



FORMACIÓN E
INFORMACIÓN

EJE 3

Riesgos emergentes en la organización del trabajo

Guía de prevención de riesgos laborales por exposición al calor



Comunidad
de Madrid

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, HACIENDA Y EMPLEO

Consejero de Economía, Hacienda y Empleo

Excmo. Sr. D. Javier Fernández-Lasquetty y Blanc

Viceconsejero de Empleo

Ilmo. Sr. D. Alfredo Timermans del Olmo

Directora General de Trabajo y Gerente del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Ilma. Sra. Dña. Silvia Marina Parra Rudilla

Elaboración

Dirección

Silvia Marina Parra Rudilla, Directora General de Trabajo y Gerente del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Autoría

Francisco Castillo Olmedo,
Unidad Técnica de Enfermedades Profesionales

Unidad Técnica de Branding, Comunicación y Relaciones Institucionales

Alberto Muñoz González
Germán Blázquez López
Rebeca Robles Gayo
Rosa Rebollo Codón
Carmen Zazo Martínez
Paula Panadero Moya

Edita

Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo
Ventura Rodríguez, 7. 28008 Madrid
Tel.: 900 713 123
irsst.publicaciones@madrid.org
www.comunidad.madrid

Maquetación:

Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid

© Comunidad de Madrid, 2023

1ª Edición: mayo 2023
Publicación en línea en formato PDF
Realizado en España – Made in Spain



ÍNDICE

Introducción	4
CAPÍTULO 1	9
Mecanismos de termorregulación	9
CAPÍTULO 2	13
Factores de riesgo asociados	13
CAPÍTULO 3	20
Daños en la salud derivados de la exposición a temperaturas altas	20
CAPÍTULO 4	26
Legislación aplicable	26
CAPÍTULO 5	31
Evaluación de la exposición	31
CAPÍTULO 6	35
Métodos de evaluación	35
a) Índice de sensación térmica por calor (Heat Index) de la AEMET	36
b) Método EVALTER-OBS (INSHT)	38
c) Método WBGT	44
d) Índice de Sobrecarga Estimada	48
e) Mediciones fisiológicas	52
CAPÍTULO 7	54
Medidas preventivas	54
ANEXOS	65
I. Términos y definiciones utilizados en la norma UNE EN ISO 7933	66
II. Planes de actuación	68
III. Planificación diaria para climas calurosos: lista de verificación diaria ²³	72
IV. Contenido recomendado de la acción formativa	74
V. Cómo responder ante situaciones de emergencia relacionadas al calor	76
VI. Ejemplo de folleto informativo	77
BIBLIOGRAFÍA	81

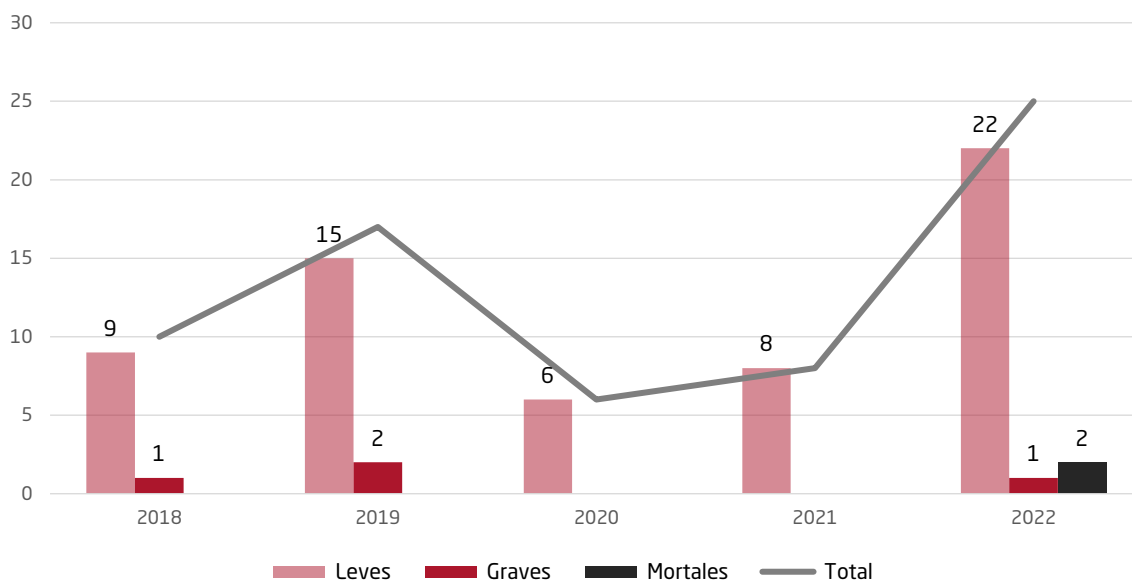
Introducción





Durante el año 2022, dos trabajadores fallecieron como efecto de su exposición a altas temperaturas en la Comunidad de Madrid. Y otro más sufrió daños calificados como graves. Si se repasan las declaraciones de accidente del sistema Delta en los últimos cinco años (desde 2018), el número de trabajadores que sufrieron daños en su salud (ya fueren leves, graves o mortales) por exposición a altas temperaturas alcanza un total de sesenta y seis (*Gráfico 1*).

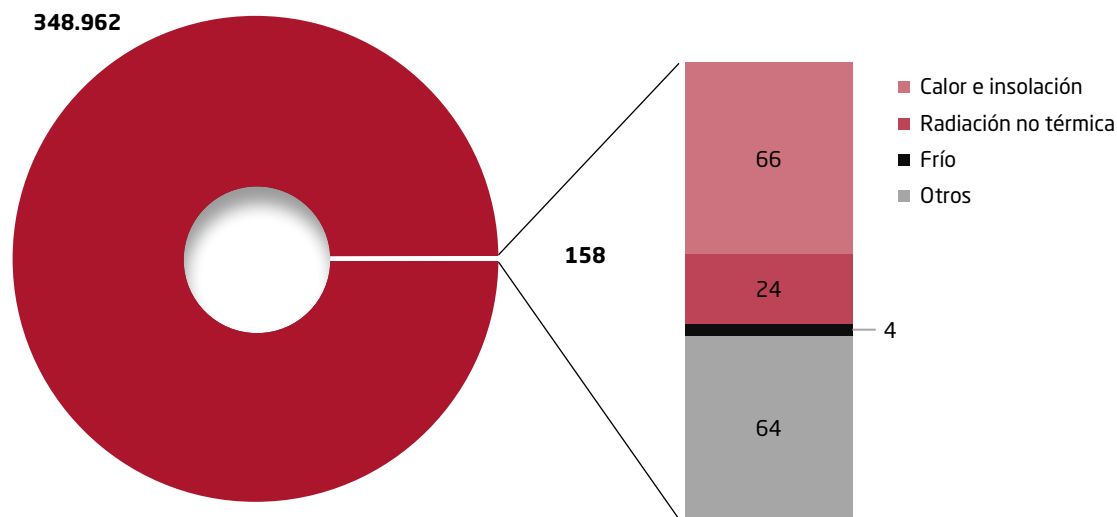
■ **GRÁFICO 1. NÚMERO DE ACCIDENTES NOTIFICADOS POR EL SISTEMA DELT@ EN LA COMUNIDAD DE MADRID (PERÍODO 2018 – 2022) (CÓDIGO 101)**





Respecto de la **siniestralidad** registrada para el mismo periodo, su porcentaje es muy reducido (véase *Gráfico 2*), por cuanto los accidentes codificados dentro de la categoría 100 (relacionados con temperaturas, luz y radiación) solo representaron un 0.045% del total registrado. Dentro de su categoría, los relacionados con exposición a calor y radiación supusieron el 42%.

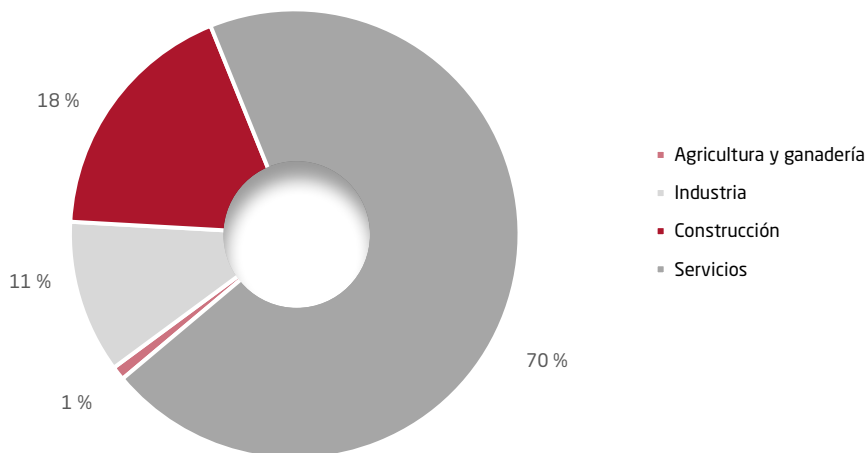
■ **GRÁFICO 2. NÚMERO DE ACCIDENTES EN LA COMUNIDAD DE MADRID CODIFICADOS COMO CATEGORÍA 100 (TEMPERATURA, LUZ Y RADIACIÓN) RESPECTO DEL TOTAL Y DISTRIBUCIÓN INTRACATEGORÍA (PERÍODO 2018 – 2022)**



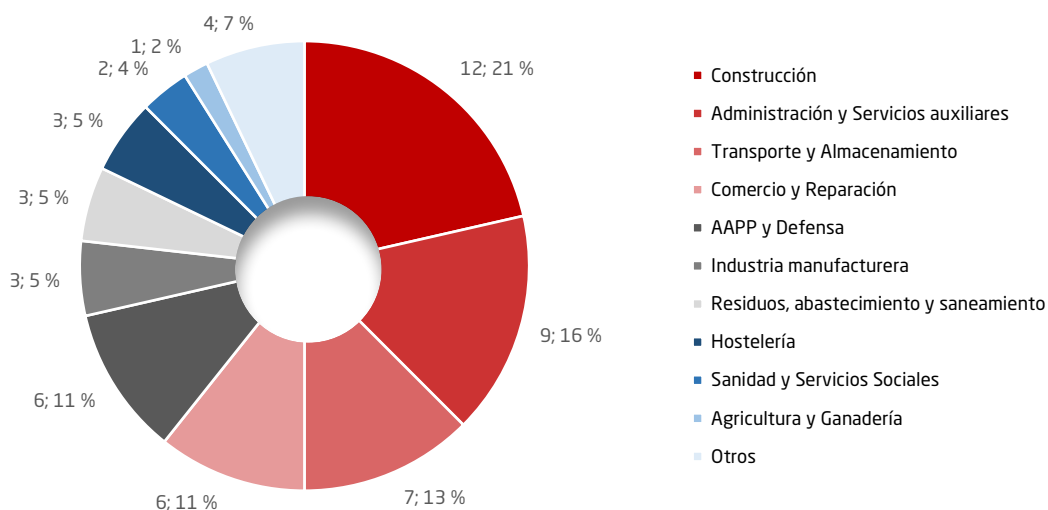
Sin embargo, el abanico de **actividades** afectadas es amplio (véanse *Gráficos 3 y 4*) – con independencia de que las actividades se desarrollaran principalmente al aire libre (construcción, actividades agrícolas y forestales, recogida de residuos...) o en el interior de recintos (industrias manufactureras, comercio, transporte y almacenamiento, actividades administrativas, hostelería...); adicionalmente, la probabilidad de que la notificación de determinados accidentes (por ejemplo caídas a mismo y/o distinto nivel, en altura, tropiezos, cortes o atrapamientos) puedan tener como posibles causas subyacentes efectos derivados de la exposición a insolación o a altas temperaturas (mareos, desvanecimientos, confusión mental).



■ **GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS ACCIDENTES CODIFICADOS EN LA CATEGORÍA 101 POR SECTORES DE ACTIVIDAD EN LA COMUNIDAD DE MADRID (PERÍODO 2018 – 2022)**



■ **GRÁFICO 4. PORCENTAJE DE ACCIDENTES CODIFICADOS EN LA CATEGORÍA 101 POR GRUPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA COMUNIDAD DE MADRID (PERÍODO 2018 – 2022)**

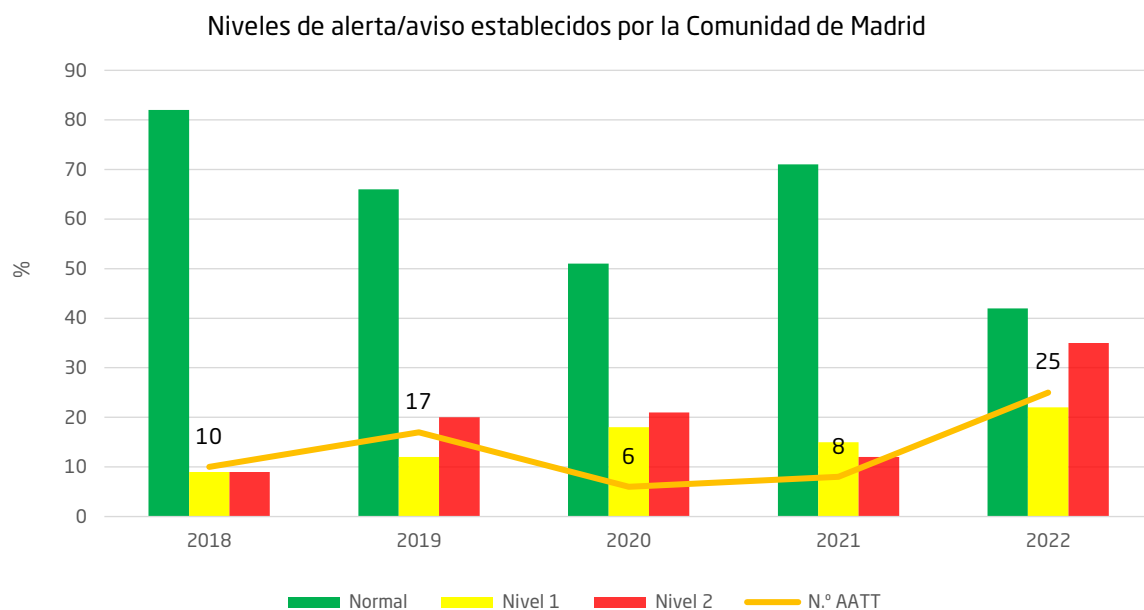




Por último, las previsiones científicas apuntan a un aumento en la frecuencia y duración de episodios de temperaturas anormalmente altas (conocidas como «olas de calor»). Así, el Plan de Vigilancia de Olas de Calor del año 2022, elaborado por la Consejería de Sanidad y utilizando las proyecciones de la AEMET, estimaba para la Comunidad de Madrid –en el peor de los casos– un aumento de hasta 6 °C en la temperatura máxima anual en los próximos 100 años, un 40% de días del año con temperaturas superiores a 36.5 °C y una duración media de las olas de calor cercana a los 20 días.

El mismo documento reflejaba cómo el número de días declarados como Nivel de alerta 2 (alerta roja por temperaturas superiores a 38.5 °C) había pasado de 6 en 2018 (representando un 9% del total) a 16 en 2020 (21%), disparándose a 39 (el 35% del total) en 2022; en este último año, incluso, se adelantó la campaña de vigilancia dos semanas, empezando el 15 de mayo (*Gráfico 5*).

■ GRÁFICO 5. PORCENTAJE DE DÍAS SEGÚN NIVEL DE AVISO DURANTE LAS CAMPAÑAS 2018 A 2022 EN LA COMUNIDAD DE MADRID



Fuente: Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

La consideración de estos factores aconseja la elaboración por parte del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo –organismo autónomo adscrito a la Consejería de Economía, Hacienda y Empleo de la Comunidad de Madrid– del presente documento.

Debe precisarse que el objeto del presente documento es el riesgo de exposición a temperaturas altas y los daños de salud derivados, quedando fuera del ámbito de la publicación los daños, evaluación y adopción de medidas asociadas al bienestar (o disconfort) térmico.

CAPÍTULO 1

Mecanismos de termorregulación





La temperatura es una magnitud física directamente relacionada con la energía cinética, que es aquella necesaria para acelerar una masa determinada desde una situación de reposo hasta una velocidad predefinida. Está asociada a los movimientos de las partículas dentro de un sistema (ya sea en forma de traslación, rotación o vibración), de tal manera que cuanto mayor sea su movimiento mayor temperatura alcanzará. Una de las nociones básicas en termodinámica es el concepto de equilibrio térmico, por el cual dos cuerpos en contacto que se encuentren a diferente temperatura intercambian energía, en forma de calor, hasta alcanzar un punto de equilibrio.

En la comprensión de los mecanismos de regulación de la temperatura deben diferenciarse tres conceptos: el **estrés térmico**, que es la carga de calor dependiente de la combinación de las condiciones medioambientales presentes en el lugar de trabajo, la actividad desarrollada y la ropa utilizada; la **sobrecarga térmica**, que es la respuesta fisiológica del organismo a dicha situación y, ligado al concepto pero distinto a él, la **sensación térmica**, que es la reacción subjetiva del sujeto a las condiciones térmicas presentes en el entorno.

Los seres humanos somos seres homeotermos, es decir, podemos mantener nuestra temperatura corporal de manera independiente de la temperatura del medio que nos rodea. Sin embargo, el rango óptimo de funcionamiento del organismo es muy estrecho (en torno a los 37°C con una variación de $\pm 1^\circ\text{C}$), de tal manera que, a nivel general, con temperaturas internas inferiores a los 35°C el cuerpo humano puede empezar a mostrar síntomas de hipotermia y a partir de los 40°C síntomas asociados a la hipertermia.

Las principales **fuentes de calor internas** provienen, por un lado, de las reacciones bioquímicas necesarias para el mantenimiento de las funciones vitales (lo que se conoce como metabolismo basal) y, por otro –y principalmente–, como resultado de la actividad muscular.

Como **fuentes de calor externas** distinguimos entre las de origen natural (principalmente la exposición al sol) y las de origen artificial, procedentes del funcionamiento de equipos de trabajo presentes en el puesto (máquinas, hornos o potentes luminarias, por ejemplo) o consecuencia de la aplicación de procedimientos de trabajo (uso de altas temperaturas en la industria siderúrgica o del vidrio).

Como consecuencia, se produce un gradiente entre la temperatura existente en el ambiente y la temperatura interna del cuerpo, por lo que se produce un intercambio de calor con el medio ambiente que nos rodea a través de distintos mecanismos:

- **Conducción**, que es el intercambio de calor que se produce entre dos cuerpos en contacto directo (en este caso entre la piel del ser humano y su ropa, el calzado, componentes de distintos equipos de trabajo (como asientos y asas), herramientas..., transfiriéndose calor de los cuerpos más calientes (a mayor temperatura) a los más fríos. En el mundo laboral dicho intercambio es mínimo, debido al aislamiento que suponen la ropa y los distintos equipos de protección térmica y a la inexistencia superficies de contacto no aisladas.



