM

L'objectiu d'aquesta anotació tècnica és facilitar la tasca d'avaluació del risc d'estrés tèrmic i l'adopció de mesures preventives. Amb aquesta finalitat s'ha sintetitzat la informació disponible de major rellevància. El document se centra en la identificació del risc, la selecció del mètode d'avaluació més adequat i la proposta de mesures preventives. Amb la finalitat de facilitar la comprensió del document s'han inclòs alguns exemples a títol orientatiu. El caràcter de la present anotació tècnica és purament il·lustratiu i no exhaustiu.

Introducció

El risc d'estrés tèrmic està present en la pràctica totalitat dels sectors d'activitat de la nostra Comunitat, de l'agricultura a l'hostaleria, passant pel transport, la construcció o la indústria. No obstant això, els resultats obtinguts en les diferents actuacions de comprovació dels organismes públics competents en prevenció de riscos laborals mostren que existeixen deficiències importants quant a la seua avaluació. Per posar alguns exemples, l'últim informe disponible de l'INVASSAT de desembre de 2018 sobre *Resultats de les enquestes de valoració del sistema de PRL en les empreses de major sinistralitat laboral de la Comunitat Valenciana* (Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball [INVASSAT], 2018) refereix que el 55,97% de les empreses no havia contemplat adequadament els contaminants físics (entre els quals es troba l'estrés tèrmic) dins de l'apartat de riscos higiènics de l'avaluació de riscos. Conclusions similars s'obtenen en l'informe de l'Institut Regional de Seguretat i Salut de Múrcia de març de 2012 (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia, 2012), en el qual s'indica que el 51.06% de les empreses analitzades de diferents sectors no havia realitzat una avaluació específica del risc d'estrés tèrmic.

Finalment, ha d'assenyalar-se que, en la situació de canvi climàtic actual, és lògic pensar que aquest risc tindrà un pes cada vegada major en la sinistralitat de les empreses tant directament (augment dels accidents per colp de calor), com indirectament (augment del nombre d'accidents durant èpoques d'altres temperatures). De fet, aqueixa és la tendència que s'observa en comparar les dades de temperatura mitjana i sinistralitat associada a l'estrés tèrmic dels últims deu anys a la Comunitat Valenciana. En concret, en analitzar els accidents reportats al Sistema Delt@ per calor i insolació durant el període 2009-2019, es constata que aquells anys en què l'estiu ha sigut molt càlid (2009, 2012, 2015, 2017, 2018 i 2019) (Agencia Estatal de Meteorología [AEMET], 2019) presenten de quatre a huit vegades més accidents per calor i insolació que els estius càlids o normals (2010, 2011, 2014 i 2016).

2. ESTRÉS TÈRMIC, SOBRECÀRREGA TÈRMICA I EFECTES SOBRE LA SALUT

L'estrés tèrmic es defineix com la càrrega neta de calor a la qual està exposat el personal com a resultat de la seua activitat laboral en un ambient concret. Les metodologies emprades per a la valoració de l'estrés tèrmic es basen en un balanç energètic del cos humà. En termes generals, es considera que la calor acumulada pel cos depèn de la calor generada per l'activitat física realitzada i la calor intercanviada amb l'ambient. Al seu torn, la calor intercanviada amb l'ambient dependrà, tant de la roba que porte la treballadora o el treballador com de les condicions de l'entorn de treball (principalment temperatura, humitat i velocitat de l'aire, i fonts de calor radiant presents). A més, ha d'assenyalar-se que el principal mecanisme de refredament del cos, juntament amb l'augment del flux sanguini cap a la pell, és la sudoració. Sent precisos, el refredament es produeix fonamentalment en evaporar-se la suor de la pell i passar aquesta a l'ambient. Per aquesta raó, una de les principals qüestions a tindre en compte en l'avaluació del risc d'estrés tèrmic és la transpirabilitat de la roba que utilitza el personal, que condiciona en gran manera el mètode d'avaluació a emprar.

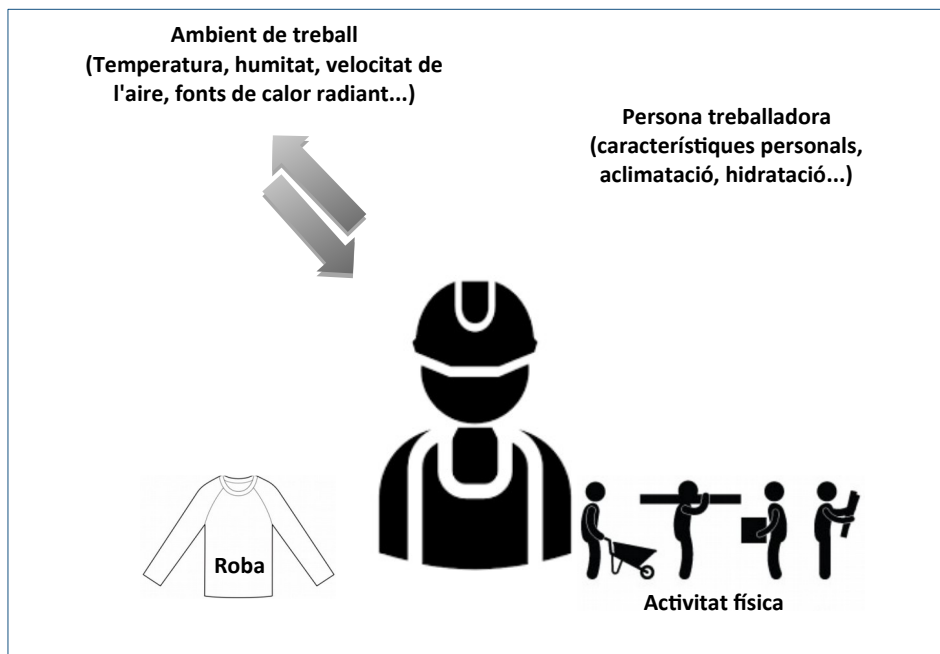


Figura 1: Esquema sobre els principals factors considerats en l'estrés tèrmic

D'altra banda, la sobrecàrrega tèrmica és la resposta fisiològica del cos humà a l'estrés tèrmic. Per tant, depèn de factors propis de cada persona que fins i tot poden variar en el temps, per la qual cosa aquests factors o característiques personals són els que determinen en últim terme la capacitat fisiològica de resposta a la calor. Entre els factors personals que major influència tenen en la tolerància individual a l'estrés tèrmic es troben l'edat, l'obesitat, la hidratació, el consum de medicaments o begudes alcohòliques, el gènere i l'aclimatació. Si bé aquests factors són intrínsecs a la persona, també es pot i s'ha d'actuar sobre ells des del punt de vista preventiu. Fonamentalment, s'ha d'assegurar una adequada vigilància de la salut, hidratació i aclimatació.