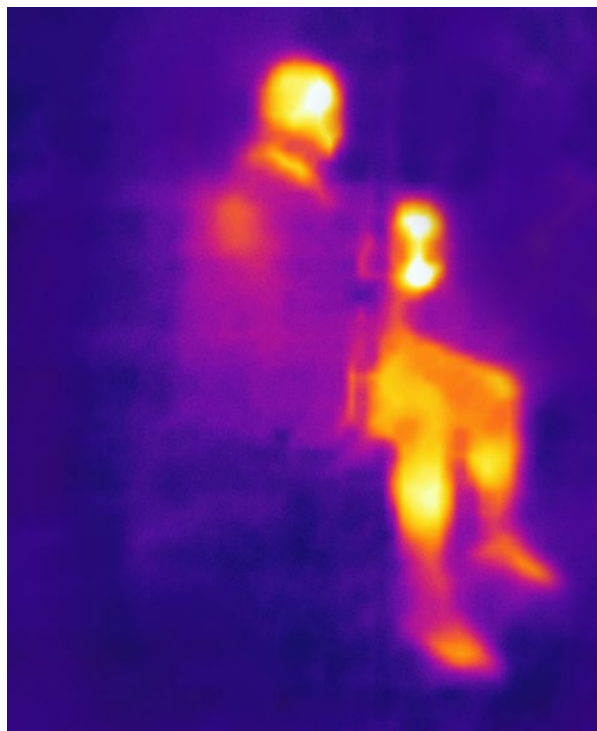
- **Radiación**, que es el intercambio de calor entre dos cuerpos sin contacto directo entre ellos debido a la capacidad que tienen todos los cuerpos para emitir radiación electromagnética (en el caso de la piel en el espectro del infrarrojo) en función de su temperatura (Todos los cuerpos que se encuentran a una temperatura superior al cero absoluto emiten radiación, principalmente en la banda del IR).

- **Convección**, resultado de la transferencia de calor entre el cuerpo humano y el aire que le rodea. Si la temperatura de la piel es mayor que la temperatura ambiental el aire en contacto con la piel se calienta y se desplaza hacia arriba; este flujo aumenta si el aire pasa sobre la piel a una cierta velocidad. Si es al revés, el desplazamiento se realiza en sentido contrario.

- **Evaporación**, que es un mecanismo exclusivo de pérdida de calor, por cuanto la transformación del vapor de agua presente en la atmósfera en líquido –gotas de sudor– requiere del calor presente en la superficie de la piel, reduciendo ésta su temperatura.

Cuando el calor generado de manera interna se corresponde con el presente en el exterior se produce un equilibrio térmico entre el organismo y el medio que lo rodea; en cambio, si la cantidad de calor generada por el cuerpo humano su-

pera la intercambiada con el exterior se produce una acumulación de calor que provoca un aumento de la temperatura corporal. Es entonces cuando el sistema de **regulación térmica** del organismo (situado principalmente en los centros supra y pre ópticos del hipotálamo anterior, donde existen células nerviosas que responden tanto al calentamiento como al enfriamiento que no solo recogen información procedente de la piel o los músculos sino de otras zonas del sistema nervioso central como el hipotálamo posterior, la formación reticular, el bulbo raquídeo y la médula espinal) responde para aumentar la pérdida de calor.



Radiación



Evaporación



Los mecanismos que dispone el cuerpo humano para eliminar el exceso de calor son los siguientes:

- **Vasodilatación periférica**, cuya principal función es transferir de manera interna, a través del sistema circulatorio, el calor del interior del cuerpo a la piel, donde –debido a la capacidad de distensión de las venas– se acumula, provoca un aumento de su temperatura y facilita el intercambio de calor por convección y radiación. Sin embargo, ello conlleva una disminución en el volumen sanguíneo central y en el volumen sistólico (cantidad de sangre expulsada en cada latido), que ha de compensarse con un aumento de la frecuencia cardíaca y una reducción del flujo sanguíneo en el hígado, los riñones y los intestinos.
- **Sudoración**, mediante la activación de las glándulas sudoríparas, secretando sudor (líquido inodoro, incoloro y relativamente diluido, procedente del plasma) sobre la superficie de la piel donde se evapora, reduciendo la temperatura de aquella y, por consiguiente, la de la sangre próxima a su superficie. Dicho proceso se facilita cuando actúan corrientes de aire sobre el cuerpo o se visten prendas finas y porosas, mientras que una elevada humedad ambiental o el uso de prendas gruesas o impermeables limitan sus efectos, por cuanto el sudor acumulado en la piel no facilita la pérdida de calor.

CAPÍTULO 2

Factores de riesgo asociados





Existen una serie de variables que condicionan la respuesta del trabajador y, por tanto, la tolerancia del trabajador al estrés térmico (véase *tabla 3*). Consideremos algunas de ellas:

■ Actividad física

La actividad muscular incrementa el calor metabólico que produce el organismo. En una situación de descanso, los órganos internos y las vísceras del cuerpo humano producen el 70% del total del calor metabólico; los músculos, de largo el tejido de mayor presencia en el cuerpo humano (representando el 45% de su peso), pueden llegar a generar entre el 20 y el 25% del calor. Por el contrario, durante el ejercicio dinámico, la producción de calor metabólico en los músculos esqueléticos se puede multiplicar por 10 y ser responsable de un 90% de la producción del calor. Durante el ejercicio el incremento de la actividad muscular se asocia con un aumento de la temperatura de los músculos que eleva la temperatura interna del cuerpo.

La cantidad de calor metabólico que producimos las personas en reposo (metabolismo basal) es bastante similar, no existiendo variabilidad individual a igualdad de superficie corporal o de peso corporal libre de grasa. En cambio, la cantidad de calor metabólico producida en una determinada actividad es la suma de aquella y de las siguientes variables:

- la tasa metabólica asociada a la postura adoptada por el cuerpo,
- la tasa metabólica asociada al tipo de trabajo y
- la tasa metabólica asociada al movimiento del cuerpo (la velocidad de trabajo).

La respuesta física de una persona a la actividad se va modificando con la mejora de su condición física a través del entrenamiento. El ejercicio provoca cambios en la respuesta fisiológica y permite que el cuerpo pueda alcanzar mayor temperatura y que la disipe también mejor.

■ Género

Son difícilmente demostrables las diferencias en la respuesta al estrés térmico entre hombres y mujeres, debido a que la respuesta al calor puede estar enmascarada por la condición física, las dimensiones corporales y el nivel de aclimatación. Existen estudios en los que se ha observado infertilidad temporal para hombres y mujeres cuando la temperatura interna alcanza los 38 °C. También se ha observado que durante el primer trimestre de embarazo existe riesgo de malformación en el feto cuando la temperatura interna de la madre excede los 39 °C en un periodo prolongado.

■ Edad

Si bien existen evidencias de que a partir de los 50 años se reduce la capacidad de vasodilatación periférica y la tasa de sudoración (que bien pudiera atribuirse a una disminución de la actividad física) —convirtiendo, por tanto, este grupo de población en más vulnerable—,



el riesgo de sufrir las consecuencias del estrés térmico es «a priori» independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un adecuado sistema cardiovascular, respiratorio y de sudoración, unos buenos reflejos, se encuentre totalmente hidratado y en buen estado de salud. De todas formas, se debe considerar que las personas de mayor edad son más susceptibles a padecer problemas cardiovasculares que pudieran afectar a su respuesta ante la exposición a altas temperaturas.

■ Etnia

No hay evidencia de diferencias genéticas en la respuesta al estrés por calor de las distintas razas, estando más relacionadas aquéllas con las dimensiones corporales y el estado nutricional del trabajador.

■ Obesidad

La persona con sobrepeso presentaría una serie de desventajas a la hora de enfrentarse a una situación de estrés térmico debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular asociadas y el mayor esfuerzo muscular requerido para para ejecutar cualquier movimiento, lo que genera más calor en comparación con una persona delgada. Más relevante pudiera ser la asociación de obesidad con un estilo de vida sedentario que reduciría la capacidad aeróbica y la aclimatación al calor.

■ Trastornos de salud, medicación y bebidas alcohólicas

La tolerancia al calor del trabajador puede verse reducida por una serie de **trastornos de la salud**: enfermedades febriles (temperatura corporal mayor de la normal), vacunación reciente o gastroenteritis; las afecciones cutáneas –como quemaduras solares y eritemas– pueden reducir la capacidad de sudoración.

Existen **medicamentos** (*Tabla 1*) que pueden incrementar el calor metabólico y reducir la distribución del calor, condicionando la circulación periférica y afectando a la circulación, mientras que otros pueden afectar a la sensación de sed: medicamentos simpaticomiméticos (utilizados en el tratamiento del asma, la hipotensión o ante reacciones anafilácticas), fenotiazinas (usadas para combatir trastornos mentales y emocionales graves y reducir las náuseas), antidepresivos basados en la inhibición de la monoaminoxidasa; y algunos anticolinérgicos (utilizados como relajantes musculares) pueden llegar a inhibir la sudoración, especialmente en individuos de mayor edad.



Tabla 1. Efectos de algunos medicamentos en la respuesta fisiológica al calor (NIOSH 2016)

Medicamento	Efecto
Antihistamínicos	- Impiden sudoración
Anfetaminas, cocaína, éxtasis	- Aumento de la actividad psicomotora
Analgésicos	- Daños renales/hepáticos
Litio	- Pérdida de agua
Bloqueadores del calcio	- Reducen el flujo periférico - Reducen la presión sanguínea
Barbitúricos	- Reducen la presión sanguínea
Antiespasmódicos	- Impiden sudoración
Haloperidol	- Taquicardias - Alteración de la regulación interna de la temperatura
Laxantes	- Deshidratación
Betabloqueantes	- Reducen el flujo periférico - Reducen la presión sanguínea - Impiden sudoración
Narcóticos	- Aumentan sudoración - Deshidratación

En relación al **alcohol**, produce vasodilatación periférica y diuresis, que afectan a la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición. En caso de golpe de calor, la tasa de mortalidad de personas alcohólicas supera la de los no alcohólicos.

■ Aclimatación

La aclimatación es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días (dependiendo del estado físico del trabajador) en los que el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor. Los beneficios de la aclimatación consisten en mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de distribución y pérdida de calor, mejorar el confort en la exposición al calor y dificultar la aparición de sobrecarga térmica. La aclimatación es específica para unas determinadas condiciones ambientales y de ropa, por lo que no se garantiza la respuesta cuando se cambian dichas condiciones.

Por lo general, se recomienda una exposición gradual, supervisada, a las condiciones adversas (reduciendo inicialmente la duración de la jornada de trabajo para ir aumentándola



progresivamente). Aunque la aclimatación se produce rápidamente durante el periodo de exposición al calor, también se pierde muy rápidamente cuando se interrumpe la exposición durante un período relativamente prologado (una o dos semanas sin exposición requieren de 4 a 7 días para volver a recuperar la aclimatación).

■ Ropa

Como hemos visto, la transpiración es el principal mecanismo que tiene el cuerpo humano para enfriarse pues permite transferir el calor corporal sobrante al exterior. Para que la transpiración tenga esta función de enfriamiento, es necesario que el aire circule alrededor de la piel, de modo que se produzca el intercambio de calor a través de la evaporación y convección. Sin dicha circulación, se forma una fina capa de aire atrapada entre la piel y el exterior que actúa como aislante (incluso estando desnudo) y que suele acumularse en el pecho y las extremidades superiores.

Pues bien, la ropa supone una barrera entre la piel y el medio ambiente, aislando nuestro cuerpo del exterior al generar una capa de aire entre la superficie de nuestra piel y el tejido de la prenda que vestimos. Los estudios sobre materiales textiles concluyen que el aislamiento es directamente proporcional al grosor de la prenda y del número de capas: cada capa añadida (siempre que no esté comprimida, pues el aumento de su densidad reduce la capa de aire entre fibras y reduce el intercambio de calor por evaporación y convección) incrementa el aislamiento (*para observar el efecto de distintas combinaciones de vestuario, véase el subapartado perteneciente al índice WBGT*).

La **ropa de protección**, desarrollada para proteger al trabajador frente a distintos agentes químicos, físicos y biológicos, supone un caso especial. Normalmente la protección se consigue densificando la trama de la prenda para evitar la intrusión de partículas, vapores, gases o agentes biológicos. Por lo general, esto se traduce en una mayor impermeabilidad al aire y vapor, interfiriendo el intercambio por radiación, convección, conducción y evaporación, obstaculizando la pérdida calor y aumentando la temperatura de la piel. Ello supone que puede afectar no solo a trabajadores que desarrollen sus tareas en entornos calurosos, sino incluso a trabajadores que desempeñen sus funciones en condiciones ambientales moderadas si desarrollan tareas exigentes (*ver tabla 2*).


Tabla 2. Incremento estimado en la tasa metabólica por uso de EPI (acorde a BS 7963:2000)

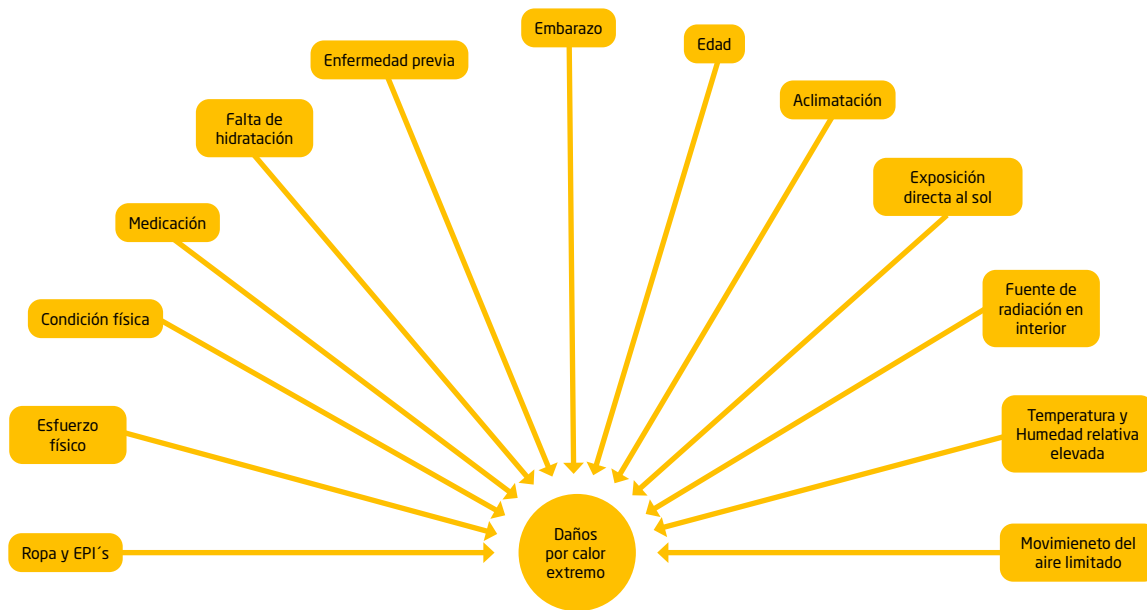
	INCREMENTO ADICIONAL EN LA TASA METABÓLICA (W/m ²) POR USO DE EPI				
	Descanso	Tasa Baja	Tasa Moderada	Tasa Alta	Tasa Muy Alta
Calzado de seguridad	0	5	10	15	20
Mascarilla P1/P2	0	10	20	30	40
Mascarilla P3	5	20	40	60	80
Equipo de respiración autónomo	10	30	60	95	125
Ropa de protección química (tipo PVC) con capucha, guantes y botas	10	25	50	80	100
Equipo altamente aislante (p. ej. bomberos: casco, guantes, botas, protege pantalones)	15	36	75	115	155

A modo de resumen, la Guía Técnica de aplicación del Real Decreto 486/97 enumera una serie de **condiciones de trabajo** generadoras de una elevación en la temperatura corporal:

- Lugares de trabajo con **temperatura del aire alta** (zonas de clima caluroso, en verano).
- Lugares de trabajo con **radiación térmica elevada** (fundiciones, acerías, fábricas de ladrillo y cerámica, plantas de cemento, hornos, panaderías, lugares con exposición directa a radiación solar, etc.)
- Lugares de trabajo con **altos niveles de humedad** (lavanderías, fábricas de conserva, etc.).
- Tareas donde es necesario llevar **prendas de protección** que impidan o dificulten la evaporación del sudor o la pérdida de calor corporal por radiación o convección (aunque las condiciones ambientales no sean extremas).
- Tareas donde se realice una **actividad física intensa** (aunque las condiciones ambientales no sean extremas).

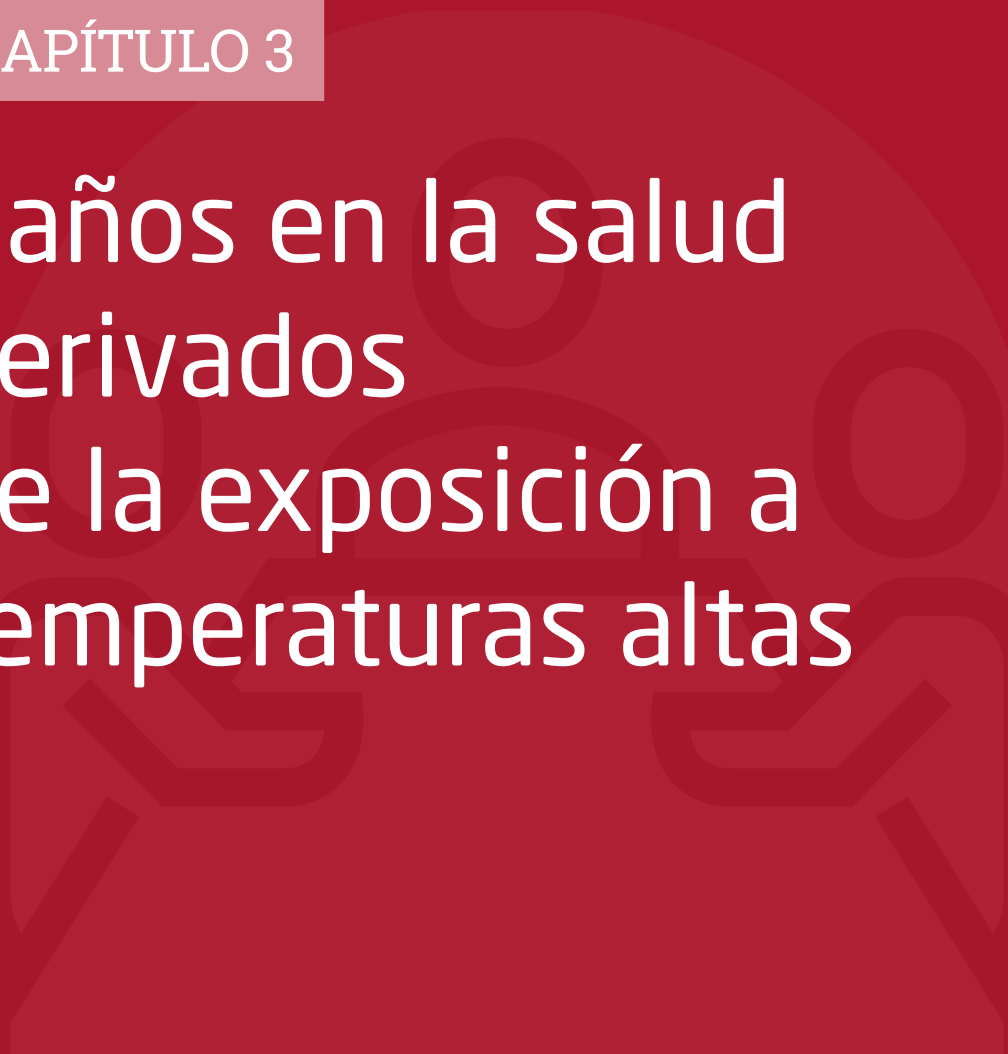


■ **TABLA 3. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON LA APARICIÓN DE DAÑOS A LA SALUD POR CALOR EXTREMO (NIOSH, 2016)**



CAPÍTULO 3

Daños en la salud derivados de la exposición a temperaturas altas





Cuando los mecanismos de termorregulación resultan insuficientes para disipar el calor generado se eleva la temperatura del trabajador (*véase gráfico 5*), provocando efectos sobre su salud a nivel psicológico (en forma de malestar y disminución de la productividad) psicofisiológicos (alteraciones funcionales como la deshidratación o el déficit salino) o sistémicos, afectando a todo el organismo (agotamiento o golpe de calor).