Entre els principals efectes sobre la salut de l'exposició a la calor es troben (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2011):

- **Síncope.** La pèrdua de consciència o desmai són signes d'alarma de sobrecàrrega tèrmica. Normalment es produeix en persones no aclimatades al principi de l'exposició a la calor.
- **Esgotament per calor.** Es produeix principalment quan existeix una gran deshidratació. Els símptomes inclouen la pèrdua de capacitat de treball, disminució de les habilitats psicomotors, nàusees, fatiga, etc. Si no és una situació molt greu, amb la rehidratació i el repòs es produeix la recuperació de la persona.
- **Colp de calor.** Es desenvolupa quan s'ha superat la termorregulació i el cos ha utilitzat la majoria de les seues defenses per a combatre la hipertèrmia (augment de la temperatura interna per damunt de l'habitual). Es caracteritza per un increment elevat de la temperatura interna per damunt de 40,5 °C i la pell calenta i seca pel fet que no es produeix sudoració. En aquest cas, és necessària l'assistència mèdica i hospitalització pel fet que les conseqüències poden mantindre's durant alguns dies. A vegades pot provocar la defunció de la persona.

Finalment, cal assenyalar que una reducció dels nivells d'exposició a l'estrés tèrmic reduirà la

probabilitat de patir danys derivats de la calor, sinó que també augmentarà la seua productivitat i millorarà la qualitat del seu treball (Heat-shield Project, 2019).

3. AVALUACIÓ DEL RISC D'ESTRÉS TÈRMIC

L'estratègia d'avaluació que es presenta a continuació segueix les pautes recomanades per l'Institut Nacional de Seguretat i Salut en el Treball (d'ara en avant INSST) tant en [la Nota Tècnica de Prevenció núm. 922](#) (INSHT, 2011), com en l'apèndix 4 de la [Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo : Real Decreto 486/1997](#) (INSHT, 2015). S'ha optat per presentar la informació de la forma més concisa possible, tenint en compte que per a cadascuna de les metodologies d'avaluació presentades, es disposa de calculadors en [la pàgina web de l'INSST](#) (2020).

3.1. Identificació del perill

La primera qüestió que ha de contemplar-se és la identificació del perill. Com ja es va exposar en la introducció, cal destacar que al voltant de la meitat de les empreses analitzades en els estudis esmentats no havien avaluat el risc d'estrés tèrmic.

En el cas de treballs en interior de locals, s'atendrà el que es disposa en l'apèndix 4 de la Guia tècnica del Reial decret 486/1997, és a dir, **ha d'avaluar-se el risc d'estrés tèrmic en locals tancats sempre que la temperatura o la humitat excedisquen els valors donats en l'apartat 3 de l'annex III del Reial decret 486/1997, o també quan el treball siga del tipus mitjà o pesat (és a dir, quan l'activitat metabòlica supere 131 W/m²) encara que no es depassen els límits citats**. Convé recordar que les obligacions de temperatura i humitat imposades per l'apartat 3 de l'annex III del [Reial decret 486/1997](#) són:

- a) La temperatura dels locals on es facen treballs lleugers estarà compresa entre 14 i 25 °C.
- b) La humitat relativa estarà compresa entre el 30 i el 70 per 100, excepte en els locals on existisquen riscos per electricitat estàtica en els quals el límit inferior serà el 50 per 100.

En el cas de treballs a l'aire lliure, atesa la taula (figura 2) inclosa en el [Protocol per al treball en èpoques d'altres temperatures](#) de l'INVASSAT (2012), pot comprovar-se que la Comunitat Valenciana presenta a l'estiu condicions habitualment compreses en el rang d'alerta extrema i perill; que es pot arribar puntualment a situacions de perill extrem (en onades de calor). Per tant, tenint en compte la climatologia de la Comunitat Valenciana, pot deduir-se que qualsevol activitat laboral realitzada en èpoques d'altres temperatures, durant el dia i a l'aire lliure, implicarà una avaluació específica del risc d'estrés tèrmic. La taula mostrada pot emprar-se per a realitzar una primera estimació, però no pot substituir una avaluació específica del risc mitjançant alguna de les metodologies internacionalment reconegudes.

TABLA DE INDICE DE CALOR (HEAT INDEX CHART)																						
(°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)																					
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
TEMPERATURA	57	43	49	56	64	72	81	91	101	112	124	136	149	163	177	192	208	224	241	258	277	296
	56	43	49	55	62	70	78	87	97	107	118	130	142	155	169	183	198	213	229	246	264	282
	55	43	48	54	60	68	75	84	93	103	113	124	135	148	161	174	188	203	218	234	251	268
	54	42	47	53	59	65	72	80	89	98	108	118	129	140	153	165	179	193	208	223	239	255
	53	42	46	51	57	63	70	77	85	93	103	112	123	134	145	157	170	183	197	212	227	242
	52	42	46	50	55	61	67	74	81	89	98	107	117	127	138	149	161	174	187	201	215	230
	51	41	45	49	54	59	64	71	78	85	93	101	111	120	131	141	153	165	177	190	204	218
	50	41	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	105	114	124	134	144	156	167	180	193	206
	49	41	43	47	50	55	59	65	71	77	84	91	99	108	117	126	137	147	158	170	182	195
	48	40	43	45	49	53	57	62	67	73	80	87	94	102	110	119	129	139	149	160	172	184
	47	40	42	44	47	51	55	59	64	70	76	82	89	96	104	113	121	131	141	151	162	173
	46	39	41	43	46	49	53	57	61	66	72	78	84	91	98	106	114	123	132	142	152	163
	45	39	40	42	44	47	50	54	58	63	68	73	79	86	92	100	107	116	124	133	143	153
	44	38	39	41	43	46	48	52	55	60	64	69	75	81	87	94	101	108	116	125	134	143
	43	38	39	40	42	44	46	49	53	57	61	65	70	76	82	88	94	101	109	117	125	134
	42	37	38	39	40	42	45	47	50	54	57	62	66	71	77	82	88	95	102	109	117	125
	41	37	37	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	77	83	89	95	102	109	116
	40	36	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	101	108
	39	35	36	36	37	38	39	41	43	46	49	52	55	59	63	67	72	77	82	88	94	100
	38	35	35	35	36	37	38	39	41	43	46	49	52	55	59	63	67	71	76	81	87	92
37	34	34	34	35	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	75	80	85	
36	33	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	54	58	61	65	69	74	78	
35	33	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68	72	
34	32	32	31	32	32	33	33	34	35	37	38	40	42	44	47	49	52	55	58	62	66	
33	31	31	31	31	31	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	46	48	51	54	57	60	
32	30	30	30	30	30	30	31	31	32	33	34	36	37	39	40	42	44	47	49	51	54	
31	29	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	49	
30	28	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44	
29	28	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	
28	27	27	27	27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36	
27	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	
26	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	
25	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	
24	23	23	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	23	
23	22	22	23	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	23	22	21	20	
22	21	22	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	22	21	20	19	18	
21	20	21	22	23	23	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	22	22	20	19	18	16	
20	19	20	21	22	23	24	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	21	20	18	17	15	

Categoría	Índice calor (°C)	Posibles problemas fisiológicos en caso de exposición prolongada al calor y/o con actividad física
Peligro extremo	≥ 54	Golpe de calor o insolación probable
Peligro	41 - 54	Insolación, calambres musculares y/o probable agotamiento por calor. Posible golpe de calor por exposición prolongada y/o actividad física
Alerta extrema	32 - 41	Insolación, calambres musculares, y/o posible agotamiento por calor con exposición prolongada y/o actividad física
Alerta	27 - 32	Posible fatiga por exposición prolongada y/o actividad física

Figura 2: Taula d'estimació del nivell de risc en treballs a l'aire lliure

3.2. Anàlisi de la roba de treball emprada

La segona qüestió d'importància en l'avaluació del risc d'estrés tèrmic, és l'anàlisi de la roba utilitzada per la persona treballadora. D'acord amb l'exposat en l'apartat segon, el principal mecanisme fisiològic emprat pel cos per a eliminar la calor és la sudoració. En concret, el refredament produït en evaporar-se la suor que cobreix la pell i que passa al medi ambient en estat vapor. Per tant, qualsevol peça que pugui limitar la transpirabilitat ha de ser tinguda en compte, a pesar que les condicions ambientals no es consideren perilloses (INSHT, 2011). A títol orientatiu, entre les activitats en les quals es fa un ús habitual de roba impermeable, es troba la retirada d'elements de fibrociment, l'aplicació de pesticides, treballs amb productes químics corrosius o treballs en foses. A més, hem de tindre en compte l'ús d'altres peces que, encara que no siguin impermeables, poden afectar la capacitat de transpiració del cos com, per exemple, l'ús de diverses capes superposades de roba. En el cas de considerar que les peces de roba limiten de manera

considerable la transpiració, s'haurà de realitzar un control fisiològic de les persones exposades (vegeu apartat 3.5). En la resta de situacions, és a dir, quan la roba no supose una limitació a la transpiració, caldrà estimar l'aïllament tèrmic que proporciona la roba. Per a això, pot fer-se ús del [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST a partir de la informació continguda en la norma europea [EN ISO 9920:2009](#) *Ergonomia de l'ambient tèrmic. Estimació de l'aïllament tèrmic i la resistència a l'evaporació d'un conjunt de roba*. (Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR], 2010)

3.3. Índex WBGT

En aquells casos en els quals es facen treballs a l'aire lliure o a l'interior d'instal·lacions on no es complisquen els valors indicats en l'apartat 3 de l'annex [III del Reial decret 486/97](#), es realitzarà una primera estimació del risc d'estrés tèrmic mitjançant l'índex WBGT. Aquest mètode s'utilitza, per la seua senzillesa, per a realitzar una primera discriminació si és o no admissible una situació de risc d'estrés tèrmic.

En aquest punt, ha de prestar-se especial atenció a avaluar tots i cadascun dels llocs de treball de l'empresa, atenent les condicions ambientals dels diferents llocs, i també a les característiques pròpies del lloc de treball (activitat realitzada, roba utilitzada, nivell d'aclimatació del personal, etc.). Estudis sobre aquest tema refereixen que fins a un 75% de les avaluacions analitzades no havien contemplat tots els llocs susceptibles de presentar risc d'estrés tèrmic per calor (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia, 2012).

El mètode presenta algunes limitacions, per la qual cosa no ha d'emprar-se quan es done alguna de les següents circumstàncies:

- En el cas de persones treballadores especialment sensibles o quan existisquen dificultats per a una correcta hidratació.
- En exposicions de molt curta duració (inferiors a 1 hora).
- Quan es faça ús de roba no permeable al vapor o amb un aïllament tèrmic superior a 0,6 clo.

El mètode requereix calcular l'índex WBGT a partir de les condicions termohigromètriques i la seua comparació amb un valor límit que dependrà de l'aclimatació de la persona treballadora (vegeu l'apartat 4.2.5), la velocitat de l'aire a la qual està exposada i el consum metabòlic de l'activitat física realitzada. Aquest últim paràmetre pot obtindre's mitjançant el [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST (s.f. b) o consultant la norma internacional de referència ([ISO 8996:2005](#) [AENOR, 2005] per a determinar la taxa metabòlica). En el cas de les condicions termohigromètriques, es requerirà l'ús un termohigròmetre amb capacitat per a mesurar temperatura de globus, temperatura humida natural i temperatura de bulb sec. Els mesuraments han de realitzar-se en les condicions més desfavorables previsible, i per això cal parar atenció no sols a les condicions ambientals exteriors, sinó també a l'ús d'equips generadors de calor (forns, matèries primeres a elevades temperatures, processos que generen vapor, etc.). Abans de mesurar s'ha de comprovar que les condicions són homogènies espacialment (és a dir, que no existeixen variacions superiors al 5% entre peus i cap). En

cas afirmatiu, el mesurament es realitzarà a l'altura de l'abdomen on estaria situada la persona en la seua activitat habitual, evitant l'apantallament de l'equip. El mesurament ha de comprendre com a mínim una hora tenint en compte que l'activitat metabòlica de l'activitat realitzada es manté constant durant aquest temps.