■ Edema por calor

Hinchazón de pies y manos que se produce principalmente en mujeres y personas no aclimatadas. Suele remitir en unas horas tras descansar en un lugar fresco.

■ Alteraciones cutáneas

La afectación más común es la erupción por calor (miliaria) debida a una obstrucción de los conductos sudoríparos, impidiendo que el sudor llegue a la superficie y se evapore. Aparece asociada a esfuerzos físicos en ambientes calurosos y húmedos, procesos febriles o utilización de ropas poco transpirables. Los síntomas, en función de la profundidad de obstrucción varían de simples ampollas a vesículas, picor y, en los casos más graves, abscesos. El tratamiento básico pasa por el traslado del trabajador a un ambiente más fresco acompañado de un lavado y posterior secado de la piel.

■ Calambres

Los calambres por calor pueden aparecer tras una intensa sudoración consecuencia de un trabajo físico prolongado. Se manifiestan en forma de espasmos dolorosos en las extremidades y en los músculos abdominales. No suponen un aumento de temperatura interna y son relativamente inocuos. El tratamiento pasa por interrumpir la actividad, descansar en un lugar fresco y reponer los líquidos y sales perdidas, evitando la exposición al sol en las siguientes 24 o 48 horas.

■ Agotamiento por calor

Suele ser el daño más común observado, consecuencia de una severa deshidratación tras pérdida de una elevada cantidad de sudor. Se distinguen dos tipos en función de si la carencia es de líquidos o de sales minerales:

- En el primer caso, resultado de una elevada sudoración y una insuficiente ingesta de agua, los síntomas son: sed, debilidad, fatiga, atontamiento, ansiedad, taquicardia, reducción en el volumen de orina y un leve aumento de la temperatura corporal.
- El segundo caso, consecuencia de una elevada sudoración y una reposición insuficiente de agua y sales minerales, se caracteriza por presencia de cefaleas, atontamiento, debilidad, fatiga, náuseas, vómito, diarrea, espasmos y confusión mental. Es común en personas sedentarias de avanzada edad que suplen la exposición al sol con la ingesta de gran cantidad de agua.



En todo caso el tratamiento consiste en trasladar a la víctima a un lugar más fresco, permitir su descanso con las rodillas levantadas, aplicar una toalla o una esponja fría y reponer los líquidos por vía oral, principalmente agua suplementada con sales (tratamiento obligatorio si la deshidratación supera el 3% del peso corporal).

■ Síncope por calor

El síncope es una pérdida de conocimiento temporal provocado por la disminución del riego sanguíneo en el cerebro consecuencia de una bajada de la presión arterial. Suele ir precedido de palidez, visión borrosa, mareos o náuseas y se ve facilitado por la permanencia de pie durante mucho tiempo en un ambiente caluroso seguido de un cambio rápido de postura, afectando más a personas con enfermedades cardiovasculares o no aclimatadas. La recuperación es rápida una vez que el afectado se tumba boca arriba (posición supina).

■ Golpe de Calor

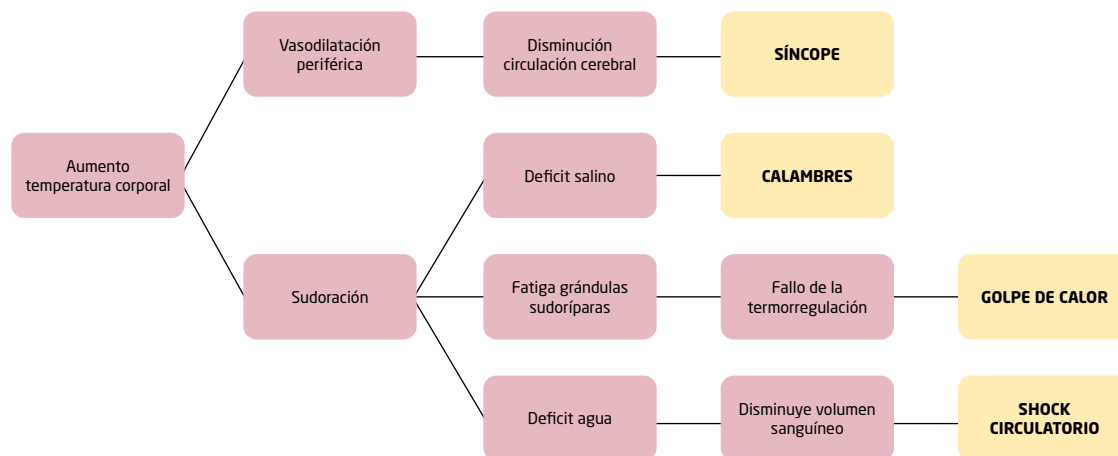
Es la urgencia médica más grave, pudiendo provocar la muerte. Se produce por un fallo en el mecanismo de regulación térmica cuando el sujeto se expone a una carga térmica excesiva. Los síntomas son: aumento brusco de la temperatura interna (superior a los 40.5 o 42°C), alteraciones del sistema nervioso central (cefaleas, náuseas, atontamiento, somnolencia, confusión o desorientación, apatía, espasmos o convulsiones), vómitos o diarreas (en casos extremos hemorragias) y piel caliente y seca con ausencia de sudoración.

Suele darse bien ante esfuerzos físicos intensos en ambientes calurosos y húmedos o bien –en actividades normales– en trabajadores de avanzada edad, obesos o con escasa preparación física (sobre todo si padecen trastornos crónicos como diabetes o enfermedades cardiovasculares).

El tratamiento consiste en trasladar al paciente a un lugar seguro, fresco, a la sombra y bien ventilado, despojarle de las prendas innecesarias y airearle. Complementariamente puede enfriarse el rostro y la cabeza para reducir la temperatura del cerebro o pulverizar un líquido frío sobre el cuerpo del paciente al mismo tiempo que se aplica una corriente de aire para promover la evaporación del líquido en la piel. En todo caso se avisará inmediatamente a los servicios de emergencia.



■ **GRÁFICO 5. FISIOLÓGIA Y EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN (NTP 279) INSST**

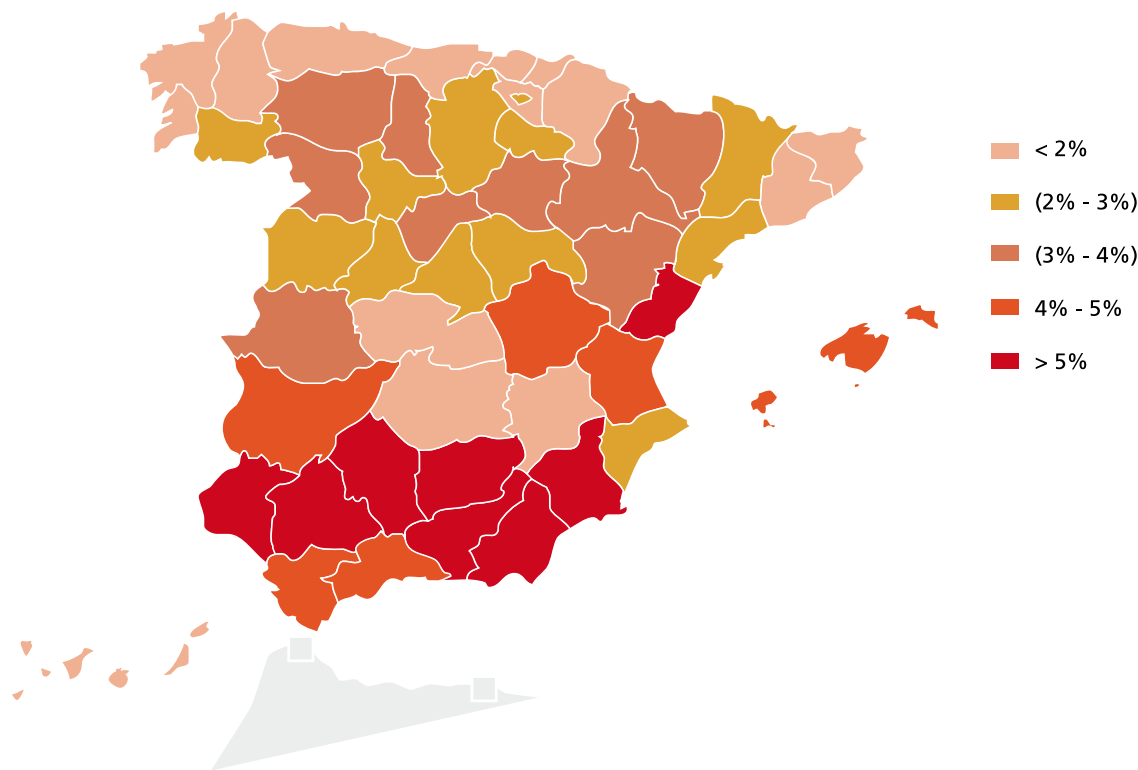


Además de estos efectos inmediatos en el organismo, la exposición a temperaturas extremas puede tener una serie de **efectos indirectos** en la salud:

- Se producen modificaciones en el **comportamiento humano**, principalmente en forma de reducción en el rendimiento del trabajador, que es mayor en trabajadores no aclimatados y en tareas con alta exigencia física; esta disminución no es sólo consecuencia de la fatiga física: determinadas funciones cognitivas —como la concentración— también se reducen según se incrementa la exposición a temperaturas altas, traduciéndose en un aumento de errores humanos, actos inseguros y, por consiguiente, de la probabilidad de sufrir accidentes laborales, tal y como se señala en el estudio realizado por Martínez-Solanas *et al* en 2018 (Gráfico 6).



■ GRÁFICO 6. PORCENTAJE DE ACCIDENTES DE TRABAJO ATRIBUIBLES AL CALOR POR PROVINCIAS



Fuente: Martínez Solanas et al 2018, citado por ISTAS-CCOO «Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud ¿Qué hay que saber?» editado por la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales).

- Se incrementa la peligrosidad de determinados **agentes químicos**. A igualdad de propiedades físico-químicas y niveles de exposición del agente, el aumento de temperatura ambiental facilitaría un aumento de concentración de la sustancia en el interior del organismo, ya fuere por inhalación (debido a un aumento de la frecuencia de respiración y, por ende, del volumen de aire aspirado) o por absorción (ya fuere un efecto directo de la transpiración, que potenciaría el acceso por vía dérmica, o de manera indirecta al exponerse una mayor cantidad de superficie cutánea consecuencia de la retirada de prendas de vestir para combatir el calor).
- Se observan efectos sobre la **fertilidad y el embarazo**: en varones, el aumento de la temperatura corporal se asocia con una disminución de la densidad y movilidad de los espermatozoides (reduciéndose la fertilidad); en las mujeres embarazadas los efectos se centrarían preferentemente en el feto, aumentando la probabilidad de sufrir abortos espontáneos o distintas malformaciones congénitas: espina bífida, alteraciones cardíacas y del sistema nervioso central (en las primeras etapas de la gestación) o déficits de crecimiento y aprendizaje (y una mayor probabilidad de sufrir un parto prematuro) una vez avanzado el embarazo.



Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

Daños en la
salud derivados
de la exposición
a temperaturas
altas



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

- A más largo plazo, algunos estudios sugieren que aquellas personas que han sufrido daños agudos por exposición a altas temperaturas tienen mayor probabilidad de padecer **enfermedades crónicas** cardiovasculares, renales o hepáticas; sin embargo, se requieren estudios adicionales para establecer el alcance y las variables asociadas.

CAPÍTULO 4

Legislación aplicable





El apartado 7.º del artículo 4 de la **Ley 31/95**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales define como condición de trabajo «...cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos en la seguridad y salud del trabajador...», incluyendo «las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo» (apartado a) y «la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo» (apartado b), encomendando al Gobierno, en su artículo 6 (relativo a las normas reglamentarias) la regulación de los «...requisitos mínimos que deben de cumplir las condiciones de trabajo para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores».

Al contrario que otros agentes físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ópticas no ionizantes...) la temperatura (como otras variables termohigrométricas) no dispone de una reglamentación de naturaleza preventiva propia, habiéndose optado por incluir los requisitos asociados a dicha magnitud dentro de las características de los centros de trabajo, regulados por el **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.

El Real Decreto, de aplicación a los lugares de trabajo, definidos como aquellas «...áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo», excluyendo los medios de transporte (y los lugares de trabajo ubicados en su interior), las obras de construcción (temporales o móviles), las industrias de extracción, los buques de pesca y los campos de cultivo, bosques y terrenos situados fuera de la zona edificada de los centros de trabajo agrícolas o forestales, establece entre las obligaciones del empresario que «...condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores...» (Artículo 7), debiendo cumplir las disposiciones establecidas en su **Anexo III**, dedicado a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo.

En él se indica que la exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer ni un riesgo para la seguridad y la salud ni una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores, evitando –entre otros factores de riesgo– temperaturas y humedades extremas, cambios bruscos de temperatura o la radiación solar excesiva.

A tal fin, los locales de trabajo deberían cumplir las siguientes **condiciones**:

- La **temperatura** de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares (que demandan un gasto metabólico pequeño) estará comprendida entre 17 y 27 °C; la de los locales donde se realicen trabajos ligeros (cuya demanda metabólica es superior) estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La **humedad relativa** estará comprendida entre el 30% y el 70% (salvo en los locales con riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%).
- Los trabajadores no podrán estar expuestos –de forma frecuente o continuada– a **corrientes de aire** cuya velocidad exceda los 0.25 m/s en ambientes no calurosos, 0.5 m/s en ambientes calurosos donde se ejecuten trabajos sedentarios y 0.75 m/s en ambientes calurosos



donde se desarrollen trabajos no sedentarios; en el caso de corrientes de aire acondicionada y las usadas para evitar el estrés por exposición a calor las velocidades máximas quedan limitadas a 0.25 m/s (para trabajos sedentarios) y 0.35 m/s (en los demás casos).

- En todo caso, deberá tenerse en cuenta las características del lugar de trabajo, los procesos, las operaciones y el clima de la zona en la que esté ubicado, correspondiéndose el aislamiento térmico de los locales cerrados a las condiciones climáticas propias del lugar.
- Los **lugares de trabajo al aire libre** y los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, de las inclemencias del tiempo. Adicionalmente, el Anexo V del mismo Real Decreto indica que «...cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores...», se dispondrá de un local de descanso de fácil acceso que, tal y como refiere el apartado 6 del Anexo III, deberán cumplir con las condiciones ambientales establecidas en dicho Anexo¹.

Los puestos de trabajo situados en medios de transporte, campos de cultivo o bosques (excluidos del ámbito de aplicación del Real Decreto de los lugares de trabajo) se rigen —aun— por lo establecido en la **Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo** aprobada por la Orden de 9 de marzo de 1971.

Directamente relacionado con el mantenimiento de las condiciones termohigrométricas de los lugares de trabajo deben considerarse las prescripciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobadas por el **Real Decreto 1027/2007**, de 20 de julio y las distintas modificaciones realizadas posteriormente. Así, y en conformidad con el **Real Decreto Ley 14/2022** de medidas de sostenibilidad energética, los recintos incluidos en el apartado 2 de la Instrucción Técnica 3.8.1 del Reglamento (edificios y locales de uso administrativo, comercial y de pública concurrencia), sin dejar de ajustarse a lo establecido en el Real Decreto 486/1997, deberán mantener una temperatura del aire, en los recintos refrigerados, no inferior a 27°C; en el resto de supuestos, se mantendrán los valores establecidos en el Real Decreto 178/202, que modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios:

1. Con fecha de entrada en vigor de 13 de mayo de 2023 se ha publicado en el BOE el Real Decreto Ley 4/23 por el que se adoptan, entre otras, medidas de prevención de riesgos laborales ante episodios de elevadas temperaturas. En su disposición final primera se suprime el apartado 5 del Anexo III del Real Decreto 486/97, dándosele una nueva redacción que obliga a tomar medidas adecuadas —derivadas de la evaluación de riesgos— para «...la protección de las personas trabajadoras frente a cualquier riesgo relacionado con fenómenos meteorológicos adversos, incluyendo temperaturas extremas...» en todos los lugares de trabajo («...incluidos los del artículo 1.2...») cuando la actividad se desarrolle al aire libre. Entre ellas se refieren considerar en la evaluación de riesgos los fenómenos meteorológicos adversos, las características de las tareas y el estado biológico del trabajador y prohibir el desarrollo de determinadas tareas «...durante las horas del día en las que concurren fenómenos meteorológicos adversos...» si no puede garantizarse de otro modo la protección de la persona trabajadora. Finalmente, en el caso de anunciarse avisos de nivel naranja o rojo por la AEMET (u organismo autonómico equivalente) y las medidas anteriores no garantizaran la seguridad de los trabajadores afectados «...resultará obligatoria la adaptación de las condiciones de trabajo, incluida la reducción o modificación de las horas de desarrollo de la jornada prevista».



de 23°C a 25°C (y una humedad relativa comprendida entre el 45% y 60%) en verano y de 21°C a 23°C (y una humedad relativa comprendida entre el 40% y 50%) en invierno.

Las obras de construcción (igualmente excluidas del ámbito de aplicación del Real Decreto 486/1997), reguladas por el **Real Decreto 1627/1997**, refieren la obligación, establecida en el apartado 4 de la parte C de su Anexo IV (aplicable a los puestos de trabajo situados en el exterior de los locales), de proteger a los trabajadores «...*contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud*»; en la **parte A del Anexo IV** (que establece las disposiciones de seguridad y salud a aplicar en toda la obra) se establece que, cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores (en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores), los trabajadores deberán poder disponer «...*de locales de descanso (...) u otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo...*», especificando en su parte B (aplicable a los puestos de trabajo situados en el interior de la obra) que su temperatura se corresponderá a su uso específico, evitando una insolación excesiva.

Respecto del sector minero (también excluido ámbito de aplicación del Real Decreto de lugares de trabajo), el Reglamento General de Normas Básicas y de Seguridad Minera (aprobado por el **Real Decreto 863/1985**) establece que las labores no se desarrollarán a temperaturas superiores a 33 °C (artículo 68); las temperaturas de los locales (establecidas en el Anexo introducido por el Real Decreto 150/96, que modifica el artículo 109) se adecuarán al organismo humano, habida cuenta de los métodos aplicados y de las condiciones físicas de los trabajadores y del uso específico de los distintos locales. Se establecen obligaciones de ventilación durante el desarrollo de labores subterráneas y en los locales cerrados (en buen estado y sin exposición a corrientes molestas).

Por otra parte, el Estatuto del Minero (aprobado por el **Real Decreto 3255/83**) establece en su sección segunda (dedicado, entre otras cosas, a limitaciones de los tiempos de exposición) la reducción de la jornada de trabajo subterránea a seis horas diarias cuando concurren circunstancias de especial penosidad (condiciones anormales de temperatura, humedad o esfuerzo suplementario derivado de la posición inhabitual del cuerpo), que se limitará a cinco horas diarias si debe realizar sus labores completamente mojado.

En relación con aquellas fuentes de radiación térmicas procedentes de equipos de trabajo, se mencionan las disposiciones presentes en el Anexo I del **Real Decreto 1215/1997** que establece las medidas mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los **equipos de trabajo**, y que en consonancia con el contenido del apartado 1.5.5. del Anexo I del Real Decreto 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, indican que «...*las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas (...) deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores...*» (apartado 10). Igualmente, el apartado 14 establece la obligación de que los equipos de trabajo deberán proteger a los trabajadores contra los riesgos de «...*calentamiento del propio equipo...*»; asimismo, aquellos que se utilizan en «...*condiciones ambientales climatológicas (...) agresivas...*», deberán estar acondicionados y disponer de sistemas de protección adecuados.



Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

Legislación
aplicable



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada

Finalmente, debe referirse la posibilidad de reducción de la duración de la jornada de trabajo establecida en el Capítulo III del **Real Decreto 1561/95**, de 21 de septiembre sobre **jornadas especiales de trabajo** en aquellos trabajos expuestos a riesgos ambientales «...*excepcionales* (por) *penosidad, peligrosidad, insalubridad o toxicidad...*» y en especial en los **trabajos en el campo** (con una limitación de la jornada diaria a 6 horas y veinte minutos), en el interior de las **minas y obras de construcción subterráneas** (con jornada restringida a 6 horas) cuando «...*concurran circunstancias de especial penosidad derivadas de condiciones anormales de temperatura o humedad...*»; respecto de los trabajos en **cajones de aire comprimido**, la Orden Ministerial de 20 de enero de 1956 (BOE de 3 de febrero) establece la obligación de mantener la temperatura de las cámaras de trabajo, de recompresión y las esclusas de equilibrio «...*dentro de límites tolerables...*».



CAPÍTULO 5

Evaluación de la exposición





La evaluación de los riesgos laborales es, según el Reglamento de los Servicios de Prevención «...el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas». Entre esa información necesaria, el Reglamento incluye, según el párrafo a) del apartado 1 de su artículo 4, «...las condiciones de trabajo existentes o previstas, tal como quedan definidas en el apartado 7 del artículo 4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales»; dicho apartado incluye, entre otras, «La naturaleza de los agentes físicos (...) y sus correspondientes intensidades...».

La evaluación, refiere el artículo 5 del Reglamento, incluirá la realización de las mediciones, análisis o ensayos que se consideren necesarios; en el supuesto de que la normativa no definiera el método a aplicar, se recurriría a criterios establecidos en (por este orden) normas UNE, guías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (o protocolos del Ministerio de Sanidad e instituciones competentes de las Comunidades Autónomas), normas internacionales o, en ausencia de los anteriores, guías de otras entidades de reconocido prestigio siempre que «...proporcionen un nivel de confianza equivalente».

La norma UNE EN ISO 15265 (Ergonomía del ambiente térmico: estrategia de evaluación del riesgo para la prevención del estrés o incomodidad en condiciones de trabajo térmicas) proponía tres **niveles de análisis**, cada uno de ellos de mayor complejidad, útiles para evaluar e interpretar el riesgo de estrés térmico en un ambiente determinado. Se desarrolla en tres etapas:

- **Etapla 1: Observación.** Es el nivel más básico. Busca obtener información general sobre la situación de trabajo (condiciones de trabajo, condiciones climáticas y fuentes de calor o frío). Se realiza mediante observaciones cualitativas y puede ser realizada por personal cualificado de la empresa, aunque no requiere de una formación específica en prevención.
- **Etapla 2: Análisis.** En este nivel se cuantifica y evalúa el riesgo de exposición, proponiendo medidas preventivas. Puede ser realizado por el mismo personal propuesto en la Etapa 1 pero con el apoyo de técnicos cualificados en la materia.
- **Etapla 3: Actuación experta.** El objetivo es caracterizar el ambiente de trabajo mediante un análisis preciso de las actividades y parámetros térmicos y proponer medidas específicas de prevención y control. Requerirá la intervención de técnicos altamente cualificados.

Todos ellos parten del **principio de equilibrio térmico**: la temperatura interna del cuerpo humano sólo puede ser mantenida si existe un equilibrio entre el calor producido constantemente por el organismo y el cedido o disipado al ambiente. Este equilibrio puede expresarse en forma de la siguiente ecuación:

$$S = M \pm K \pm C \pm R \pm C_{res} \pm E_{res} - E$$

donde:

- S es la potencia calorífica que se gana o pierde durante el trabajo.
- M es la energía metabólica por unidad de tiempo.



- K representa el intercambio (ganancia o pérdida de calor) por conducción. Depende de la temperatura de la piel y de los objetos en contacto con el sujeto.
- C representa el intercambio por convección, que depende de las siguientes variables: temperatura del aire y de la piel, velocidad del aire y resistencia térmica del vestido.
- R representa el intercambio de calor por radiación que se produce entre superficies a diferente temperatura (sin necesidad de estar en contacto). Depende de la temperatura de la piel, de la temperatura radiante media y de la resistencia térmica del vestido.
- C_{res} indica el intercambio de calor por convección que se produce durante la respiración y que es función de la diferencia de temperatura entre el aire inspirado y el aire espirado.
- E_{res} representa el intercambio por evaporación durante la respiración, en este caso, la diferencia de humedad entre el aire inspirado y el espirado.
- E indica la evaporación del calor a través del sudor. Como es un mecanismo de eliminación de calor, aparece en negativo. Depende de las siguientes variables: presión parcial del vapor de agua en el ambiente, presión del vapor de agua en la saturación a la temperatura del aire, velocidad del aire y resistencia térmica del vestido.

Por cuanto el intercambio de calor a través de la respiración y del mecanismo de conducción es mínimo (C_{res} , E_{res} en el primer caso, y K en el segundo, respectivamente)², la ecuación puede simplificarse en esta expresión:

$$S = M \pm C \pm R - E$$

La Guía técnica de aplicación del Real Decreto 486/1997 resume las variables físicas relevantes la evaluación de la exposición a estrés térmico (Tabla 4):

Tabla 4. Variables en el análisis del balance térmico entre persona y medio (GT RD 486/97 Ap. 6)

	Producción de calor interno	Transferencia por radiación	Transferencia por convección	Pérdida por evaporación
Temperatura del aire			√	
Temperatura radiante media		√		
Velocidad del aire			√	√
Humedad absoluta del aire				√
Aislamiento de ropa		√	√	
Resistencia a la evaporación de la ropa				√
Metabolismo	√			

2. C_{res} se estima que equivale a $0.00152M \times (28.56 + 0.885t_a + 0.641p_a)$ y E_{res} a $0.00127M \times (59.34 + 0.53t_a - 11.63p_a)$ donde M representa el metabolismo, t_a la temperatura del aire y p_a la presión parcial de vapor de agua.



En consecuencia, las **variables** relevantes a la hora de evaluar el riesgo de exposición a temperaturas extremas por calor son:

■ Dependientes de **individuo**:

- **Metabolismo (M)** que es la energía necesaria para la realización de una actividad. Consta de dos componentes: el metabolismo basal, que es el necesario para el funcionamiento del organismo en reposo, y el metabolismo de trabajo, que es el originado cuando se moviliza el cuerpo para realizar una acción. Puede medirse de manera directa o a través de tablas y se expresa, cuando se refiere a la superficie corporal en vatio por metro cuadrado (W/m^2).
- **Ropa.** Indica la capacidad aislante (o resistencia térmica) de la indumentaria. La unidad de medida es el «clo», que es el aislamiento necesario para mantener un cuerpo a una temperatura de $20^{\circ}C$ y a una humedad relativa del 50% y equivale a, aunque se suele estimar mediante tablas.

■ Dependientes del **medio ambiente**:

- **Temperatura seca del aire (t_a)**, que es la temperatura del aire que rodea al trabajador. Se expresa en grados centígrados ($^{\circ}C$) y se mide bien con termómetros (cuidando de protegerlo de la exposición solar directa) o termopares (o termorresistencias).
- **Temperatura radiante media (t_{rm})**, que es la temperatura media irradiada por los objetos que rodean un cuerpo. Se expresa en grados centígrados ($^{\circ}C$) y puede medirse directamente mediante radiómetros o, de manera indirecta, a partir de la temperatura de globo, que es la obtenida mediante un termómetro de mercurio cuyo bulbo se encuentra protegido por una esfera de cobre y aluminio de unos 15 cm de diámetro (estos equipos, a su vez, pueden ofrecer información sobre la velocidad del aire y de la temperatura ambiente).
- **Velocidad del aire (v_a)**, indica el movimiento de aire alrededor de un objeto y es de gran importancia en la evaluación de los ambientes térmicos pues modula el intercambio por convección y evaporación. Se expresa en metros por segundo (m/s) y se mide con anemómetros (que deberán tener una baja sensibilidad a la direccionalidad de la corriente para así registrar un valor correcto con independencia de su dirección, cuidando de evitar interferencias provocadas por el movimiento del trabajador), termoanemómetros y velómetros.
- **Humedad relativa del aire (h_r)**, que es el contenido de vapor de agua que contiene el aire en relación con el necesario para saturarlo en relación con una temperatura dada. Se expresa en tanto por ciento y se puede medir mediante psicrómetros, instrumentos de lectura que constan de dos termómetros, uno que mide la temperatura del aire y otro, dotado de un bulbo humedecido con agua destilada, que mide la temperatura húmeda; cuanto menor es la diferencia en el registro, mayor humedad relativa hay en el ambiente (y viceversa).

CAPÍTULO 6

Métodos de evaluación





No existiendo una normativa legal específica para evaluar el riesgo por estrés térmico debido al calor, la Guía Técnica de Aplicación del Real Decreto 486/97, de 14 de abril, que establece las condiciones de seguridad y salud de los lugares de trabajo, y al amparo de lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 5 del Reglamento de los Servicios de Prevención que indica que cuando «...*la normativa no indique o concrete los métodos...*(de medición, análisis o ensayo)...*se podrán utilizar, si existen, los métodos o criterios recogidos en...*b) *Guías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo...*c) *Normas internacionales...*», señala la **necesidad** de evaluar el riesgo en el interior de locales de trabajo cuando:

- La **temperatura** exceda los límites señalados en el apartado 3.a) del **Anexo III del Real Decreto 486/97** (27 °C en trabajos sedentarios o 25 °C en trabajos ligeros).
- La **humedad relativa** supere los valores dados en el apartado 3.b) (70%).
- Aun no superando los límites indicados en puntos anteriores, se desarrollen **trabajos** de tipo **medio o pesado**.

Entre los métodos para poder evaluar la exposición de los trabajadores y trabajadoras, se proponen los siguientes:

a) Índice de sensación térmica por calor (Heat Index) de la AEMET

Si bien puede no ser considerado un método como tal, sí puede ser una herramienta muy útil para realizar una estimación muy básica del nivel de riesgo asociado a la exposición a determinadas condiciones térmicas sin necesidad de contar con formación técnica específica y poder adoptar las consecuentes medidas preventivas.

La propia página de la Agencia Estatal de Meteorología define dicho índice como una «...*una medida de lo que siente el cuerpo humano por la combinación de la temperatura ambiente y la humedad relativa del aire...*», ayudando a valorar la «...*dificultad que tiene el organismo para bajar la temperatura corporal mediante la evaporación de sudor sobre la piel por efecto de la humedad ambiente*».

El **cálculo** del índice se realiza mediante la ecuación:

$$STC = -8,78469476 + 1,61139411 \cdot T + 2,338548839 \cdot HR - 0,14611605 \cdot T \cdot HR - 0,012308094 \cdot T^2 - 0,016424828 \cdot HR^2 + + 0,002211732 \cdot T^2 \cdot R + 0,00072546 \cdot T \cdot HR^2 - 0,000003582 \cdot T^2 \cdot HR^2,$$

donde:

- *STC* es el Índice de Sensación Térmica por calor,
- *T* es la temperatura del aire ambiente en grados Celsius y
- *HR* es la humedad



La Agencia Española de Meteorología facilita una tabla en su página web (<https://www.aemet.es/es/conocerlas/montana/detalles/sensaciontermica>) en la que combinando la temperatura del aire (en grados Celsius) y la humedad relativa, se obtiene dicho valor (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de sensación térmica por calor (AEMet)

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)																		
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
HUMEDAD RELATIVA (%)	45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	61	64	
	50	27	28	30	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62			
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62				
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63					
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63						
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63							
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62								
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61									
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65									
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64										
	95	31	35	38	42	47	51	57	62											
100	32	36	40	44	49	54	60													

En función del índice obtenido se obtienen unos **umbrales de riesgo** asociados (precaución, precaución extrema, peligro o peligro extremo), indicando la probabilidad de sufrir los daños a la salud asociados:

- Así, cuando el índice se sitúa entre 27 y 32 (**precaución**, en amarillo), puede presentarse una posible fatiga, ya sea por exposición prolongada o actividad física.
- Cuando el índice oscila entre 33 y 40 (**precaución extrema**, en naranja), puede producirse insolación, golpe de calor o calambres por exposición prolongada o actividad física.
- Si el índice se encuentra entre 41 y 53 (**peligro**, en naranja oscuro), es muy posible que se produzca insolación, golpe de calor o calambres por exposición prolongada o actividad física.
- Cuando el índice es mayor de 54 (**peligro extremo**, en rojo) se considera inminente la aparición de una insolación o un golpe de calor.



La Agencia establece una serie de precisiones en la **aplicación** de la herramienta:

- Delimita el ámbito de aplicación para valores de la temperatura ambiente superiores a 26 °C y humedades superiores al 40%.
- Permanecer bajo el sol puede incrementar los valores del índice de calor en 8 °C.
- Cuando la temperatura es menor que 32 °C, el viento disminuye la sensación térmica. Si es mayor de 32 °C, la aumenta.

Adicionalmente, estos umbrales de riesgo pueden asociarse a determinados niveles de acción y así adoptar las medidas de protección adecuadas (*véase anexo II: Planes de actuación*).

b) Método EVALTER-OBS (INSHT)³

El método EVALTER-OBS es un método simple de evaluación de riesgos y molestias térmicas, sin necesidad de realizar mediciones, desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y basado en la Observación Directa de las Condiciones de Trabajo propuesta por el profesor Jacques Malchaire en la Estrategia SOBANE de gestión de riesgos laborales⁴.

Se aplica en la evaluación de condiciones térmicas extremas (ya sean por exceso de calor o frío) en lugares de trabajo cerrados (o semicerrados) durante cualquier época del año para cualquier tipo de empresa: en pymes, esta evaluación sencilla de las condiciones de trabajo puede permitir la adopción de medidas preventivas (o evidenciar la necesidad de recurrir a métodos de evaluación más complejos); en el resto puede servir como método preliminar previo al uso de métodos más complejos.

La aplicación de este método permite determinar si:

- Los riesgos derivados de la exposición a temperaturas extremas son aceptables o inaceptables.

3. Este apartado es un resumen de la publicación «*Evalter-Obs: método simple de evaluación de molestias térmicas y riesgos debidos al estrés térmico por observación directa de las condiciones de trabajo*», elaborado por Armendáriz Pérez de Ciriza, P. y publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo.

4. La estrategia SOBANE es una metodología para la gestión del riesgo, estructurada en cuatro etapas con niveles de complejidad crecientes: diagnóstico (Screening), identificando los peligros existentes y las soluciones que pueden adoptarse; observación (OBServation), análisis profundo de los factores de riesgo; análisis (ANalysis), incorporando un análisis cuantitativo para evaluar las situaciones concretas y proponer medidas individuales; y, por último, especialistas (Expertise), la más compleja, dirigida, a casos específicos en los que es necesario la intervención de especialistas en los procesos de control y reducción de riesgo debido a su alta complejidad (<https://www.fracttal.com/es/que-es-la-estrategia-sobane>)



- Si se trabaja en condiciones que generan molestias aceptables o inaceptables.

El **proceso** de evaluación consta de distintas fases:

En primer lugar, se realiza un **esquema** del lugar de trabajo anotando los puestos de trabajo (precisando las tareas asociadas, su duración y la zona donde se realizan), las fuentes de calor, frío, humedad o de exposición a corrientes de aire y las medidas preventivas adoptadas al respecto.

A continuación, se cumplimenta una **lista de identificación** que, para cada zona y puesto de trabajo, identifica la presencia de condiciones de temperatura, humedad y/o corrientes de aire inadecuadas a lo largo del año. En caso de marcar cualquiera de las tres variables, se pasaría a la siguiente fase.

En este momento, y para cada uno de los puestos identificados en el párrafo anterior se recoge información de los siguientes factores: temperatura del aire, humedad del aire, radiación térmica, corrientes de aire, actividad, ropa y opinión de los trabajadores que ocupan el puesto. Cada una de estas variables posee una **escala de puntuación** en función de las condiciones identificadas (*véase tabla 6*):

- **Temperatura del aire:** de -3 (por debajo de 0 °C) a +3 (mayor de 40 °C).
- **Humedad del aire:** entre -1 (sequedad en garganta, nariz y ojos) a +2 (piel empapada).
- **Radiación térmica:** desde -1 (sensación de frío en cara o manos) a +3 (sensación de quemadura inmediata).
- **Corrientes de aire:** desde -2 (por corrientes fuertes y frías como, por ejemplo, puertas abiertas en invierno) a +2 (fuertes y de aire caliente, como en hornos)
- **Actividad:** en función del tipo de trabajo se puntúa de 0 (Trabajos sedentarios, sin esfuerzo físico importante o con desplazamiento ocasional a velocidad normal) a +3 (trabajo muy intenso a gran velocidad donde el sujeto se cansa mucho en poco tiempo).
- **Ropa:** esta variable varía entre 0 (en caso de vestir ropa ligera, flexible, adecuada a la época del año) a +3 (en el supuesto de utilizar traje completo con guantes, capucha y calzado especial).
- **Opinión de los trabajadores:** este último factor valora la percepción de sensación térmica de los propios operarios, oscilando desde -3 (tiritonas y malestar por frío en el cuerpo) hasta +3 (sudor excesivo, trabajo muy cansado, ropa de trabajo especial y sufren –o han sufrido– taquicardias, síncope, calambres o quemaduras).

Paralelamente, deberán recogerse aquellas **condiciones de trabajo** asociadas a la presencia de dichas temperaturas, corrientes de aire o humedad relativa (fuentes internas, procesos que generen calor, frío, humedad, corrientes o que resequen el ambiente, condiciones climáticas



y/o elementos estructurales que interactúen con fuentes externas tales como la ubicación y orientación del local o el aislamiento térmico ofrecido por paredes, ventanas y tejados) y las **medidas preventivas** adoptadas: aislamiento térmico de paredes, techos y/o ventanas, elementos que faciliten la ventilación natural, locales de descanso, fuentes de agua y otras bebidas o presencia de ventiladores, calefacción o aire acondicionado.

Recogida toda la información anteriormente señalada, puede **valorarse el riesgo** de exposición. El método valora por un lado el riesgo térmico, clasificándolo como inaceptable o aceptable –en función de la superación o no del valor límite– y, por el otro, las molestias, que pueden ser calificadas como aceptables o inaceptables desde el punto de vista legal (si cumplen –o no– con los valores límite establecidos en el Anexo III del Real Decreto 486/97) y desde el punto técnico (si cumplen –o no– con los valores establecidos en normas técnicas de reconocido prestigio).

Tabla 6. Escala de puntuación de factores de riesgos considerados en el método EVALTER-OBS (INSHT)

EVALTER-OBS: FASE 2 - FICHA 2 - ESCALAS DE PUNTUACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE LOS R/M TÉRMICOS		
FACTOR	PUNTUACIÓN	SIGNIFICADO
Temperatura del aire	- 3	por debajo de 0 °C
	- 2	generalmente está entre 0 °C y 10 °C
	- 1	generalmente está entre 11 °C y 18 °C
	0	generalmente está entre 19 °C y 25 °C
	+1	generalmente está entre 26 °C y 32 °C
	+2	generalmente está entre 33 °C y 40 °C
	+3	generalmente es mayor de 40 °C
Humedad del aire	- 1	sequedad de garganta, nariz y ojos en 2-3 h de exposición
	0	no hay síntomas relacionados con la humedad
	+1	piel húmeda sin que la causa sea el sudor
	+2	piel empapada



Tabla 6. Escala de puntuación de factores de riesgos considerados en el método EVALTER-OBS (INSHT)

EVALTER-OBS: FASE 2 - FICHA 2 - ESCALAS DE PUNTUACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE LOS R/M TÉRMICOS		
FACTOR	PUNTUACIÓN	SIGNIFICADO
Radiación térmica	- 1	sensación de frío en cara/manos a los 2-3 minutos de exposición
	0	no se nota radiación térmica
	+1	sensación de calor en cara/manos a los 2-3 minutos de exposición
	+2	imposible de soportar en cara/manos durante más de 2 minutos
	+3	sensación de quemadura inmediata
Corrientes de aire	- 2	fuertes y de aire frío (puertas permanentemente abiertas en invierno)
	- 1	ligeras y de aire frío (ventanas abiertas en invierno)
	0	inexistentes
	+1	ligeras y de aire caliente (como en verano)
	2	fuertes y de aire caliente (corrientes convectivas en hornos)
Actividad (Tasa metabólica)	0	trabajo de tipo sedentario, trabajo sin esfuerzo físico importante, desplazamientos ocasionales a velocidad normal
	+1	trabajo ligero o moderado con los brazos o piernas, empujar o arrastrar objetos ligeros
	+2	trabajo intenso con los brazos y el tronco, palear material pesado, serrar, andar rápidamente, andar con objetos pesados
	+3	trabajo muy intenso realizado a gran velocidad, subir escaleras o escalas (el trabajador se cansa mucho en poco tiempo)
Ropa	0	ligera, flexible, no interfiere con el trabajo, ropa normal adecuada a la época del año
	+1	algo más pesada, interfiere algo con el trabajo
	+2	ropa especial, amplia, pesada, especial contra la radiación, humedad o temperaturas bajas
	+3	traje completo con guantes, capucha y calzado especial



Tabla 6. Escala de puntuación de factores de riesgos considerados en el método EVALTER-OBS (INSHT)

EVALTER-OBS: FASE 2 - FICHA 2 - ESCALAS DE PUNTUACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE LOS R/M TÉRMICOS		
FACTOR	PUNTUACIÓN	SIGNIFICADO
Opinión de los trabajadores	- 3	tienen tiritonas; gran malestar por frío en todo el cuerpo
	- 2	malestar por frío localizado (manos, pies, piernas); sensación de frío en todo el cuerpo
	- 1	ligera sensación de frío
	0	ausencia de malestar térmico
	+1	sudan un poco; ligero malestar por calor; tienen sed y buscan zonas donde no dé el sol
	+2	sudan abundantemente; tienen mucha sed, tienen que bajar el ritmo de trabajo
	+3	sudan excesivamente; trabajo muy cansado; lleva ropa de trabajo especial; tienen taquicardias; en algunos casos ha habido síncope, calambres, quemaduras

En el caso concreto de exposición a condiciones térmicas extremas por calor se considera que el riesgo es:

- **Inaceptable**, cuando la puntuación en alguno de los factores es +2 o +3; en tal caso se deben investigar las causas y aplicar medidas de prevención y control⁵.
- **Aceptable**, cuando ninguno de los factores obtiene puntuación de +2 o +3; en este caso, y en función de las molestias, pueden darse además los siguientes resultados:
 - **Molestias aceptables legal y técnicamente**, cuando se obtiene un 0 en todos los factores.
 - **Molestias aceptables legalmente pero técnicamente no aceptables**; se considerarán molestias aceptables legalmente aquellas que obtengan valores acordes a la siguiente tabla:

5. Excepcionalmente, se indica que si la puntuación en el factor «Actividad» es +2 y ninguno de los demás factores obtiene puntuación de +2 o +3, se admitirá el riesgo como aceptable.



Tabla 7. Puntuaciones en el método Evalter-Obs que pueden significar una molestia aceptable legalmente

	Actividad física	Temperatura del aire	Humedad relativa	Resto de los factores
PUNTUACIONES GLOBALES	0	+1	0	0
	0	+1	+1	0
	0	-1	0	0
	0	-1	+1	0
	0	0	+1	0
	+1	-1	0	0
	+1	-1	+1	0

Se considerarán molestias inaceptables desde el punto de vista técnico aquellos factores de riesgo donde la puntuación obtenida (en el caso de la exposición a temperaturas extremas por calor⁶) sea +1.

- **Molestias inaceptables legal y técnicamente.** Tendrán tal consideración aquellas puntuaciones que, sin llegar a +2 o +3 (riesgos o molestias inaceptables) ni lograr 0 (riesgos y molestias aceptables), aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 8. Puntuaciones que suponen molestias inaceptables legalmente

Actividad física	Temperatura del aire	Humedad relativa	Resto de los factores
+1	+1	+1	0; +1; -1
+1	+1	0	0; +1; -1

Finalmente, los resultados deberían trasladarse al correspondiente **informe** que refleje los resultados y las medidas a adoptar. En todo caso, el método indica que en caso de que hubiera dudas o se pusiera de relieve la necesidad de realizar mediciones por técnicos

6. En el apartado de interpretación de resultados, y en lo que respecta a la exposición al calor, el método refiere que pudieran considerarse aceptables puntuaciones de +1 en temperatura del aire o humedad relativa –si bien la aplicación de la normativa incluida en el RITE debería suponer una puntuación 0 en dichos factores– si se realizaran, respectivamente, trabajos sedentarios o las condiciones del proceso (o climáticas de la zona), así lo impusieran; sin perjuicio de ello, y siempre que la puntuación en el factor «opinión de los trabajadores» fuese 0 (ausencia de malestar térmico), deberían buscarse medidas que compensasen puntuaciones de +1 en un factor con puntuaciones de -1 en otros.



especializados se recomendaría la aplicación de métodos basados en los índices WBGT, PHS o recurrir a mediciones fisiológicas.

c) Método WBGT⁷

El método WBGT supone una primera aproximación para valorar la exposición a estrés térmico, evaluando el efecto de la exposición al calor sobre una persona durante su jornada laboral (establecida en un período máximo de 8 horas) en puestos de trabajo ubicados tanto en el interior como en el exterior, ya sean de sexo masculino o femenino y siempre que hayan sido considerados aptos para su trabajo. No se aplica para evaluar exposiciones muy breves al calor ni para excluir la existencia de otros efectos (quemaduras, baja productividad, discomfort térmico...) asociados con la exposición a altas temperaturas.

La temperatura de bulbo húmedo y globo se considera un sencillo indicador medioambiental que combina dos parámetros: la temperatura húmeda natural (t_{hn}) y la temperatura de globo (t_g) —en el caso de radiación solar directa (ya sea interior o exterior) se incluirá, además, la temperatura del aire (t_a); junto con la tasa metabólica, señala el potencial estrés térmico de aquellos trabajadores expuestos a altas temperaturas.

Según el método, este grado de estrés térmico depende de:

- Las variables ambientales que rigen la transferencia de calor entre el cuerpo humano y el medio que lo rodea: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad absoluta.
- La producción de calor interna resultado de la actividad física.
- La ropa utilizada, pues modifica el intercambio de calor entre el cuerpo y el medioambiente.

Utilizando equipos dotados de los sensores adecuados para medir la temperatura de bulbo húmedo natural (t_{hn}), la temperatura de globo (t_g) y la de aire (t_a) y registrando durante un período representativo de una hora, se puede obtener el valor WBGT aplicando una de las siguientes formulas:

$$WBGT = 0.7t_{hn} + 0.3t_g$$

(cuando no hay carga solar), o

$$WBGT = 0.7t_{hn} + 0.2t_g$$

(cuando hay radiación solar)

7. El siguiente apartado es un resumen de la norma UNE EN ISO 7243:2017 «Ergonomía del ambiente térmico: evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo)»



Cabe señalar que en el supuesto de existir modificaciones en la exposición espacial o temporal al calor⁸ el valor de los distintos parámetros se corregirá atendiendo a la siguiente fórmula:

$$p = \frac{(p_1 \times t_1) + (p_2 \times t_2) + \dots + (p_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

donde p sería el parámetro ambiental al considerar y la suma de tiempos ($t_1 + t_2 + \dots + t_n$) será inferior a una hora.

Para la estimación de la **tasa metabólica**, la norma propone la clasificación por categorías reflejada en el Anexo A de la norma EN ISO 8996 (Ergonomía del ambiente térmico: determinación de la tasa metabólica):

Tabla 9. Clasificación de la actividad en función de la tasa metabólica acorde a la norma EN ISO 8996

Clase	Tasa metabólica (W)	Ejemplos
0 (descanso)	115 (100 a 125)	- Descansado, sentado cómodamente
1 (baja)	180 (125 a 235)	- Trabajo manual ligero, trabajo con brazos y manos, trabajos con pie y piernas - Taladrado, fresado y mecanizado con herramientas poco potentes. - Caminar sin prisa.
2 (moderada)	295 (235 a 360)	- Trabajo sostenido con manos y brazos, con brazos y piernas, con tronco y brazos. - Tirar o empujar carretillas ligeras. - Caminar a ritmo normal (2.5 a 5.5 km/h)
3 (alta)	415 (360 a 465)	- Trabajo intenso con brazos y tronco, transporte de materiales pesados, uso de equipos de trabajo contra resistencia. - Empuje o tracción de carros muy cargados. - Caminar a velocidad entre 5.5 y 7 km/h.
4 (muy alta)	520 (+ 465)	- Actividad muy intensa a ritmo muy rápido. - Caminar a velocidad superior a 7 km/h, subir rampas o escaleras, correr.

Nota: algunos de los ejemplos son adaptaciones del contenido mostrado en ella.

8. La Nota Técnica de Prevención 322 (Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT) refería que cuando la temperatura en el puesto no era constante por existencia de diferencias a distintas alturas el índice WBGT se obtenía realizando mediciones a la altura de cabeza, abdomen y tobillos y aplicando la siguiente expresión:

$$WBGT = \frac{WBGT_{cabeza} + 2WBGT_{abdomen} + WBGT_{tobillos}}{4}$$

la norma UNE EN ISO actualizada, sin embargo, indica únicamente la conveniencia de realizar la medición a la altura del abdomen cuando la distribución espacial de la temperatura es homogénea; en caso contrario se deberá realizar la medición donde el nivel de estrés térmico sea mayor o donde la influencia medioambiental sea semejante.



Considerando el efecto que pudiera tener en el trabajador el tipo de vestimenta, el método aporta un valor de ajuste según el vestuario utilizado, denominado CAV (Clothing Adjustment Value), cuando éste difiere del utilizado durante la elaboración del método (ropa de algodón con un índice de aislamiento de 0.6 clo).

Tabla 10. Factor de corrección CAV en función del conjunto de ropa empleado (Tabla F.1. UNE EN ISO 7243:2017)

Conjunto	Comentarios	CAV (°C-WBGT)
Ropa de trabajo	Ropa de trabajo hecha con material tejido. (Combinación de referencia: camisa y pantalón)	0
Mono de trabajo	Confeccionado con tela (p.ej. algodón tratado)	0
Mono de trabajo con material SMS no tejido ⁹ monocapa	Proceso no patentado para fabricar telas no tejidas a partir del polietileno	0
Mono de trabajo de poliolefina monocapa	Tejido patentado a partir del polietileno (p.ej. Tyvek)	2
Doble capa de ropa tejida	Generalmente se considera mono sobre ropa de trabajo	3
Delantal de manga de larga resistente al vapor sobre mono de trabajo	Delantal envolvente diseñado para proteger el frente y los costados contra derrames de agentes químicos	4
Mono de trabajo monocapa resistente al vapor, sin capucha	El efecto real depende del nivel de humedad (dificulta la evaporación de sudor); en muchos casos el efecto es menor	10
Mono de trabajo monocapa resistente al vapor, con capucha		11
Ropa resistente al vapor sobre mono de trabajo, sin capucha	-	12
Capucha	Cualquier capucha de cualquier tejido sobre cualquier conjunto de ropa	+1

Por cuanto los efectos de la vestimenta sobre el estrés térmico son considerados complejos, esta corrección puede considerarse como una primera aproximación al respecto; el método recomienda en caso de que la combinación de vestuario se desconozca o no se ajuste al reflejado en las tablas aplicar, respectivamente, bien la norma ISO 9920 o bien la norma 7933.

9. Compuesto no tejido de gran cobertura con bajo gramaje constituido por filamentos continuos de polipropileno 100% (PP), dispuestos al azar y soldados térmicamente.



Una vez aplicado el factor de corrección CAV, se suma al valor WBGT previamente calculado y así obtener el índice WBGT efectivo ($WBGT_{eff}$):

$$WBGT_{eff} = WBGT + CAV$$

Finalmente, se compara el índice $WBGT_{eff}$ con los índices de referencia (*Tabla 11*), de tal modo que si aquél es menor o inferior al valor de referencia no se requerirá adoptar medidas; en caso contrario (superación del límite señalado), se debería:

- Reducir la carga o el estrés térmico en el puesto de trabajo y
- Elaborar un análisis más detallado utilizando la norma UNE EN ISO 7933.

Tabla 11. Valores WBGT límite de referencia

Tasa metabólica (clasificación)	Tasa metabólica (W)	WBGT límite para personas aclimatadas ¹⁰ (°C)	WBGT límite para personas no aclimatadas (°C)
0 (Descanso)	115	33	32
1 (Baja)	180	30	29
2 (Moderada)	300	28	26
3 (Alta)	415	26	23
4 (Muy alta)	520	25	20

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo ha elaborado una **aplicación informática** –de la que se dispone de una versión adaptada para teléfonos móviles– (<https://herramientasprl.insst.es/higiene/estres-termico-indice-wbgt>) en la que introduciendo los siguientes **datos**:

- Área/puesto de trabajo.
- Aclimatación del trabajador.
- Tarea (nombre, descripción, ubicación, duración y tasa metabólica asociada).
- Tipo de ropa de trabajo.
- (En caso de no disponer del índice WBGT asociado a la tarea), temperatura húmeda natural, temperatura de globo (y, si procede, temperatura del aire)

calcula el índice WBGT efectivo ($WBGT_{eff}$) y establece una serie de recomendaciones asociadas.

10. A los efectos, la norma considera persona aclimatada aquella que, al menos, lleva una semana de trabajo expuesta a calor en condiciones similares o más extremas a las medidas.





d) Índice de Sobrecarga Estimada

La norma UNE EN ISO 7933 describe este método como un instrumento de evaluación analítica que, a través de la estimación de la tasa de sudoración y la temperatura interna que previsiblemente alcanzará el cuerpo humano, tiene por objetivo, por un lado, evaluar el estrés térmico en situaciones que pudieran provocar «...un incremento excesivo de la temperatura interna o de pérdida de agua...», y por otro, y basándose en ambas variables, determinar el tiempo máximo de exposición a sobrecarga térmica. Para ello, utiliza los siguientes **parámetros** (para un listado completo, véase anexo I):

- Variables del **ambiente térmico** como la temperatura del aire (t_a), temperatura radiante media (t_{rm}), presión parcial de vapor de agua (p_a) y velocidad del aire (v_a).
- Variables asociadas al individuo como el **consumo metabólico** (calculado conforme a la norma UNE EN ISO 8996) y las características térmicas de la **ropa** (de acuerdo a la norma UNE EN ISO 9920).

Partiendo de la ecuación del balance térmico:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S$$

donde:

- M (tasa metabólica), se calcula conforme a la norma UNE EN ISO 8996.
- W (potencia mecánica efectiva), prácticamente despreciable.
- C_{res} (flujo de calor por convección respiratoria), que se calcula:

$$C_{res} = 0.072cp \times V \times \frac{t_{ex} - t_a}{A_{du}}$$

- E_{res} (flujo de calor por evaporación respiratoria), que se calcula:

$$E_{res} = 0.072ce \times V \times \frac{W_{ex} - W_a}{A_{du}}$$

- K (flujo de calor por conducción), integrado en los intercambios de calor por convección (C) y radiación (R) cuando no hay contacto con superficies.
- C (flujo de calor por convección), calculado como:

$$C = h_{cdyn} \times f_{cl} \times (t_{sk} - t_a)$$

- R (flujo de calor por radiación), que se calcula:

$$R = h_r \times f_{cl} \times (t_{sk} - t_r)$$



- E (flujo de calor por evaporación) que, cuando la piel está completamente mojada (E_{max}) equivale a:

$$E_{max} = \frac{P_{sk,s} - P_a}{R_{tdyn}}$$

- S (almacenamiento de calor), sumatorio de los anteriores flujos de calor se calcula:

- El flujo de calor por evaporación necesario para mantener el equilibrio térmico del cuerpo (E_{req}), equivalente a:

$$E_{req} = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R - dS_{eq}$$

donde dS_{eq} es el almacenamiento de calor debido al incremento de temperatura interna asociado a la tasa metabólica.

- La mojadura de piel requerida (w_{req}), relación entre el flujo de calor por evaporación necesario (E_{req}) y el flujo máximo de evaporación (E_{max}):

$$w_{req} = \frac{E_{req}}{E_{max}}$$

- La tasa de sudor requerida (sw_{req}) en W/m^2 :

$$sw_{req} = \frac{E_{req}}{r_{req}}$$

Una vez realizados estos cálculos, el método establece dos criterios de estrés térmico: la mojadura máxima de la piel (w_{max}) y la tasa de sudoración máxima que puede alcanzar la persona (sw_{max}) –que nunca podrán ser inferiores a la mojadura de piel requerida (E_{req}) y la tasa de sudoración requerida (sw_{req}), respectivamente– y dos criterios de sobrecarga térmica: la temperatura interna máxima ($t_{cr,max}$) –que limita la probabilidad de cualquier efecto patológico sobre el individuo– y la pérdida máxima de agua (D_{max}) que no comprometa el equilibrio hídrico del organismo.

Por cuanto el intercambio de calor en un momento determinado (t_i) se calcula a partir de las condiciones del organismo en el momento anteriormente medido (t_{i-1}) y de las condiciones ambientales y metabólicas existentes durante el incremento de tiempo, el método establece el siguiente procedimiento para un adecuado análisis de la situación de trabajo (*Anexo A de la norma*):

1. Se calcula el flujo de calor por evaporación necesario (E_{req}), la mojadura de piel requerida (w_{req}) y la tasa de sudor requerida (sw_{req}).



2. Se estiman los valores previsibles de mojadura de piel (W_p), evaporación de sudor (E_p) y sudoración (Sw_p) considerando las limitaciones W_{max} y Sw_{max} y la respuesta del sistema de sudoración.
3. Se estima la tasa de almacenamiento de calor (dS_{eq}), que contribuye en el incremento o disminución de la temperatura de la piel y el cuerpo, a partir de la diferencia entre el flujo de calor por evaporación requerido (E_{req}) y el previsto (E_p).
4. Se estiman las temperaturas de la piel, del cuerpo y rectal.
5. Se calcula el intercambio de calor que se producirán en el siguiente incremento de tiempo.