Una vegada obtinguts els paràmetres indicats (temperatura humida natural, temperatura de globus, temperatura de l'aire, consum metabòlic, etc.) és possible discriminar l'existència d'una situació admissible de risc d'estrés tèrmic mitjançant el [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST (s.f. c) o la norma internacional de referència ([UNE-EN ISO 7243:2017](#)) (Asociación Española de Normalización [UNE], 2017). Convé assenyalar que, si bé el calculador està referit a una norma no vigent (UNE-EN 27243), els valors límit no han sigut substancialment modificats, per la qual cosa pot considerar-se que els resultats obtinguts continuen sent vàlids. No obstant això, no es considera adequat emprar el calculador indicat per a obtenir règims de descans en funció del temps de treball, ja que l'última edició de la norma no ho inclou. En cas de confirmar l'existència de risc d'estrés tèrmic, així com per a determinar possibles règims de descans, s'ha de realitzar una anàlisi més detallada mitjançant l'índex de sobrecàrrega tèrmica.

3.4. Sobrecàrrega tèrmica estimada

En el cas que es requerisca realitzar una avaluació específica del risc per estrés tèrmic, bé perquè se superen els valors de referència de l'índex WBGT, bé perquè s'han produït incidents en persones que indiquen una probable exposició a estrés tèrmic, s'haurà d'emprar el mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada. L'objectiu de l'apartat és presentar de la forma més concisa possible com aplicar el mètode fent ús del [calculador](#) disponible en la web de l'INSST (s.f. e). En el cas de voler ampliar informació es recomana consultar la norma [UNE-EN ISO 7933:2005](#) (AENOR, 2005a) per a la determinació analítica i interpretació de l'estrés tèrmic mitjançant el càlcul de sobrecàrrega tèrmica estimada.

La principal limitació del mètode es troba en l'ús de roba no permeable al vapor o aire, i en aquest cas s'haurà de realitzar un monitoratge fisiològic de la persona treballadora (veure apartat 3.5). El mètode tampoc té en compte factors individuals de la persona que podrien influir en els mecanismes fisiològics de resposta a la calor i que redueixen la tolerància individual a l'estrés tèrmic. Per tant, en el cas de personal especialment sensible s'atendrà el que es disposa pel personal competent en matèria de vigilància de la salut.

La metodologia de l'índex de sobrecàrrega tèrmica estimada es basa fonamentalment en el càlcul de dos paràmetres: l'increment excessiu de la temperatura rectal i la pèrdua màxima d'aigua corporal mitjançant la sudoració. La norma estableix uns valors màxims per a tots dos paràmetres. El mètode considera que, si no se sobrepassen els valors indicats, el 95% de la població laboral no patirà danys derivats d'aquesta exposició. El mètode simula com evoluciona la temperatura de la persona treballadora en funció del temps; motiu pel qual ha de dividir-se la jornada completa en intervals representatius de les condicions ambientals i l'activitat realitzada. Per a cadascun d'aquests períodes, el mètode requereix determinar els següents paràmetres:

■ Característiques individuals

- Es requereix introduir els paràmetres de massa i altura de la població treballadora.
- Es requereix indicar si la persona treballadora està o no aclimatada a l'activitat i a les condicions ambientals. En aquest sentit, ha de ressaltar-se que la persona treballadora ha d'aclimatar-se tant a les condicions ambientals com a la intensitat de l'activitat física a realitzar i la roba utilitzada. A més, després d'una absència prolongada, també correspondrà un període d'aclimatació.

■ Capacitat d'hidratació

S'ha d'indicar si la tasca permet que la persona treballadora pugui beure lliurement (a títol orientatiu, es pot establir que la persona pot beure lliurement si l'activitat li permet beure un got d'aigua cada 20-30 minuts).

■ Taxa metabòlica de la tasca realitzada

Per a cadascun dels períodes en els quals es divideix la jornada, ha d'obtenir-se la taxa metabòlica associada a la tasca realitzada. Per a això, pot emprar-se el [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST (s.f. b) o fer ús de la norma internacional de referència ([ISO 8996:2005](#) per a determinar la taxa metabòlica) (AENOR, 2005b).

■ Mesurament de les variables ambientals

Per a cadascun dels períodes en els quals s'ha dividit la jornada, s'ha de mesurar la temperatura i velocitat de l'aire que incideix sobre la persona treballadora, temperatura de bulb humit o humitat relativa i temperatura de globus o temperatura radiant mitjana. L'equip emprat per al mesurament (normalment un mesurador d'estrès tèrmic) se situarà a l'altura de l'abdomen i en un lloc representatiu de l'exposició, però evitant que siga apantallat per la mateixa persona. Els mesuraments han de realitzar-se en les diferents ubicacions físiques freqüentades durant l'activitat habitual i esperar el temps suficient, tenint en compte la inèrcia tèrmica de l'equip. Haurà d'incloure's tota la jornada, incloent-hi el descans (és a dir, també hauran de realitzar-se mesuraments en el lloc de descans).

■ Potència mecànica efectiva

Representa la fracció de potència exercida per la persona treballadora que s'aprofita com a treball útil durant l'activitat realitzada. Pot considerar-se menyspreable en la pràctica totalitat de les situacions.

■ Postura predominant de la persona durant el període analitzat

Dempeus, asseguda o acatxada.

■ Moviment, velocitat i angle

És a dir, si camina o no durant la tasca, la velocitat amb la qual ho fa i l'angle format entre la direcció del vent predominant i la direcció del moviment.

■ Aïllament tèrmic de la roba emprada per la persona treballadora

El valor pot obtenir-se de manera senzilla mitjançant el [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST (s.f. a) o consultant la norma internacional de referència ([UNE-EN ISO 9920:2009](#) per a

l'estimació de l'aïllament tèrmic i la resistència a l'evaporació d'un conjunt de roba).

- **Fracció de la part del cos coberta amb peces reflectores**

Relació entre la part del cos coberta amb peces reflectores (cames, abdomen, etc.) i la superfície total del cos. El calculador de l'INSST permet obtenir el valor concret en funció de les parts cobertes.