Los **valores máximos** establecidos son:

- **Mojadura máxima de la piel** (w_{max}): 1 (para trabajadores aclimatados) y 0.85 (para trabajadores no aclimatados)
- **Tasa de sudoración máxima** (Sw_{max}): en trabajadores aclimatados (y un 25% más en los no aclimatados).
- **Pérdida máxima de agua** (D_{max}): cuando el trabajador puede beber, los límites quedan establecidos en un 7.5% para un individuo medio (D_{max50}) y un 5% para el 95% de la población laboral (D_{max95}); cuando el suministro de agua no es posible, la pérdida total de agua debería limitarse a un 3%.
- **Temperatura interna máxima** ($t_{cr,max}$): el método refiere que cuando la temperatura rectal alcanza los 38 °C, la probabilidad de superar los 39.2 °C es inferior a una diezmilésima (y la de superar los 42 °C es inferior a 1 entre 10000000 casos).
- **Tiempo de exposición máxima permitida** (D_{lim}), que es el tiempo necesario para alcanzar la máxima temperatura interna o el nivel máximo de deshidratación. La norma indica que cuando la evaporación en la superficie de la piel (E_{max}) es inferior a 0 (provocando la condensación de agua sobre la piel) o cuando el tiempo de exposición máxima es inferior a 30 minutos deberían adoptarse medidas de protección especiales (incluyendo una vigilancia fisiológica directa e individual del trabajador).



Tabla 12. Valores máximos establecidos en la norma

Criterio según aclimatación	Personas aclimatadas	Personas no aclimatadas
Mojadura máxima de piel (W_{max})	1	0,85
Tasa máxima de sudoración (SW_{max})	400 W/m ²	500 W/m ²
Temperatura interna máxima ($t_{cr,max}$)	38 °C	
Criterio según hidratación	Puede beber agua (a voluntad)	No puede beber agua
Pérdida máxima de agua (D_{max})	5%	3%

Al igual que en el caso del método WBGT, el INSST dispone de una **aplicación informática** (descargable en móviles) para realizar una estimación de la sobrecarga térmica y que se puede consultar en la página web del Instituto (<https://herramientasprl.insst.es/higiene/sobrecarga-termica-estimada>), en la que introduciendo los siguientes **datos**:

- Características del trabajador: peso, altura, hidratación y aclimatación.
- Duración de la exposición.
- Variables medioambientales: temperatura y velocidad del aire, humedad relativa y temperatura y diámetro de globo.
- Características de la actividad: consumo metabólico, postura, movimiento (y su velocidad) y ángulo respecto de la dirección del aire.
- Características de la ropa: aislamiento, porcentaje corporal cubierto por superficies reflectantes y su coeficiente de reflexión,

ofrece los siguientes **resultados**:

- Temperatura rectal (en °C).
- Duración límite de exposición asociada al incremento de la temperatura (en minutos).
- Pérdida total de agua (en gramos).
- Duración límite de exposición asociada a la pérdida de agua (en minutos).



e) Mediciones fisiológicas¹¹

Estos métodos permiten la medición e interpretación directa de los parámetros fisiológicos asociados a la respuesta del organismo humano en un ambiente caluroso. Su aplicación está condicionada a la ausencia de riesgos para la persona y su consentimiento basado en una información completa sobre los riesgos y molestias asociadas.

Las variables más utilizadas son:

- La **temperatura central del cuerpo** (t_{cr}), aplicando sensores para registrar la temperatura de esófago, recto, tracto gastrointestinal, boca (temperatura oral), tímpano, conducto auditivo, o a través de la temperatura de la orina excretada. Algunas de estas técnicas –por ejemplo, la medición de la temperatura esofágica o abdominal– son caras y complejas, requiriendo la participación de especialistas; otras –como la toma de temperatura de la orina o de la piel vía IR– son más fáciles de aplicar.
- La **temperatura de la piel** (t_{sk}), bien a través de un sensor adherido a la piel o mediante un transductor de radiación infrarroja (método más complejo y caro).
- La **frecuencia cardíaca** (HR). Siempre que se conozca la frecuencia cardíaca en reposo (HR_0) y puedan desprejarse el resto de componentes ligados a dicha variable (incrementos ligados al metabolismo de trabajo, esfuerzos estáticos, factores psicológicos o a otros factores residuales) puede estimarse el incremento de la frecuencia debida al calor (ΔHR_t) mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta HR_t = HR_t - HR_0$$

donde HR_t es la frecuencia cardíaca media tras una pausa en la que los componentes debidos a esfuerzos estáticos y trabajo muscular dinámico han desaparecido (lo que ocurre pasados unos cuatro minutos). Cuando el registro se obtiene a través del pulso, es una técnica sencilla, de bajo coste y escasa interferencia, aunque requiere de adiestramiento especializado para su correcta interpretación.

- La **pérdida de masa corporal** debido a la sudoración (Δm_{sw}). Según la norma, en ambientes cálidos la pérdida de sudor puede considerarse como un indicador de sobrecarga térmica, que puede estimarse midiendo la diferencia de masa corporal en un intervalo de tiempo.

11. Basado en la norma UNE EN ISO 9886:2005 «Ergonomía: Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas»



Los **valores límite** asociados a cada variable son los siguientes¹²:

- La **temperatura interna** no debería superar los 38 °C (en tímpano), admitiéndose un incremento hasta los 38.5 °C (a nivel rectal) siempre que el trabajador esté aclimatado, pueda cesar su actividad en cualquier momento y estuviera sometido a vigilancia sanitaria (monitorización, exploración médica...) simultánea; en ningún caso se permitiría superar los 39 °C ni incrementos superiores a 1.4 °C en una hora.
- La **temperatura de la piel** no debería alcanzar más de 43 °C (límite asociado al umbral de dolor).
- Respecto de la **frecuencia cardíaca**, se aceptan incrementos no superiores a 33 pulsaciones por minuto (60 si el trabajador se encuentra monitorizado) siempre y cuando no se supere el límite:

$$HR_l = (185 - 0.65 \times \text{edad}) - 20$$

- Respecto de la **pérdida de masa corporal**, la tasa de sudoración máxima permitida será de 1 litro/hora (1.25 l/h si el trabajador no está aclimatado) y el balance hídrico total no superará el 5%.

12. Valores límite referidos en la norma UNE EN ISO 9886:2005; otras fuentes proponen criterios diferentes: así, la Guía sobre Seguridad y Salud Ocupacional para las Actividades de Desechos Peligrosos, elaborada conjuntamente por NIOSH, OSHA, Guardia Costera y EPA en 1985 establecía los siguientes límites:

- Para la frecuencia cardíaca, un registro superior a 110 pulsaciones por minuto debería llevar asociado una reducción de un 30% de tiempo de trabajo en el ciclo siguiente.
- La temperatura oral no debería superar los 37.6 °C; de suceder, debería aplicarse el mismo criterio que en el punto anterior.
- La pérdida de masa corporal –como indicador de una posible deshidratación– debe ser inferior al 1.5% del peso del trabajador.

La NTP 922 (Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos) elaborada por el INSHT, por su parte, propone como criterio de frecuencia cardíaca no superar 180 pulsaciones por minuto restada la edad en años del individuo.

CAPÍTULO 7

Medidas preventivas





Distinguiremos las siguientes.

Medidas técnicas

La aplicación de medidas técnicas de control busca reducir la temperatura ambiente en el centro de trabajo, ya sea actuando sobre los posibles focos presentes (sean internos o externos) o sobre los mecanismos que posibilitan la dispersión de la temperatura por el recinto.

En los **locales cerrados**, la mayor fuente de calor de origen externo proviene de la radiación solar. Para disminuir su impacto, sobre todo en fachadas compuestas por cortinas de vidrio, se recomienda la instalación de toldos, persianas y estores que regulen la cantidad de luz y radiación incidente lo que reducirá también la presencia de reflejos y deslumbramientos en el entorno de trabajo (más aún cuando se trabaje con pantallas de visualización de datos). Otras intervenciones, ya a nivel constructivo, pueden ser la interposición de materiales aislantes en paredes y/o techos y el montaje de dobles ventanas o vidrios opacos. Si la exposición solar se produce durante la utilización de ciertos equipos de trabajo (por ejemplo, vehículos) deberán estar acondicionados y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros, tal y como se expresa en el apartado 14 del Anexo I del Real Decreto 1215/97.





Cuando la fuente de radiación térmica proviene de las emisiones generadas por los distintos **equipos de trabajo**, y en consonancia con las disposiciones contenidas en dicho Anexo en lo referente a la protección de los trabajadores próximos a «...*partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas...*» (apartado 10) o del «...*calentamiento propio del equipo...*» (apartado 14) se recomienda colocar aislamientos sobre las superficies conductoras de los equipos, apantallar o disponer barreras protectoras que separen a los trabajadores de la fuente térmica; para mejorar su eficacia, se recomienda que presenten la mayor superficie posible o que incorporen elementos refrigerantes que disminuyan la temperatura de aire circundante.

El método más frecuentemente empleado para disminuir la temperatura ambiente de los recintos —sobre todo en el sector servicios o en las industrias— es la implementación de sistemas de **ventilación y climatización**, aportando aire procedente del exterior y creando un flujo de aire en movimiento próximo al puesto del trabajo (ya sea por técnicas de ventilación natural o dilución, ya sea mediante impulsión de ese aire), reduciendo la sensación de calor. La utilización de dichas técnicas tiene una serie de **condicionantes** a considerar:

- El aire procedente del exterior debería ser atemperado previamente a su inclusión en el recinto y así alcanzar una temperatura que se encuentre dentro de los márgenes incluidos en el anexo III del Real Decreto 486/97. De no ser así, e incorporar aire a temperatura superior a los 35 °C o 36 °C, se impediría la correcta evaporación del sudor.
- Deberán tenerse en cuenta las limitaciones impuestas en dicho Anexo para las velocidades máximas permitidas a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado (0.25 m/s para trabajos sedentarios y 0.35 m/s para el resto).
- En todo caso deberán tenerse en cuenta las prescripciones incluidas en el Real Decreto Ley 14/2022 de medidas de sostenibilidad energética indicando que, sin dejar de ajustarse a lo establecido en el Real Decreto 486/1997, los recintos incluidos en el apartado 2 de la Instrucción Técnica 3.8.1 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (edificios y locales de uso administrativo, comercial¹³ y de pública concurrencia¹⁴) deberán mantener una temperatura del aire, en los recintos refrigerados, no inferior a 27 °C; en el resto de supuestos, se mantendrán los valores establecidos en el Real Decreto 178/202, que modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios: De 23 °C a 25 °C (y una humedad relativa comprendida entre el 45% y 60%) en verano y de 21 °C a 23 °C (y una humedad relativa comprendida entre el 40% y 50%) en invierno¹⁵.

13. La definición incluye tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares.

14. Incluidos recintos culturales (teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones...), establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas, restauración (bares, restaurantes y cafeterías), estaciones y aeropuertos.

15. Para una actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD (porcentaje de personas insatisfechas) menor al 10 %.



Si las medidas de control ambiental no resultaran factibles, se pueden buscar soluciones «locales», acondicionando las zonas más próximas al puesto de trabajo ya sea dirigiendo aire fresco directamente al puesto de trabajo (con las limitaciones impuestas anteriormente) o creando recintos acondicionados para ello (cumpliendo con las prescripciones del Real Decreto 486/1997).

En actividades donde, sin llegar a alcanzar altas temperaturas, la humedad relativa es elevada (como es el caso de fábricas textiles, papeleras o actividades mineras) puede ser útil la instalación de deshumidificadores.

En todo caso, ha de tenerse en cuenta que el Anexo V del Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, obliga que en aquellos trabajos desarrollados al aire libre o «*cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad...*» deberán disponerse de locales de descanso próximos a los puestos de trabajo o, en su defecto, «*...cualquier lugar de fácil acceso en el que se pueda descansar aunque no esté específicamente destinado para ello*¹⁶».

Medidas organizativas

La aplicación de medidas preventivas de naturaleza organizativa supone un refuerzo de las medidas técnicas que hayan podido implantarse previamente; cuando la aplicación de aquellas no es posible, se convierten muchas veces en las únicas posibles de adoptar por parte del empresario. Implican una disminución del riesgo de sufrir daños en la salud de los trabajadores porque se actúa bien sobre la carga física de trabajo o bien sobre el tiempo de exposición al factor de riesgo (actuando sobre el ciclo de trabajo-descanso).

Disminución de la carga física de trabajo

El objetivo de estas medidas es conseguir disminuir el consumo metabólico asociado a una actividad. ¿Cómo puede conseguirse? Existen distintas vías:

- Reduciendo el **esfuerzo muscular** necesario para ejecutar la tarea (por ejemplo, reduciendo el peso de las cargas, introduciendo medios y equipos mecánicos durante su manipulado o evitando adoptar posturas forzadas).
- **Repartiendo** la misma tarea entre varios trabajadores, redistribuyéndose así la carga de trabajo; indirectamente, y al implicar la ejecución de las tareas con otros trabajadores, esta medida permitiría una mayor eficacia en la identificación de los síntomas asociadas a temperaturas extremas, adelantando la adopción de medidas y minimizando las secuelas.

16. Pudiendo considerarse en dicha categoría, incluso, habitáculos de medios de transporte (sean utilizados como puestos de trabajo o como medio de desplazamiento) adecuadamente climatizados.



- Implantando un sistema de **rotación de tareas**, incluyendo en el mismo puesto labores que impliquen una menor exigencia física; esta alternancia o ampliación de tareas debe realizarse en detrimento de la duración de la tarea más penosa, para así reducir la carga física total.
- Permitiendo al trabajador que regule su propio **ritmo de trabajo**. Si bien los seres humanos no somos especialmente capaces de detectar incrementos de temperatura (y cuando se identifican, suele ser cuando aquélla ya es elevada) sí podemos identificar otros síntomas asociados al malestar térmico como la fatiga, una elevada frecuencia cardíaca o una excesiva sudoración. En estos casos los trabajadores suelen ralentizar el ritmo de trabajo y aumentar los períodos de descanso, distribuyendo la misma carga en un período mayor de tiempo.
- En situaciones extremas, **prohibiendo** la realización de determinadas tareas.

Modificación de los horarios de trabajo

Otras veces la propuesta de solución puede pasar por redistribuir la jornada de tal modo que se trasladan tareas, al menos las más penosas, a horarios donde la temperatura es más favorable (primeras o últimas horas del día o por la noche); consecuentemente, en las horas de mayor calor se realizarían las tareas más livianas o, incluso, se suspenderían. Algunos convenios colectivos (por ejemplo, el de la construcción en Madrid) ya recogen la posibilidad de adelantar el inicio de la jornada laboral en verano.

Limitar el tiempo de exposición

Alternativamente, puede limitarse el tiempo que los trabajadores permanecen expuestos a condiciones térmicas adversas; las medidas más aplicadas son:

■ Rotación de puestos

Mediante esta medida, y siempre que constara la existencia de zonas dentro del centro de trabajo expuestas a distintas temperaturas y la competencia del trabajador para la tarea así lo permitiera, un mismo individuo pasaría, dentro de la misma jornada de trabajo, por otros puestos de trabajo sometidos a condiciones de temperatura más benignas, disminuyendo así la carga térmica total a la que se expone el trabajador.

Una medida alternativa a desarrollar, sobre todo cuando los trabajos se realizan al **aire libre**, es planificar la ejecución de las tareas de tal modo que se desarrollen el máximo tiempo posible en lugares con sombra o al resguardo del sol. Se consideran zonas favorables:

- Aquellas situadas completamente a la sombra.



- Superficies que no estén calientes por haber estado expuestas al sol (p.ej. una pared hacia el norte).

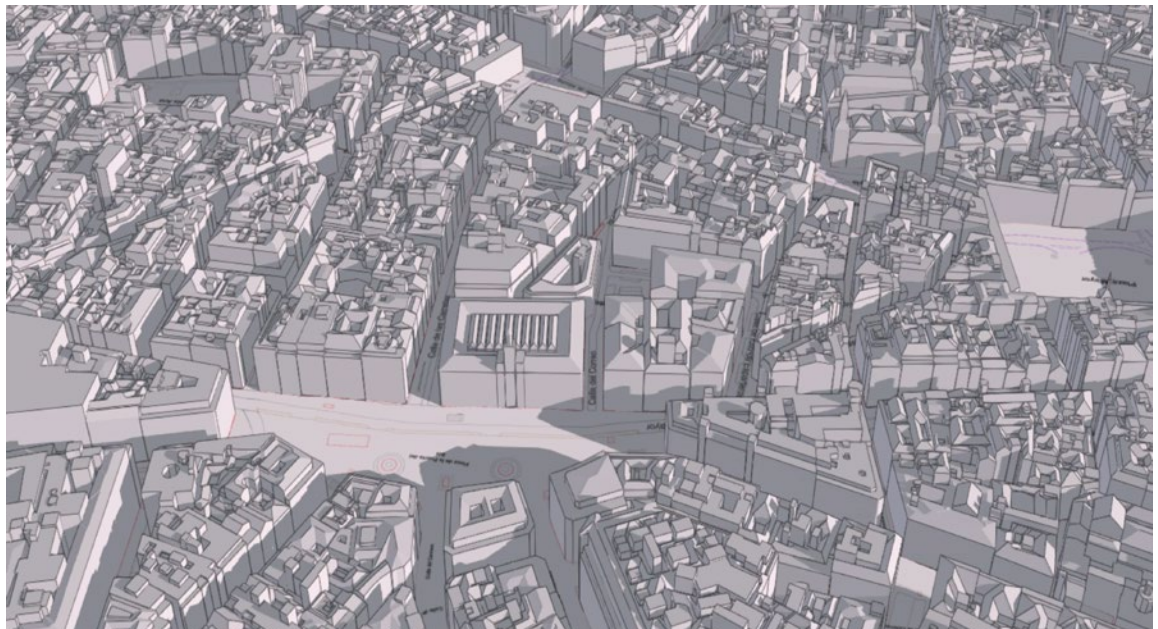
- Áreas abiertas que permitan recibir brisas (siempre que fueren refrescantes).

Adicionalmente, estas zonas deberían atender a los siguientes requisitos:

- Sin presencia de otros riesgos (p.ej., tráfico, ruido excesivo, caída de objetos).
- Con suficiente espacio para el número de trabajadores que necesiten simultáneamente su descanso.
- Cerca de un abastecimiento de agua fresca para beber.

Un adecuado conocimiento de las zonas donde se desempeñan los trabajos y el uso de determinadas aplicaciones informáticas permiten identificar las zonas más favorables¹⁷.

■ ILUSTRACIÓN 2. PROYECCIÓN DE SOMBRA EN EL ENTORNO DE LA PUERTA DEL SOL EN EL MES DE JUNIO A LAS 8 DE LA TARDE



Fuente: Geoportal Ayuntamiento Madrid.

17. Por ejemplo, el Ayuntamiento de Madrid dispone de un geoportal en el que en función del día y mes del año muestra la proyección de sombra de su callejero urbano. (<https://geoportal.madrid.es>).



■ Aumentar los tiempos de descanso.

Ya sea incrementando el número de pausas o prolongando su duración, conseguiremos limitar el tiempo de exposición y a su vez, facilitar la recuperación física del organismo (reduciendo la producción de calor interno y la frecuencia cardíaca y aumentando el flujo de sangre en piel que permite disipar el exceso de calor). La literatura al respecto refiere una mayor conveniencia de adoptar pausas frecuentes frente a pausas prolongadas, pero menos frecuentes.

¿Cuándo sería conveniente reducir los períodos de trabajo y aumentar los periodos de descanso?:

- Cuando la temperatura o la humedad aumente y/o no haya movimiento de aire.
- Cuando el calor del sol sea más fuerte.
- Cuando se usen prendas o equipos protectores.
- Al ejecutar trabajos pesados.