- **Emissivitat de la peça reflectora**

El calculador de l'INSST ofereix valors per a diferents materials. Si no s'utilitzen peces reflectores, s'introduirà per defecte el valor de 0,97.

Una vegada introduïts els paràmetres indicats per als diferents períodes en els quals s'ha dividit la totalitat de la jornada, el calculador ens permetrà determinar si se superen o no els límits de referència (és a dir, temperatura rectal i sudoració màxima) i en quin moment succeeix. D'aquesta forma, el mètode permet no sols determinar si existeix risc d'exposició, sinó a partir de quin moment es presenta i quins són els períodes d'activitat que major influència tenen en l'estrés tèrmic al qual està exposada la persona treballadora.

Finalment, és important destacar que el mètode permet, no sols avaluar el risc d'estrés tèrmic, sinó també simular diferents circumstàncies que podrien influir-hi. Per tant, permet valorar l'efectivitat de possibles mesures preventives fins i tot abans d'implementar-les. Per exemple, l'augment dels corrents d'aire sobre la persona, la reducció de la humitat ambiental, els canvis en l'organització temporal dels treballs, etc.

3.5. Monitoratge fisiològic de la sobrecàrrega tèrmica

En aquelles situacions en les quals la roba utilitzada redueix significativament la pèrdua de calor, és a dir, quan la roba és no permeable al vapor o s'utilitzen diverses capes de roba superposades, hauran de monitorar-se els signes i símptomes del personal exposat. El monitoratge haurà de realitzar-se per personal sanitari competent. Alguns dels paràmetres que determinen que ha d'interrompre's l'activitat són (INSST, 2011):

- Per a persones amb un sistema cardíac normal, s'ha d'interrompre durant diversos minuts l'exposició quan el pols cardíac supera 180 pulsacions per minut, restada l'edat en anys de la persona ($180 - \text{edat}$).
- Si la temperatura corporal interna supera els 38 °C en el cas de personal no aclimatat.
- Si després d'un gran esforç, quan el pols de recuperació (un minut després de l'esforç màxim) és major de 110 pulsacions per minut.
- Si existeixen símptomes com a forta fatiga sobtada, nàusees, vertigen o marejos.
- Si una persona exposada a la calor apareix desorientada o confusa, o pateix una irritabilitat

inexplicable, malestar general o símptomes gripals, se li hauria de retirar a una zona refrigerada amb circulació ràpida d'aire i romandre en observació per personal qualificat.

- Si la sudoració s'interromp i la pell es torna calenta i seca, se li ha de proporcionar atenció mèdica immediata, seguida de l'hospitalització.

4. MESURES PREVENTIVES

En aquest apartat es presenten possibles mesures preventives a adoptar, d'acord amb la pràctica habitual de les empreses i les recomanacions dels últims estudis a nivell europeu (Heat-shield Project, 2019). Conforme al que es disposa per l'article [15 de la Llei de prevenció de riscos laborals](#), hauran de prioritzar-se aquelles mesures que tendeixen a evitar o combatre els riscos en l'origen.

4.1. Mesures tècniques

4.1.1. Encaminades a reduir o evitar els riscos en l'origen

Tal com estableixen els principis de l'activitat preventiva, les mesures encaminades a reduir els riscos en l'origen han de ser les primeres mesures a adoptar. El seu objectiu ha de ser evitar o reduir significativament el risc d'estrés tèrmic. Han de plantejar-se des del mateix disseny del lloc de treball amb la finalitat de millorar la seua eficàcia. En funció de l'element generador de la calor, les mesures poden anar des de l'ús d'una menor temperatura de funcionament o millora de l'aïllament dels equips generadors de calor (forns, calderes, etc.), fins a una disposició que reduísca la incidència de calor sobre els llocs (per exemple, allunyant les fonts de calor, disposant carpes o similars en zones exposades a la radiació solar, etc). També s'ha de plantejar l'aïllament adequat de les edificacions (per exemple, aïllant els sostres metàl·lics de naus industrials), així com el sobredimensionament dels sistemes de climatització, tenint en compte la incidència de les onades de calor, cada vegada més freqüents, en el context de canvi climàtic actual.

4.1.2. Augment de la velocitat de l'aire

Un augment de la velocitat de l'aire circumdant mitjançant l'ús de ventiladors suposa millorar l'intercanvi de calor de l'individu amb l'ambient. Per tant, per a temperatures inferiors a 34 °C es considera sempre beneficiós. No obstant això, per a temperatures de l'ambient superiors a 34 °C podria provocar l'augment de la temperatura de la persona treballadora i ha d'analitzar-se amb atenció. En aquests casos, es pot optar per realitzar una anàlisi teòrica mitjançant l'índex de sobrecàrrega tèrmica o realitzar mesuraments *in situ*. De cap manera es consideraria adequat l'ús de ventiladors per a temperatures ambientals per damunt de 43 °C, pel fet que provocaria un augment de la temperatura corporal.

4.1.3. Adequació de les zones de descans

Han de disposar-se zones de descans pròximes als llocs de major exposició. Les zones de descans estaran protegides de les fonts de calor (forns, calderes, radiació solar en el cas de treballs a l'aire lliure, etc.) i refrigerades en la mesura que siga possible. En el cas de treballs a l'aire lliure, on és complexa l'adopció de mesures tècniques, les zones de descans haurien de disposar com a mínim d'ombra (per exemple, mitjançant la instal·lació de carpes transportables de grandària adequada), aigua fresca per a beure i refrescar-se, i ventilació suficient.

4.1.4. Elecció adequada de la roba de treball

Com ja es va destacar en apartats anteriors, l'anàlisi i elecció de la roba és fonamental. Cal tindre en compte de manera particular l'ús de peces impermeables. En el cas d'exposicions a fonts importants de calor radiant (metall fos, flames directes, etc.) hauran d'emprar-se equips de protecció individual específics. És a dir, peces amb marcatge CE conforme a la norma [UNE-EN ISO 11612](#) (UNE, 2018) roba de protecció contra la calor i la flama. En la resta d'exposicions, s'analitzarà la roba de treball emprada de manera que presente el menor aïllament i la major transpirabilitat possibles, tenint en compte altres riscos presents en el lloc de treball (corts, manipulació de productes químics, etc.). En el cas de treballs a l'interior de locals, es recomana l'ús de mànega curta sempre que els riscos associats al lloc ho permeten. En cas de ser necessari l'ús de roba de protecció, que habitualment presenta major aïllament tèrmic, s'hauria d'optar per roba amb ventilació incorporada en les zones crítiques del cos (axil·les i colzes, darrere dels genolls i en engonals). En el cas de treballs a l'aire lliure, és recomanable l'ús de roba transpirable folgada, de colors clars i que protegisca enfront dels raigs UV. Així mateix, es recomana l'ús de barrets d'ala ampla.