Para su mayor eficacia, dichas pausas deberían realizarse en áreas del centro de trabajo acondicionadas para ello o, al menos, en zonas sometidas a una menor carga térmica, acordes al Anexo V del Real Decreto 486/1997.

■ Limitación de la jornada laboral

En determinados sectores de actividad, en especial en aquellos sometidos a un riesgo especial para la salud de los trabajadores debido a la existencia de circunstancias excepcionales de penosidad, peligrosidad, insalubridad o toxicidad, la reglamentación prevé la limitación o reducción de los tiempos de exposición a riesgos ambientales especialmente nocivos —siempre que no resulte posible la eliminación o reducción del riesgo mediante la adopción de otras medidas de protección o prevención adecuadas—. Esta limitación de la jornada de trabajo está contemplada en el Capítulo III del Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre sobre jornadas especiales de trabajo, para determinadas actividades en el campo, interior de las minas o en el sector de la construcción. En este último caso, el Convenio Colectivo del sector permite suspender la jornada (a potestad del jefe de obra) ante determinadas inclemencias meteorológicas.

Aclimatación

Si bien los seres humanos somos capaces de adaptarnos al calor, dicho proceso no es instantáneo y precisa de un periodo de tiempo para lograrlo: generalmente suele durar entre 5 y 7 días, pero puede prolongarse hasta dos semanas. Durante ese lapso, la temperatura corporal y frecuencia cardíaca —elevada al inicio— disminuye gradualmente y aumenta el índice de sudoración, reduciéndose el esfuerzo y malestar.



Cuando las temperaturas son altas —o cuando su aumento es repentino— se necesitan medidas adicionales, en especial para proteger a trabajadores no aclimatados —por ejemplo, los recién contratados o que se reincorporen al puesto tras vacaciones o prolongada ausencia— y a aquellos especialmente sensibles a dichas condiciones medioambientales extremas. En dichas circunstancias se recomienda prestar atención a los siguientes aspectos:

- Reducir inicialmente la carga física de trabajo para ir aumentándola progresivamente hasta alcanzar los niveles previos, considerando la posibilidad de tener que aumentar los períodos de descanso.
- Identificar a aquellos trabajadores potencialmente sensibles a los efectos de una exposición a temperaturas altas.
- Reforzar las medidas de supervisión e información, recordando la naturaleza del estrés por calor, sus efectos sobre la salud y las medidas para protegerse (*véanse Anexos III, IV, V y VI*).
- Prestar atención a la aparición de daños relacionados con la exposición al calor entre los trabajadores porque pudiera ser un indicador de la necesidad de revisar la evaluación y las medidas preventivas. Para ello se reforzará la coordinación con los servicios médicos de las mutuas colaboradoras y las entidades preventivas para que se comuniquen dichos daños.

Ropa

En condiciones térmicas extremas puede ser necesaria la utilización de prendas protectoras especiales frente al calor; existen distintos sistemas de protección: pasivos —que incluyen prendas aislantes y reflectoras— y activos —mediante trajes refrigerados—.

Entre las primeras, las **prendas aislantes** protegen la piel de las variaciones térmicas, mientras que las reflectantes evitan la absorción de la radiación térmica; a veces se utilizan prendas que incorporan ambas técnicas, como en el caso de la ropa de protección de los agentes forestales, con el objeto de aislar al trabajador del aire caliente generado durante los incendios a la vez que se le protege de las radiaciones procedentes de la llama; otras técnicas pasivas incluyen los denominados «trajes (o chalecos) de hielo», utilizados en el sector de la minería o en ambientes calurosos y húmedos, que incorporan hielo seco en su interior y absorben tanto el calor metabólico generado como el procedente del exterior; requieren la sustitución periódica del hielo para mantener su eficacia.

Entre las prendas de protección térmica activa se encuentran los **trajes refrigerados** por aire o líquido (agua y/o anticongelante) que, a través de una red de tubos confeccionados en el interior de la prenda, disipan el calor metabólico haciéndolo circular hacia el exterior.

La **ropa de protección frente a la llama y calor** (excepto la usada por equipos de bomberos y cuerpos afines por no ser prendas ignífugas) han de ajustarse a la norma EN ISO 11612. Estas prendas son consideradas EPI de Categoría II (excepto aquellas diseñadas y fabricadas para uso en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura igual o superior



Guía de prevención de riesgos laborales por exposición al calor

Medidas preventivas



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión, que son considerados EPI de Categoría III); incluyen prendas exteriores así como capuces, cubrebotas y polainas (el resto prendas de protección de la cabeza, manos y pies, no) y protegen al trabajador del contacto con llamas y al menos un tipo de calor (sea radiante, conductivo o convectivo), de salpicaduras de metal fundido o de una combinación de ellos, por lo que suelen usarse en proximidad a hornos, quemadores, metales fundentes o en la industria del vidrio. No están diseñados, sin embargo, para la lucha contra el fuego ni para el uso en procesos de soldadura.



Las prendas que cumplen con la normativa deben llevar un marcado que incluye el código A1 o A2 (en función de si la superficie o la costura, respectivamente, aguanta una llama durante 10 segundos sin quemarse, hacer un agujero o fundirse) y un código adicional formado por una de las siguientes letras: B (que mide la resistencia de la prenda al calor por convección en una escala de 1 a 5 en función del tiempo que tarda una muestra del dorso de la prenda en aumentar su temperatura 24°C), C (que mide la protección al calor radiante en una escala del 1 a 4 en función del tiempo que se tarda en provocar una quemadura de segundo grado al ser sometida una muestra a un flujo térmico de 20 kW/m²), D y E (que clasifican el material en una escala del 1 al 3 según su resistencia a una cantidad mínima de metal fundido –aluminio, cobre, bronce fosforoso o latón) o F (que clasifica de 1 a 3 la protección contra el calor de contacto)¹⁸.

18. Se considera que las prendas con marcado B3, C2-C4, D2-D3, E2-E3 y F3 son EPI de categoría III.



Por lo general, estas prendas de protección térmica suelen ser más pesadas que el resto de ropa de protección; además, para una mayor eficacia, algunas requieren que se porten de manera holgada, pudiendo interferir en algunos procedimientos de trabajo o suponer un riesgo adicional durante su uso, por lo que todas estas circunstancias deberían ser consideradas en la evaluación de riesgos y en los criterios de selección de dichas prendas.

En condiciones ambientales menos penosas, por ejemplo, para proteger a los trabajadores frente al calor estival (que queda fuera del ámbito de aplicación de la norma EN ISO 11612:2008) debemos seleccionar siempre equipos que faciliten la disipación del calor por sudoración. En el caso de prendas, deberán ser tan amplias, ligeras y con valores de resistencia al vapor de agua (un parámetro objetivo que se mide a través del índice R_{ET}^{19} y que puede facilitarnos la selección del EPI) tan bajos como sea posible, de forma que no se dificulten los mecanismos de refrigeración del organismo. Un diseño de trama que facilite la circulación del aire en su interior puede ayudar a evaporar el sudor y facilitar una reducción en la temperatura de la piel.

Respecto al uso de prendas de poliéster, que presentan como ventaja su elevada resistencia al calor y su facilidad de lavado y secado, poseen el inconveniente de dificultar la transpiración al no absorber el sudor generado e impedir su transferencia al exterior; para evitarlo, se está trabajando el tratamiento de las fibras de poliéster con objeto de mejorar su usabilidad. En el caso de guantes y calzado también seleccionaremos los EPI que presenten valores de resistencia al vapor de agua tan bajos como sea posible.

En trabajos que se desarrollen al aire libre, además, el uso de prendas de manga y pernera larga, así como el uso de gorras y sombreros, minimizarán la superficie de piel expuesta al sol, lo que a su vez protegerá al trabajador de la exposición al sol.

Hidratación

Como se ha visto anteriormente, la evaporación del sudor es el principal mecanismo del organismo para disipar el calor corporal y así permitir su enfriamiento cuando la temperatura ambiental supera aquélla. Algunos estudios afirman que, si bien una persona de constitución física normal puede mantener una tasa de sudoración de entre litro y medio a dos litros por hora durante períodos prolongados de tiempo, en condiciones ambientales extremadamente calurosas la pérdida puede aumentar y llegar a un 10% del peso, lo que puede poner en riesgo la salud del trabajador.

Para solucionarlo, la mejor opción pasa por su reposición a lo largo de la jornada de trabajo. Se recomienda la ingesta moderada (aproximadamente el equivalente a un vaso de agua) pero continua (cada veinte minutos, más o menos) de agua (si es posible, fresca) durante su

19. La norma UNE EN 20471 aplicable a la ropa de trabajo exige un índice RET de valor no superior a 5; muchos pliegos de condiciones de adjudicación de contratos de trabajos al aire libre, sin embargo, exigen valores inferiores (en torno a 3.5).



Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

Medidas
preventivas



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

desarrollo, aun cuando no aparezca la sensación de sed²⁰, acompañada de una ingesta mayor antes y después de ella. Respecto del consumo de bebidas energéticas, azucaradas o que contengan electrolitos, hay que estar atentos porque pueden provocar sensación de saciedad antes de que se haya producido una reposición suficiente de líquidos.

Nutrición

Una excesiva sudoración puede derivar en la pérdida de cloruro sódico, pero también de otros minerales como potasio, magnesio o zinc. Todo ello puede reponerse manteniendo una dieta equilibrada, evitando el consumo de dulces.

Vigilancia de la Salud

Por cuanto la exposición al calor puede causar efectos en la salud a corto, medio y largo plazo, se considera pertinente una adecuada vigilancia de la salud que permita identificar a aquellos trabajadores especialmente sensibles (trabajadoras embarazadas, trabajadores mayores de 55 años, que sufran problemas cardiovasculares, renales, respiratorios, diabetes u obesidad) o que por circunstancias personales puntuales (por ejemplo, estar sometidos a la toma de medicación) se vean especialmente afectados en su exposición a temperaturas especialmente altas, con objeto de controlar o limitar su exposición o bien adoptar medidas de protección suplementarias.

20. La sensación de sed aparece frecuentemente cuando ya se ha iniciado dicha pérdida.

ANEXOS

- I. Términos y definiciones utilizados en la norma UNE en ISO 7933
- II. Planes de actuación
- III. Planificación diaria para climas calurosos: lista de verificación diaria
- IV. Contenido recomendado de la acción formativa
- V. Cómo responder ante situaciones de emergencia relacionadas al calor
- VI. Ejemplo de folleto informativo



I. TÉRMINOS Y DEFINICIONES UTILIZADOS EN LA NORMA UNE EN ISO 7933

- A_{du} : área (en m^2) de la superficie del cuerpo conforme al método du Bois:

$$A_{du} = 0.202 \times peso^{0.425} \times altura^{0.725}$$

- C : flujo de calor por convección (en W/m^2).
- c_e : calor latente de vaporización de agua (en J/kg).
- c_p : calor específico del aire seco (en $J/kg \times ^\circ K$).
- C_{res} : flujo de calor por convección debido a la respiración (en W/m^2).
- D_{lim} : tiempo de exposición máximo permisible (en minutos).
- D_{max} : pérdida máxima de agua (en gramos)
- D_{max50} : pérdida máxima de agua para proteger a una persona media (en gramos).
- D_{max95} : pérdida máxima de agua para proteger al 95% de la población laboral (en gramos).
- dS : almacenamiento de calor corporal durante el último incremento de tiempo (en W/m^2).
- dS_{eq} : tasa de almacenamiento de calor corporal debido al incremento de la temperatura interna asociado a la tasa metabólica (en W/m^2).
- E : flujo de calor por evaporación de la piel (en W/m^2).
- E_{max} : flujo máximo de calor por evaporación en la superficie de la piel (en W/m^2).
- E_p : flujo de calor por evaporación estimado (en W/m^2).
- E_{req} : flujo de calor por evaporación requerido (en W/m^2).
- E_{res} : flujo de calor por evaporación debido a la respiración (en W/m^2).
- f_{cl} : factor de área de ropa.
- h_{cdyn} : coeficiente dinámico de transferencia de calor por convección (en $W/m^2 \times ^\circ K$).
- h_r : coeficiente de transferencia de calor por radiación (en $W/m^2 \times ^\circ K$).
- K : flujo de calor por conducción (en $W/m^2 \times ^\circ K$).



- M : tasa metabólica.
- p_a : presión parcial de vapor de agua (en kilopascales).
- $p_{sk,s}$: presión de vapor de agua saturado a la temperatura de la piel (en kilopascales).
- R : flujo de calor por radiación (en $W/m^2 \times ^\circ K$).
- r_{req} : eficiencia evaporativa requerida de la sudoración.
- R_{tdyn} : resistencia dinámica total a la evaporación de la ropa y la capa límite de aire ($m^2 \times kpa/w$).
- S : tasa de almacenamiento de calor del cuerpo (en W/m^2).
- S_{eq} : almacenamiento de calor corporal debido al incremento de la temperatura interna asociada a la tasa metabólica (en W/m^2).
- SW_{max} : tasa de sudoración máxima (en W/m^2).
- SW_p : tasa de sudoración estimada (en W/m^2).
- SW_{req} : tasa de sudoración requerida (en W/m^2).
- t_a : temperatura del aire (en $^\circ C$).
- t_{cr} : temperatura interna (en $^\circ C$).
- t_{rm} : temperatura radiante media (en $^\circ C$).
- $t_{re,max}$: temperatura rectal máxima aceptable (en $^\circ C$).
- t_{sk} : temperatura media de la piel (en $^\circ C$).
- V : tasa de ventilación respiratoria (en l/min).
- v_a : velocidad del aire (m/s).
- w : mojadura de la piel.
- w_{max} : mojadura máxima de la piel.
- w_p : humedad estimada de la piel.
- w_{req} : humedad requerida de la piel.
- W : potencia mecánica efectiva (en W/m^2).



II. PLANES DE ACTUACIÓN

Además de las medidas señaladas en el punto correspondiente, y como parte integral de su plan de prevención, las empresas deberían implementar, previa consulta y participación de los representantes de los trabajadores en materia de prevención, un plan de acción a activar cuando las condiciones de trabajo puedan suponer un riesgo por exposición a temperaturas altas.

Su elaboración requeriría de los siguientes **pasos**:

- **Identificar** aquellos puestos de trabajo con exposición al calor y las condiciones de trabajo asociadas que pudieran afectar a su evaluación (*véase checklist del Anexo III*).
- Seleccionar un método de **valoración de riesgo** que sirva de criterio para aplicar las distintas medidas. Se recomienda para ello la utilización de métodos simplificados como el Índice de sensación térmica (Heat Index) elaborado por AEMET o el índice WBGT (considerando las limitaciones metodológicas impuestas por ambos métodos y/o el uso de ropa gruesa, equipos de protección individual y/o esfuerzos físicos severos, que requerirían una evaluación y adopción de medidas más estrictas).
- **Planificar las acciones** a realizar estableciendo una serie de medidas preventivas acordes a cada nivel de riesgo. En su elaboración se recomienda considerar, al menos, los siguientes aspectos:
 - Medidas técnicas y organizativas a aplicar.
 - Identificación de trabajadores especialmente sensibles a la exposición al calor.
 - Formación necesaria de los trabajadores (*véase Anexo IV*), incluyendo síntomas y efectos en la salud de la exposición al calor, primeros auxilios básicos y respuesta ante hipotéticas emergencias (*véase Anexo V*).
 - Medios para el control y supervisión del estado de salud de los trabajadores (por ejemplo, mediante técnicas de registro fisiológico sencillas, observación, aplicación de cuestionarios subjetivos, etc.)
- **Formar e informar** a mandos y trabajadores sobre el contenido del Plan de actuación.
- **Activar** el Plan cuando se cumplan los criterios establecidos para ello.
- **Revisar**, junto con los trabajadores, sus representantes y los mandos intermedios, la efectividad del Plan y sus posibles mejoras.



A modo de ejemplo, OSHA facilita un Plan de Acción a implementar tomando como punto de partida los criterios establecidos en la herramienta Heat Index²¹:

■ **Nivel de riesgo más bajo: precaución (índice: 27°C – 32°C):**

- Proporcionar **agua** potable (preferible a las bebidas azucaradas o que contengan cafeína) en cantidades adecuadas (se recomienda beber pequeñas cantidades de agua frecuentemente antes de que sientan sed) y en lugares apropiados y visibles próximos al puesto de trabajo.
- Asegurarse de la disponibilidad de una **atención médica cercana** (ya fuere por la presencia de personal capacitado o por información del centro médico más cercano).

En el supuesto de que ciertas condiciones de trabajo (índice próximo al nivel superior, uso de EPI, carga de trabajo o ubicación del puesto²²) así lo aconsejaran, se recomienda adoptar las siguientes medidas adicionales:

- Implementar las medidas referidas para el nivel de riesgo moderado.
- Supervisión especial con objeto de reconocer los primeros síntomas relacionados con la exposición al calor.
- Establecer un plan de aclimatación para aquellos trabajadores nuevos, que retornen al trabajo o que realicen actividades extenuantes.
- Recomendar el uso de protección solar, protección ocular adecuada y/o sombreros (o gorras).
- Facilitar (o identificar) áreas de sombra.

■ **Nivel de riesgo moderado: precaución extrema (índice: 33°C – 40°C)**

- Continuar con las medidas adoptadas en el nivel anterior.
- **Informar** a los trabajadores de las condiciones ambientales previstas para dicha jornada y repasar los síntomas y las medidas a adoptar en caso de identificar un posible daño por exposición a calor.
- Incrementar la ingesta de agua (aproximadamente unos cuatro vasos por hora).

21. Dado que la tabla original de valores se expresa en la escala Fahrenheit, para la adaptación del criterio en grados Celsius se han tomado como referencia los valores equivalentes establecidos en la versión publicada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

22. Por ejemplo, la ubicación de determinados puestos de trabajo al sol, tal y como se indica en la tabla de AEMET, pueden elevar el índice hasta 8°C.



- **Aclimatación** de aquellos trabajadores de reciente incorporación o que se reincorporen al trabajo (vía aumento de los períodos de descanso y la gradación de la carga de trabajo).
 - Evitar la realización de trabajos en **solitario**, asignando un compañero (es probable que un trabajador sea incapaz de reconocer y valorar adecuadamente sus propios síntomas).
 - **Vigilancia** por los supervisores de los síntomas y de la adopción de las medidas recomendadas (ingesta de agua, utilización de espacios en sombra, etc...).
 - Implementar medidas propias del nivel de riesgo alto en caso de índice próximo al nivel superior, uso de EPI, carga de trabajo o ubicación del puesto.
- **Nivel de riesgo alto: peligro (índice: 41°C – 53°C)**
- Aplicar las medidas señaladas en los puntos anteriores y, adicionalmente:
 - Presencia de **recurso preventivo**²³.
 - Se recomienda **reprogramar** el trabajo para cuando el índice de calor sea menor (primera hora de la mañana, última de la tarde o noche); en su defecto, asignar horarios de trabajo/descanso si el trabajo no pudiera interrumpirse.
 - Facilitar áreas con presencia de aire acondicionado o **lugares frescos** y con sombra cerca del área de trabajo para los descansos y periodos de recuperación (que, en todo caso, deberán respetar las prescripciones presentes en el Anexo V del Real Decreto 486/97).
 - **Aclimatación** de todos los trabajadores.
 - Mantener una **comunicación** adecuada entre supervisores y subordinados en todo momento.
 - Adoptar las medidas descritas en el punto siguiente (Nivel de riesgo peligro extremo) si el índice se aproxima a 54°C, el trabajo se realiza al sol, o en función del uso de determinados EPI (por ejemplo, prendas pesadas, no transpirables o impermeables de protección química), carga de trabajo o ubicación del puesto.
- **Nivel de riesgo muy alto: extremadamente peligroso (índice superior a 54°C).**

23. El apartado 1 del artículo 22 bis del Real Decreto 39/97 habilitaría la presencia de un recurso preventivo, con independencia de la modalidad de organización preventiva adoptada, cuando «...los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo» (párrafo a), lo que requeriría la identificación previa en la evaluación de riesgos «...ya sea la inicial o las sucesivas...» de aquellos «... riesgos que puedan verse agravados o modificados por la concurrencia de operaciones sucesivas o simultáneas»(apartado 2 del artículo).