4.2. Mesures organitzatives

4.2.1. Modificació d'horaris

En aquelles exposicions que es vegen molt influenciades per les condicions externes (en particular, els treballs a l'aire lliure) ha de plantejar-se la modificació d'horaris de manera que s'evite fer les tasques de major esforç en les hores més desfavorables.

4.2.2. Freqüència i duració dels descansos

La freqüència i duració dels descansos és fonamental per a assegurar que la persona treballadora pugua recuperar la temperatura, així com facilitar la hidratació. En aquells casos de major exposició (per exemple, en agricultura a l'aire lliure o en hivernacles), es recomana programar descansos curts però freqüents (d'1 – 2 min cada 30 min) en zones ombrejades i amb accés a aigua fresca (Heat-shield

Project, 2019).

4.2.3. Formació

Un pla formatiu adequat hauria de contemplar els conceptes d'estrés tèrmic, sobrecàrrega tèrmica i efectes de la calor sobre el cos humà. S'ha de fomentar l'observació interpersonal per a detectar amb celeritat els primers símptomes (taquicàrdia, cefalea, respiració ràpida, etc.) i explicar com practicar els primers auxilis. A més, la formació hauria d'incloure instruccions precises sobre les pautes a seguir per a previndre el risc (freqüència i duració dels descansos, pautes d'hidratació, treballs de major intensitat i quan han de realitzar-se, actuacions especials en cas d'onada de calor, etc.).

4.2.4. Informació

A més d'informació general sobre mesures a adoptar per a previndre el risc d'estrés tèrmic, contemplades en el pla formatiu, s'haurà d'informar periòdicament de les onades de calor i instruccions específiques a seguir. Les instruccions han d'incloure quines tasques i horaris han de ser modificats, així com qualsevol altra mesura específica. També és indispensable analitzar els possibles incidents que es comuniquen (enrampades, desmaís, nàusees, etc.), per a valorar la freqüència d'aquests, els llocs més afectats i fins i tot l'existència de treballadors especialment sensibles.

4.2.5. Aclimatació del cos

L'aclimatació és un procés gradual que pot durar de 7 a 14 dies en què el cos es va adaptant a una determinada activitat física en condicions de calor. És a més específica de la roba utilitzada, per la qual cosa no es garanteix la resposta quan canvien aquestes condicions. És un dels factors organitzatius que tenen major influència sobre la salut (Heat-shield Project, 2019). No obstant això, és un factor sovint menysvalorat o no tingut en compte en les avaluacions específiques del risc d'estrés tèrmic. Les empreses han de contemplar un pla d'aclimatació del personal que considere tant les noves contractacions com reincorporacions després d'absències prolongades (és a dir, superiors a una o dues setmanes).

Els estudis actuals recomanen les següents pautes per a una aclimatació adequada (INSHT, 2011):

- El primer dia de treball, l'exposició a la calor s'hauria de reduir a la meitat de la jornada.
- Posteriorment, s'hauria d'augmentar la jornada laboral un 10% fins a arribar a completar la jornada completa.

4.2.6. Hidratació

Una pauta adequada d'hidratació contempla beure regularment, és a dir, un got d'aigua cada 20-30 minuts. A més, es recomana beure 500-750 ml (dos gots d'aigua) abans de l'inici dels treballs, durant el descans i en finalitzar la jornada. En el cas d'exposicions prolongades en el temps es recomana reposar electròlits (és a dir, beure begudes isotòniques). Aquests nivells d'hidratació impliquen la necessitat d'orinar cada dues o tres hores i pot ser una bona mesura d'autocontrol personal. En activitats on és difícil l'accés a aigua (en particular, treballs a l'aire lliure en agricultura, determinades obres de construcció, etc.) hauria de dotar-se el personal de sistemes portàtils, per exemple, bosses d'hidratació, botelles isoterms o similars i assegurar la seua reposició.

4.2.7. Vigilància de la salut

Els protocols de vigilància de la salut han de tindre en compte el risc d'estrés tèrmic, així com possibles factors individuals que puguen afectar la resposta individual a la calor. En particular, la documentació tècnica (INSHT, 2011) consultada refereix com a principals factors individuals a tindre en compte el gènere, l'edat, l'obesitat, la ingesta de begudes alcohòliques i l'ús de determinats medicaments. En relació als medicaments, hauria de parar-se atenció a l'ús de medicaments anticolinèrgics perquè afecten els mecanismes de sudoració, determinats sedants que poden afectar la sensació de set, així com a qualsevol altre fàrmac que pugui afectar els mecanismes de termoregulació.

REFERÈNCIES TÈCNIQUES I NORMATIVES

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (2019). *Resumen climático en la Comunidad Valenciana : verano climático* 2019 [en línia]. València: AEMET, 2019. 7 p. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3hievv3>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (2017). *Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo) (ISO 7243:2017) (Ratificada per l'Associació Espanyola de Normalització en novembre de 2017.)* [en línia]. UNE-EN ISO 7243:2017. Madrid: UNE, 2017. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2WApect>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (2017). *Ropa de protección. Ropa de protección contra el calor y la llama. Requisitos mínimos de rendimiento. (ISO 11612:2015)* [en línia]. UNE-EN ISO 11612:2018. Madrid: UNE, 2018. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3jrcHsk>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005a). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2004)* [en línia]. UNE-EN ISO 7933:2005. Madrid: AENOR, 2005. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2WH6OH8>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005b). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004)* [en línia]. UNE-EN ISO 8996:2005. Madrid: AENOR,

2005. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3jivKhs>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2010). *Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa. (ISO 9920:2007, versión corregida 2008-11-01) (Ratificada per AENOR en juny de 2010.)* [en línia]. UNE-EN ISO 9920:2009. Madrid: AENOR, 2010. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3fMgxno>
- ESPANYA. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* [en línia], 10.11.1995, núm. 269. [Consulta: 21.07.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- ESPANYA. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. *Boletín Oficial del Estado* [en línia], 23.04.1997, núm. 97. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486/con>
- HEAT-SHIELD PROJECT (2019). *Report on accumulated evidence and final guidelines to mitigate heat stress of workers from the addressed key industries : agriculture, construction, manufacturing, transport and tourism* [en línia]. s.l.: Heat-Shield. 67 p. [Consulta: 17.07.2020]. (Technical Report; D 4.1). Disponible en: <https://bit.ly/3ezukMI>
- INSTITUT VALENCIÀ DE SEGURETAT I SALUT EN EL TREBALL (INVASSAT) (2012). *Protocol per al treball en èpoques d'altres temperatures : aprovat pel Consell General de l'Invassat el 31 de juliol de 2012* [en línia]. Burjassot: INVASSAT, 2012. 16 p. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2WQsLDG>
- INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA (2012). *Estrés térmico por calor en diversos sectores de actividad* [en línia]. Murcia: Instituto de Seguridad y Salud Laboral, 2012. 13 p. [Consulta: 20.07.2020]. (Notes tècniques de prevenció; 922). Disponible en: <https://bit.ly/32Bgtmd>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (Espanya) (2011). *Estrés térmico y sobrecarga térmica : evaluación de los riesgos (I)* [en línia]. Madrid: INSHT, 2011. 6 p. [Consulta: 17.07.2020]. (Notes tècniques de prevenció; 922). Disponible en: <https://bit.ly/2OFTHRZ>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (Espanya) (2015). *Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo* [en línia]. Madrid: INSHT, 2015. 88 p. [Consulta: 20.07.2020]. ISBN: 978-84-7425-820-2. Disponible en: <https://bit.ly/2ZJUHeC>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Espanya) (s.f. a). *Cálculo de la resistencia térmica del vestido*. En: *Herramientas para la PRL* [en línia]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/39cn5sw>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Espanya) (s.f. b). *Determinación del metabolismo energético*. En: *Herramientas para la PRL* [en línia]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2ZLmBGB>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Espanya) (s.f. c). *Estrés térmico : índice WBGT*. En: *Herramientas para la PRL* [en línia]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2CVNSwY>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Espanya) (s.f. d). *Herramientas para la PRL* [en línia]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://herramientaspri.insst.es>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Espanya) (s.f. e). Sobrecarga térmica estimada. En: *Herramientas para la PRL* [en línia]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2DYL4QI>

ANNEX: CAS PRÀCTIC

A continuació s'exposa un cas pràctic amb finalitats didàctiques per a facilitar la comprensió de la metodologia descrita en l'anotació tècnica.

En una fàbrica d'elaboració de caramels i llepolies es procedeix a realitzar un mesurament d'estrés tèrmic en la secció de preparació de caramel líquid. Convé recordar que l'avaluació d'estrés tèrmic ha d'abastar tots els llocs de l'empresa; si bé, amb la finalitat de simplificar l'exemple, únicament es considerarà el lloc de preparació de caramel líquid. Es tracta d'un procés semicontinu en el qual es prepara el caramel en tandes. El procés requereix la vigilància contínua de la persona treballadora i implica intervencions freqüents. El torn de treball comprén des de les 8.00 fins a les 16.00 hores amb 30 minuts de descans entre les 11.00 i les 11.30 hores. El personal disposa d'aigua fresca accessible i la tasca assignada li permet beure sovint (cada 20 minuts aproximadament). Disposen, a més, d'un menjador amb aire condicionat en el qual descansen durant l'esmorzar (entre les 11.00 i les 11.30 hores).

Anàlisi de la roba utilitzada

En primer lloc, s'analitza la roba emprada pel personal. Tots ells fan ús de roba de cotó de mànega llarga i pantalons llargs. L'ús de mànega llarga, tant per a pantalons com per a samarreta, és obligatori per qüestions de qualitat alimentària i protecció enfront de possibles cremades. No es fa ús de cap mena d'element impermeable que pugui limitar la transpiració. Fent ús del [calculador](#) dissenyat a aquest efecte per l'INSST s'obté un valor d'aïllament de la roba de 0,6 clo.

Estratègia de mesurament

En segon lloc, es dissenya l'estratègia de mesurament. Es programa el mesurament per a la primera onada de calor alertada per les autoritats sanitàries a principis del mes de juliol. Es comprova que la persona roman durant pràcticament tota la jornada en una zona concreta, i es comprova mitjançant diferents mesuraments que no existeixen variacions significatives de temperatura (superiors al 5%) en aqueixa àrea. Així mateix, es realitzen comprovacions per a garantir que les temperatures en peus i cap no difereixen significativament. El lloc no disposa de sistemes de ventilació mecànica i es comprova que els corrents d'aire presents per ventilació natural són menyspreables. Finalment, se situa l'equip de mesurament en l'àrea de treball i s'evita que es veja apantallat per la mateixa persona treballadora. Es realitza el mesurament de temperatura durant tota la jornada, des de les 8.00 fins a les 16.00 hores, i es determina com a prou representativa la presa de dades en intervals d'una hora.

En relació al consum metabòlic de la tasca, es pot considerar que el treball es realitza dempeus i que requereix l'ús freqüent de tots dos braços amb un esforç lleuger. El consum metabòlic de les activitats de la primera i última hora difereix lleugerament, ja que es fan tasques de preparació i neteja, respectivament. El consum metabòlic de l'activitat s'ha obtingut a partir del [calculador](#)

disponible en la pàgina web de l'INSST. Convé recordar que, en cas de dubte, sempre s'ha d'optar per avaluar la situació més desfavorable, és a dir, el valor més alt de consum metabòlic probable.