- Aplicar las medidas señaladas en los puntos anteriores y, adicionalmente:
- **Re programe** todo trabajo al aire libre no imprescindible; en su defecto, permita que la hora de inicio sea más temprano, divida los turnos o use los turnos de tarde y noche.
- En aplicación del artículo 21 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, **detenga** el trabajo si observa que las medidas de control no son suficientes o no son aplicables.
- Si técnicamente es factible, proporcione medios personales de **enfriamiento** a los trabajadores.

En caso de **obras de emergencia y trabajo esencial** que no se pueda reprogramar:

- **Informe** a los trabajadores de las condiciones ambientales previstas.
- **Revise** la información sobre síntomas, disponibilidad de medidas a adoptar en el puesto de trabajo y medidas de emergencia en caso de identificar daños derivados de la exposición a calor.
- Asegúrese de la disponibilidad de suficiente **agua** fresca en las proximidades del puesto de trabajo; establezca y supervise un horario definido para la ingesta de agua.



III. PLANIFICACIÓN DIARIA PARA CLIMAS CALUROSOS: LISTA DE VERIFICACIÓN DIARIA²³

■ Agua

- ¿Hay suficiente **agua potable** fresca cerca de los trabajadores?
- En el supuesto de existencia de **grifos** próximos, ¿Se someten a un adecuado mantenimiento?

■ Sombra

- ¿Hay **sombra** o **aire acondicionado** disponible para los descansos y/o en caso que los trabajadores necesiten recuperarse?

■ Información a los Trabajadores

- ¿Se informa a los trabajadores de la necesidad de:
 - **Beber** agua con frecuencia?
 - **Descansar** en la sombra (o en sitios más frescos)?
 - Informar rápido acerca de los **síntomas** relacionados con el calor?

■ Formación

- ¿Conocen los trabajadores:
 - los **signos** y **síntomas** de las enfermedades relacionadas al calor?
 - las **precauciones** adecuadas para prevenir daños relacionados al calor?
 - la importancia de la **aclimatación**?
 - la importancia de **beber** agua con frecuencia (incluso cuando no se siente sed)?
 - los pasos a seguir cuando alguna persona tiene síntomas?

23. Tomado de JACKLITSCH, B., WILLIAMS, J.W., MUSOLIN, K., COCA, A., KIM, J-H & TURNER, N.: «Occupational Exposure to Heat and Hot Environments: Revised Criteria 2016», National Institute for Occupational Safety and Health.



■ Emergencias

- ¿Saben todos a quién **notificar** en caso de una emergencia?
- ¿Saben los trabajadores explicar cuál es su **ubicación** si es necesario llamar a una ambulancia?
- ¿Saben todos quién va a proporcionar los **primeros auxilios**?

■ Monitoreo Fisiológico

- ¿Se **vigila** el estado de salud de forma necesaria a los trabajadores si el nivel de riesgo es alto o muy alto?

■ Presencia de recurso preventivo

- En caso de que el índice de calor sea alto y muy alto/extremo, ¿hay una persona en el lugar de trabajo que esté bien informada acerca de las enfermedades relacionadas al calor, que sea capaz de determinar horarios de trabajo/descanso adecuados y que puede realizar el monitoreo fisiológico, según sea necesario?



IV. CONTENIDO RECOMENDADO DE LA ACCIÓN FORMATIVA

(Fuente: Ídem ANEXO II)

- Diferentes tipos de enfermedades relacionadas al calor, incluyendo la forma de reconocer los signos y síntomas comunes.
- Factores que pueden causar enfermedades relacionadas al calor
 - Ambientales:
 - Alta temperatura y humedad
 - Exposición directa al sol (sin sombra) o calor extremo
 - Movimiento limitado del aire (no hay brisa o viento)
 - Específicas al trabajo:
 - Esfuerzo físico
 - El uso de ropa y equipo de protección abultado
 - Personales:
 - Deshidratación
 - Malas condiciones físicas o problemas de salud actuales
 - Enfermedad renal
 - Algunos medicamentos
 - Embarazo
 - La falta de exposición previa a lugares de trabajo en condiciones calurosas
 - Alcoholismo
 - Medidas de prevención de daños causados por el calor, incluyendo:
 - Hidratación: importancia de beber pequeñas cantidades de agua a menudo.
 - La aclimatación y cómo llevarla a cabo.



Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

ANEXOS



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

- Información inmediata al supervisor sobre los síntomas de daños asociados al calor.
- Preparación y respuesta ante emergencias relacionadas al calor:
 - Procedimientos para responder ante posibles daños relacionados al calor.
 - Procedimientos a seguir cuando se comuniquen con los servicios médicos de emergencia.
 - Procedimientos para garantizar que se proporcionen instrucciones claras y precisas sobre la ubicación del lugar de trabajo a los servicios médicos de emergencia.



V. CÓMO RESPONDER ANTE SITUACIONES DE EMERGENCIA RELACIONADAS AL CALOR

(Fuente: Ídem ANEXO II)

Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

ANEXOS



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada

Insolación	<ul style="list-style-type: none"> - Piel enrojecida, caliente y seca o sudoración excesiva - Temperatura corporal muy alta - Confusión - Convulsiones - Desmayo 	<ul style="list-style-type: none"> - Llame al 112 - Mientras espera por ayuda: - Coloque al trabajador a la sombra, en un área fresca - Afloje la ropa, quite la ropa exterior - Dé aire al trabajador, coloque paquetes de hielo en las axilas - Moje al trabajador con agua fría, aplique compresas frías o hielo si está disponible - Proporcione líquidos (preferentemente agua) tan pronto como sea posible - Quédese con el trabajador hasta que llegue ayuda
Agotamiento por el calor	<ul style="list-style-type: none"> - Piel fría y húmeda - Sudoración profusa - Dolor de cabeza - Náuseas o vómitos - Mareo - Aturdimiento - Debilidad - Sed - Irritabilidad - Pulso rápido 	<ul style="list-style-type: none"> - Procure que el trabajador se siente o se acueste en la sombra en un área fresca - Dele a beber agua u otras bebidas frescas en cantidades abundantes - Refresque al trabajador con compresas de agua fría/hielo - Lívelo a una clínica o sala de emergencias para una evaluación y tratamiento médico si los signos o síntomas empeoran o no mejoran en 60 minutos - El trabajador no debe volver al trabajo ese día
Calambres por calor	<ul style="list-style-type: none"> - Espasmos musculares - Dolor (Por lo general, en abdomen, brazos o piernas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Procure que el trabajador descanse en la sombra, en un área fresca - Procure que el trabajador tome agua u otra bebida fría - Espere unas horas antes de permitir que el trabajador vuelva al trabajo pesado - Busque atención médica si los calambres no desaparecen
Sarpullido	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeños grupos de ampollas en la piel (Aparece a menudo en el cuello, parte superior del pecho, pliegues de la piel) 	<ul style="list-style-type: none"> - Si es posible, trate de trabajar en un lugar más fresco y menos húmedo - Mantenga seca la zona afectada

* Recuerde, si usted no es un profesional de la salud, use esta información solamente como una guía para ayudar a proteger a los trabajadores en caso de necesidad.





VI. EJEMPLO DE FOLLETO INFORMATIVO

Guía de
prevención
de riesgos
laborales
por exposición
al calor

Si trabajando al **aire libre** se superan estas condiciones:

ANEXOS



Página actual/
total



Ir al Índice



Buscar: (ctrl + f)



Ir a Portada



Comunidad
de Madrid

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)																		
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
HUMEDAD RELATIVA (%)	45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	61	64	
	50	27	28	30	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62			
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62				
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63					
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63						
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63							
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62								
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61									
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65									
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64										
	95	31	35	38	42	47	51	57	62											
	100	32	36	40	44	49	54	60												

O, estando trabajando en un **local**, se superan los siguientes niveles:

- **27 °C** si realiza trabajos sedentarios (o **25 °C** si realiza trabajos ligeros como andar, trabajos manuales, uso de herramientas portátiles)

- Humedad relativa superior al **70%**.

o, alternativamente:

- Siente su piel empapada o sensación de **calor insoportable** en cara o manos.
- Se expone a fuertes corrientes de **aire caliente**.
- Realiza **trabajos intensos** o muy intensos (palear, serrar, manipular cargas pesadas, anda rápido, subir escaleras, trabajar a gran ritmo).



- Utiliza **ropa especial** amplia y pesada (o traje de protección completo con guantes, capucha y calzado).
- **Suda** abundantemente, tiene mucha **sed** y tiene que bajar el ritmo de trabajo.

sería necesario realizar o revisar **la evaluación de riesgos**.

¿QUÉ PUEDE OCURRIRME SI ME EXPONGO A ALTAS TEMPERATURAS? ¿CÓMO DEBO ACTUAR?

Los daños por exposición a altas temperaturas pueden variar desde un simple sarpullido a un **golpe de calor** que, en determinadas condiciones pueden provocar el fallecimiento.

Daños	Síntomas	Actuaciones
Sarpullido	<ul style="list-style-type: none"> – Pequeñas ampollas en cuello, pecho y pliegues. 	<ul style="list-style-type: none"> – Trabaje en lugares más frescos y menos húmedos. – Mantenga seca la zona afectada.
Calambres	<ul style="list-style-type: none"> – Espasmos musculares. – Dolor en extremidades o abdomen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Descanse a la sombra. – Beba agua u otra bebida fría. – Si no desaparece, busque atención médica.
Agotamiento	<ul style="list-style-type: none"> – Sudoración intensa (piel fría y húmeda). – Cefalea, náuseas o mareos. – Debilidad o aturdimiento. – Sed. – Irritabilidad. – Pulso rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> – Descanse (tumbado o sentado) a la sombra. – Beba agua u otra bebida fría. – Refresque con compresas frías o hielo. – Si los síntomas no mejoran en una hora, acudir a urgencias. – No reanudar la jornada laboral.
Golpe de calor	<ul style="list-style-type: none"> – Piel enrojecida y caliente (temperatura corporal muy alta). – Confusión. – Convulsión. – Desmayo o pérdida de conciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> – Llamar al 112 (indicando su ubicación). – No deje al trabajador solo. – Mientras tanto: <ul style="list-style-type: none"> – Coloque al trabajador en la sombra. – Retire o afloje la ropa. – Facilite aire al afectado. – Ofrezca líquidos para beber. – Moje o aplique compresas frías o hielo.





SI SOY TÉCNICO ¿CÓMO PUEDO EVALUAR EL RIESGO DE EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS?

En función del nivel de complejidad, podrán utilizarse los siguientes métodos y herramientas:

- Heat Index (AEMET).
- Método EVALTER-OBS (INSHT).
- Índice WBGT (UNE EN ISO 27243). Se dispone de aplicación informática: <https://herramientasprl.insst.es/higiene/estres-termico-indice-wbgt>.
- Índice de Sobrecarga Térmica Esperada (UNE EN ISO 7933). Se dispone de un calculador: <https://herramientasprl.insst.es/higiene/sobrecarga-termica-estimada>

¿QUÉ MEDIDAS PUEDO ADOPTAR COMO EMPRESARIO PARA COMBATIR LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS?

En **locales cerrados** pueden adoptarse las siguientes medidas:

- Instale **toldos, persianas, estores** o dobles ventanas.
- Aísle paredes, suelos y/o techos.
- **Aísle o apantalle** aquellas fuentes generadoras de calor (**equipos** de trabajo, **instalaciones, procesos...**).
- Implemente (y mantenga adecuadamente) sistemas y equipos de **ventilación y climatización** (considerando que la velocidad de la corriente no podrá superar los **0.25 m/s** en trabajos sedentarios ni **0.35 m/s** para el resto de trabajos).

Adopte **medidas organizativas** tales como:

- Reducir la **carga física** de la actividad (permitiendo la **autorregulación** del ritmo de trabajo, **repartiendo** la misma tarea entre varios trabajadores...)
- Reduzca el tiempo de exposición (por ejemplo, mediante **rotación** de puestos, aumento de tiempos de **descanso, alternancia** en la ejecución de tareas penosas...)
- **Planificación** y modificación de los **horarios y procedimientos** de trabajo de tal modo que determinadas actividades se realicen cuando las condiciones sean más favorables (en sombra u horarios con menor temperatura).



- Limitación de la **duración de la jornada** de trabajo, evitando los horarios de mayor calor.
- **No** trabajar **solo**.

Por último, y a nivel de **gestión preventiva**:

- Incluya (o revise) en la **evaluación de puestos** de trabajo los riesgos asociados a la exposición a altas temperaturas (sobre todo si se desarrollan actividades al aire libre o procesos generadores de calor).
- Elabore un **plan de acción** adecuando las medidas a adoptar en función del nivel de riesgo detectado.
- Establezca un plan de **aclimatación** durante los primeros días de exposición (por aumento súbito de temperaturas o ausencia prolongada), reduciendo la actividad y aumentándola progresivamente.
- **Forme e informe** adecuadamente a sus trabajadores sobre los peligros, riesgos y medidas a adoptar en caso de exposición a altas temperaturas.
- Desarrolle una adecuada **vigilancia de la salud**, fomentando la participación de los trabajadores en los pertinentes reconocimientos médicos (sobre todo aquellos con antecedentes, enfermedades crónicas o bajo medicación) y aplicando protocolos de vigilancia adecuados.

¿Y SI SOY TRABAJADOR?

- Infórmese de la **previsión meteorológica** para la jornada.
- Informe a sus superiores de todo **problema** que pueda suponer un aumento de riesgo: fallos de abastecimiento de **agua**, de **climatización**, **ropa** de trabajo inadecuada...
- Regule su **ritmo de trabajo**, descansando en **lugares frescos** cuando sienta calor.
- Cese su **actividad** si se siente mal; solicite **ayuda** (incluso médica).
- **Hidrátese** adecuadamente: ingiera de manera moderada (pero continua) bebidas (preferentemente agua fresca), evitando el alcohol y bebidas excitantes o azucaradas.
- Mantenga una **dieta** equilibrada, evitando dulces, alimentos hipercalóricos y comidas copiosas. No consuma drogas.
- Vista **ropa** adecuada (ligera y fresca al aire libre o aislante y reflectante en presencia de fuentes de alto poder radiante).

BIBLIOGRAFÍA





Legislación:

Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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.

Real Decreto 1215/1997 que establece las medidas mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de marzo de 1971).

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de normas básicas de seguridad minera.

Real Decreto 3255/1983, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Minero.

Real Decreto 1561/95, de 21 de septiembre sobre jornadas especiales de trabajo.

Guías Técnicas INSHT:

Real Decreto 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 486/10, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.

Notas Técnicas de Prevención:

NTP 279: «Ambiente térmico y deshidratación». NOGAREDA CUIXART, S.

NTP 322: «Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT». LUNA MENDOZA, P.

NTPs 922/923: «Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos». MONROY MARTÍ, E. & LUNA MENDOZA, P.



Normas técnicas:

UNE EN ISO 7243:2017 «Ergonomía del ambiente térmico: Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo)» (ISO 7243:2017) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2017).

UNE EN ISO 7933:2005 «Ergonomía del ambiente térmico: Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada» (ISO 7933:2004). AENOR, mayo de 2005.

UNE EN ISO 8996:2005 «Ergonomía del ambiente térmico: Determinación de la tasa metabólica». AENOR, junio 2005.

UNE EN ISO 9886:2004 «Ergonomía: Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas» (ISO 9886:2004). AENOR, diciembre de 2005.

UNE EN ISO 9920:2009 «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 por AENOR en junio de 2010).

Otras fuentes:

ARMENDARIZ PEREZ DE CIRIZA, P. «EVALTER-OBS: Método simple de evaluación de molestias térmicas y riesgos debidos al estrés térmico por observación directa de las condiciones de trabajo». INSHT, 2010.

BETHEA; D. & PARSONS, K.: «The development of a practical heat. Stress assessment methodology for use in UK industry». HSE, 2002.

CARRIÓN FITE, F.J.: «Materials pel disseny de productes textils: poliéster». Universidad Politécnica de Catalunya, 2014.

CEPYME Aragón: «Guía de prevención de riesgos laborales asociados al estrés térmico mediante el uso de tecnologías innovadoras». Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, 2019.

Fundación Laboral de la Construcción: «Buenas prácticas para la prevención de riesgos laborales de los trabajadores expuestos a condiciones climatológicas adversas». Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, 2015.

GARCÍA SANZ, M^a P.: «La evaluación del ambiente térmico caluroso. Escenario normativo». INSHT, 2014.

– «Trabajar con calor». INSHT, 2012.



ISTAS-CCOO: «Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud. ¿Qué hay que saber?». Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, 2017.

JACKLITSCH, B., WILLIAMS, J., MUSOLIN, K., COCA, A., KIM, J-H. & TURNER, N.: «Occupational exposure to heat and hot environments: Revised criteria». NIOSH, 2016.

LILJEGREN, J.: «OSHA Technical Manual: Heat Stress». OSHA, 2013.

LÓPEZ ALMANSA, E.: «Golpe de calor en construcción». IRSST, 2019.

MARTÍ, M., GISBERT-PAYA, J., BINET-ARACIL, M.A., JOVANCIC, P., LIS, M.J. & CODERCH, L.: «Increased Comfort of Polyester Fabrics». Revista Polymers, 2021.

ORTEGA GALACHO, J.A.: «Evaluación del riesgo de estrés térmico». Apuntes técnicos del INVASSAT 20/3, Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2020.

– «Índice WBGT: Revisión del método». Apuntes técnicos del INVASSAT AT-220102, Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2022.

VOGT, J.J. (Director): «Calor y frío». Enciclopedia OIT (cap.42), 2000.

VVAA: «Tabla de valores de sensación térmica por calor». AEMet, 2014.

– «Entornos calurosos en el sector de la hostelería, la restauración y el catering» E-fact nº 27, Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), 2008.

– «Estrés térmico». Secretaría de Salud Laboral (CCOO Madrid), 2019.

– «Vigilancia y control de los efectos de las olas de calor 2022: Plan de respuesta ante los riesgos». Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, 2022.

– «Variables meteorológicas y salud». Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, 2006.

– «Notas prácticas: Golpe de calor». ERGA-Noticias nº 89, INSHT, 2005.

– «Protocolo para el trabajo en época de altas temperaturas». Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2012.

– «Occupational safety and health guidance manual for hazardous waste site activities». NIOSH, 1985.

– «Estrés térmico: Recomendaciones». OSALAN, 2019.

– «Uso del índice de calor: Una guía para los empleadores». OSHA, 2013.



FORMACIÓN E
INFORMACIÓN

EJE 3

Riesgos emergentes en la organización del trabajo

Guía de prevención de riesgos laborales por exposición al calor

CCOO ****
comisiones obreras de Madrid

ceim
CONFEDERACIÓN
EMPRESARIAL
DE MADRID
CEOC

UGT 
Madrid

IRSSST
Instituto Regional
de Seguridad y Salud
en el Trabajo

Instituto Regional de Seguridad
y Salud en el Trabajo

C/ Ventura Rodríguez, 7 - 28008 Madrid
Tfno. 900 713 123
www.comunidad.madrid