Els resultats dels mesuraments presos i el consum metabòlic associat es presenten en la taula:

Hora de mesurament	Duració activitat (hores)	Temperatura de l'aire (°C)	Temperatura humida natural (°C)	Temperatura globus (°C)	Consum metabòlic (W/m²)
8.30	1	26	20,3	26,1	115
9.30	1	27,5	22,7	29,1	135
10.30	1	29,5	24,2	30,4	135
11.15 Descans menjador	0,5	24,1	20,5	24	70
12.00	1	31,2	24,9	32,2	135
13.00	1	32,1	26,5	33,4	135
14.00	1	33	27,7	33,9	135
15.00	1	33,5	28,3	34,5	135
15.45	0,5	33,9	29,1	34,7	175

Càlcul de l'índex WBGT

S'emprarà l'índex WBGT com a primera aproximació per a discriminar si és o no admissible l'exposició. En aquest cas, es compleixen tots els condicionants perquè es considere adequat el seu ús. És a dir, es fa ús de roba d'estiu (0,6 clo) i permeable al vapor, és possible una correcta hidratació i l'exposició és de llarga duració (de l'ordre d'hores). Fent ús del [calculador](#) de l'INSST s'obté l'índex WBGT per a cadascun dels valors mesurats. La taula presenta l'índex WBGT calculat, així com els valors límit per a personal aclimatat i no aclimatat, i es considera el consum metabòlic de l'activitat i en absència de corrents d'aire.

Hora de mesurament	Índex WBGT calculat	Límit WBGT personal aclimatat	Límit WBGT personal no aclimatat
8.30	22,0	30	29
9.30	24,6	28	26
10.30	26,1	28	26
11.15 Descans menjador	21,6	28	26
12.00	27,1	28	26
13.00	28,6	28	26
14.00	29,6	28	26
15.00	30,2	28	26
15.45	30,8	28	26

D'acord amb els valors obtinguts, és possible deduir l'existència de condicions no admissibles en les quals és probable que es produïsquen danys derivats de l'exposició a la calor. En concret, a partir de les 13.00 hores per a personal aclimatat i a partir de les 10.30 hores per a personal no aclimatat.

Correspon, per tant, realitzar una anàlisi més profunda mitjançant el mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada.

Càlcul de la sobrecàrrega tèrmica estimada

A continuació es presenten els resultats obtinguts en emprar el [calculador](#) de l'INSST per a la sobrecàrrega tèrmica estimada. Es presenten les dades d'entrada introduïdes i els resultats obtinguts en el calculador.

Dades d'entrada										
Datos del individuo										
Masa:	75,0 Kg									
Altura:	180 cm									
Hidratación:	Si									
Aclimatación:	Si									
Datos de partida por intervalos										
Intervalo:	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-11:30 (descanso)	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:00	
Duración:	60	60	60	30	60	60	60	60	30	min
Ambiente										
Temperatura del aire (t_a):	26,0	27,5	29,5	24,1	31,2	32,1	33,0	33,5	33,9	°C
Velocidad del aire (v_a):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	m/s
Temperatura bulbo húmedo (t_{bh}):	20,3	22,7	24,2	20,7	24,9	26,5	27,7	28,3	29,1	°C
Temperatura de globo (t_g):	26,1	29,1	30,4	24,0	32,2	33,4	33,9	34,5	34,7	°C
Actividad										
Tasa metabólica (M):	115	135	135	70	135	135	135	135	175	W/m ²
Potencia mecánica efectiva (W):	0	0	0	0	0	0	0	0	0	W/m ²
Postura:	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	
Movimiento:	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Velocidad con que se camina:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	m/s
Ángulo:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	°
Características de la ropa										
Aislamiento térmico de la ropa (I_{cl}):	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	clo
Fracción de la superficie del cuerpo cubierta con prendas reflectantes (A_p):	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	(adimensional)
Emisividad de la prenda reflectante (F_r):	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	(adimensional)

Resultats		
i	Temperatura rectal final:	39,4°C
	Tiempo transcurrido hasta superar 38 °C:	368 min
i	Pérdida total de agua:	4.829 g
	D _{max95} :	3750 g
i	Tiempo transcurrido hasta superar D _{max95} :	412 min
	D _{max50} :	5625 g
	Tiempo transcurrido hasta superar D _{max50} :	No supera D _{max50}

Dels resultats obtinguts, es desprén que el temps màxim d'exposició admissible és de 368 minuts des de l'inici de l'activitat, moment en el qual la temperatura rectal superaria 38 °C. Per tant, es confirma que l'exposició actual no és admissible, fins i tot per a personal aclimatat, i requereix la intervenció sobre el lloc per a evitar un accident com a conseqüència de la calor.

Proposta de mesures preventives

Entre les possibles intervencions a considerar en el nostre exemple, es comença analitzant la possibilitat d'adoptar mesures tècniques de reducció o eliminació del risc. Per exemple, s'ha d'estudiar la possibilitat d'automatitzar el procés, bé íntegrament o bé parcialment, de manera que la persona puga romandre més temps en zones no exposades a la calor o el consum metabòlic associat a l'activitat siga menor. Si això no fora possible, ha d'analitzar-se l'efecte d'augmentar la velocitat de l'aire que incideix sobre el lloc usant ventiladors. En aquest cas, podria ser útil realitzar una simulació prèvia mitjançant el mètode de la sobrecàrrega tèrmica estimada i valorar l'efectivitat de la mesura abans d'implantar-la. D'altra banda, entre les possibles mesures organitzatives a adoptar, es troben la modificació d'horaris (per exemple, avançant la jornada entorn d'una o dues hores) o l'augment de la freqüència dels descansos i la seua duració (per exemple, incrementant el personal encarregat de la preparació de caramel o introduint la rotació amb altres tasques de menor exposició a la calor o menor consum metabòlic).

Una vegada implementades les mesures necessàries, haurà de tornar a avaluar-se el risc per a garantir que la situació és admissible. Convé ressaltar que, encara que la situació es considere admissible una vegada reavaluada, continua existint un risc associat a l'estrés tèrmic i s'ha d'assegurar que s'adopten les mesures adequades de control. Per tant, la planificació de l'activitat preventiva haurà de garantir que es manté l'efectivitat de les mesures de control enfront del risc d'estrés tèrmic. En aquest cas, l'estudi hauria de contemplar el manteniment preventiu necessari per a garantir l'eficàcia de les mesures tècniques (per exemple, la revisió dels sistemes de ventilació o refrigeració, la disponibilitat d'aigua,

etc.), els sistemes de posada a la disposició del personal que garantisquen una adequada aclimatació, la formació i informació i la vigilància de la salut.



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball INVASSAT

www.invassat.es

secretaria.invassat@gva.es