



ESTRÉS TÉRMICO

Herramientas

y estrategias de prevención

EDICIÓN 2024



Kit de herramientas para el
**ESTRÉS
TÉRMICO**



Acerca de esta Guía

La OHCOW se asoció con el CROSH para revisar y actualizar la Guía de Concienciación sobre el Estrés Térmico elaborada por el OHSCO en 2009. Con el apoyo de los socios del Sistema de Prevención de Salud y Seguridad de Ontario (a través del Comité Directivo de Prevención de Enfermedades Profesionales) y de los sindicatos locales, identificamos las áreas que requerían mejoras o revisiones, ¡y así nació el concepto del kit de herramientas!



**Kit de herramientas para el
ESTRÉS
TÉRMICO**



Reconocimiento del territorio

Los redactores y colaboradores de esta guía reconocen que nuestro trabajo se desarrolla en territorios indígenas tradicionales de toda la provincia. Reconocemos que hay 46 tratados y otros acuerdos que cubren el territorio que ahora se llama Ontario. Estamos agradecidos de poder trabajar y vivir en estos territorios. Estamos agradecidos con las Primeras Naciones, los Métis y los Inuit que han cuidado de estos territorios desde tiempos inmemoriales y que siguen contribuyendo al fortalecimiento de Ontario y de todas las comunidades de la provincia.

Reconocimiento de la financiación

Esta guía ha sido financiada por el Ministerio de Trabajo, Inmigración, Capacitación y Desarrollo de Competencias de Ontario (MLITSD por sus siglas en inglés). Las opiniones expresadas en esta guía son las de sus autores y no reflejan necesariamente las del MLITSD.

Hemos desarrollado el *Kit de Herramientas para el Estrés Térmico* con el fin de ayudar a aquellos que apoyan y protegen a los trabajadores expuestos al calor, incluyendo:

- empresarios • directivos • supervisores • compañeros de trabajo
- miembros del Comité Conjunto de Seguridad y Salud (JHSC por sus siglas en inglés)
 - representantes de salud y seguridad
 - representantes sindicales en el lugar de trabajo

Los sindicatos, las asociaciones empresariales y los profesionales de la salud y la seguridad también pueden considerar útil esta información.

Descargo de responsabilidad

La Laurentian University (LU), el Centre for Occupational Safety and Health (CROSH) y Occupational Health Clinics for Ontario Workers (OHCOW) reconocen que cada empresa debe desarrollar políticas y planes contra el estrés térmico aplicables a su lugar de trabajo y cumplir la legislación pertinente. Aunque la información suministrada está actualizada en el momento de su impresión, incluidas las referencias a la legislación y la práctica establecida, puede quedar desfasada o incompleta con el paso del tiempo.

La LU, el CROSH y la OHCOW no garantizan que la información que contiene esta guía sea absolutamente correcta o suficiente. La LU, el CROSH y la OHCOW no asumen ninguna responsabilidad al respecto; tampoco se puede asumir que este material contenga todas las medidas de seguridad aceptables, ni que no se requieran otras medidas o medidas adicionales en circunstancias particulares o excepcionales.

La OHCOW no asume responsabilidad alguna por el uso que se haga de la información.

ISBN: 978-1-7383931-2-1

Se recomienda y fomenta el uso, reproducción y duplicación de este manual.

© 2024. Este trabajo tiene licencia abierta CC BY 4.0.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
Por qué es necesaria esta guía?.....	1
A quién va dirigida esta guía?.....	2
Principes de base de la prévention du stress thermique.....	2
Fundamentos de la prevención del estrés térmico.....	4
Estudio de caso: Recomendación inesperada para controlar el estrés térmico en el lugar de origen.....	6
Autogestión asistida	7
Ante Todo, Lo Primero.....	7
Capacitación.....	7
Situación de exposición.....	8
Aspectos Clave De La Capacitación.....	9
Efectos agudos en la salud.....	9
Efecto crónico sobre la salud.....	12
Arrastre de calor.....	12
Plan De Respuesta Al Calor Basado En Estimaciones	
Humidex/Wbgt (Tlv Simplificado).....	13
Paso 1: Capacitación.....	14
Paso 2: Seleccionar un lugar de medición.....	14
Paso 3: Medir el Humidex en el lugar de trabajo.....	14
Paso 4: Adaptación a la ropa.....	17
Paso 5: Adaptación al calor radiante.....	17
Recursos/capacidades técnicas.....	17
Estudio de caso: Transición de TLV de la ACGIH (WBGT) al Humidex ..	20
Estudio de caso: De Humidex a TLV de la ACGIH (WBGT).....	21
Medición De Tlv / Detalle De Tlv (Acgih).....	21
Supervisión fisiológica de TLV.....	23
Anexo A: Referencias.....	25
Anexo B: Definiciones	26
Anexo C: Investigación y apoyo.....	28
Anexo D: Ejemplo de Procedimiento Operativo Estándar (SOP).....	29
Anexo 1: Tabla de conversión del Humidex	36
Anexo 2: Tabla de conversión estimada de la WBGT.....	37
Anexo 3: Valores de ajuste de la ropa	39

INTRODUCCIÓN

Por qué es necesaria esta guía?

Reflexione sobre su propia **experiencia** y pregunte a los demás: todo el mundo conoce a alguien que ha sufrido un estrés térmico. Ya sea el sarpullido que aparece durante los primeros días calurosos de la primavera; el mareo que se siente al levantarse demasiado deprisa cuando hace calor; los calambres musculares cuando se trabaja duro cuando hace calor; sentir que los músculos ceden por agotamiento; estar deshidratado con un fuerte dolor de cabeza; o incluso sufrir una "insolación" (golpe de calor). Todo el mundo ha sufrido estrés térmico en algún grado, o al menos conoce a alguien que lo ha sufrido. La aceleración del calentamiento global hace prever que estas experiencias serán cada vez más frecuentes.

El efecto del cambio climático en la experiencia actual y futura del estrés térmico por calor de los trabajadores de Ontario está bien documentado en el Informe Técnico de Evaluación Provincial del Impacto del Cambio Climático de Ontario. En comparación con los años 1980 y 2010, "a nivel regional, los días de calor extremo ya son frecuentes en el suroeste, el centro y el este de Ontario (todos con una media de entre 8.6 y 9.1 [días/año con una temperatura máxima diaria superior a 30°C])" (CRI, 2023).

Como se muestra en este gráfico, para los años 2022 y 2023, el número de días al año con una temperatura máxima diaria superior a 30°C ha estado por encima de esta cifra promedio. Según la legislación vigente, los empresarios tienen la obligación general, en virtud del artículo 25(2)(h) de la Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo, de "tomar todas las precauciones razonables en las circunstancias para la protección de un trabajador". Para fines de cumplimiento, el Ministerio de Trabajo, Inmigración, Capacitación y Desarrollo de Competencias (MLITSD) basa su interpretación de lo que es razonable en las circunstancias como el cumplimiento del actual Valor Límite Umbral (TLV por sus siglas en inglés) para el estrés térmico y la tensión, según lo publicado por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH por sus siglas en inglés), cualquier futura regulación del estrés térmico se basará previsiblemente en el TLV de la ACGIH.

Estos valores se basan en evitar que la temperatura central de los trabajadores no aclimatados supere los 38 °C.

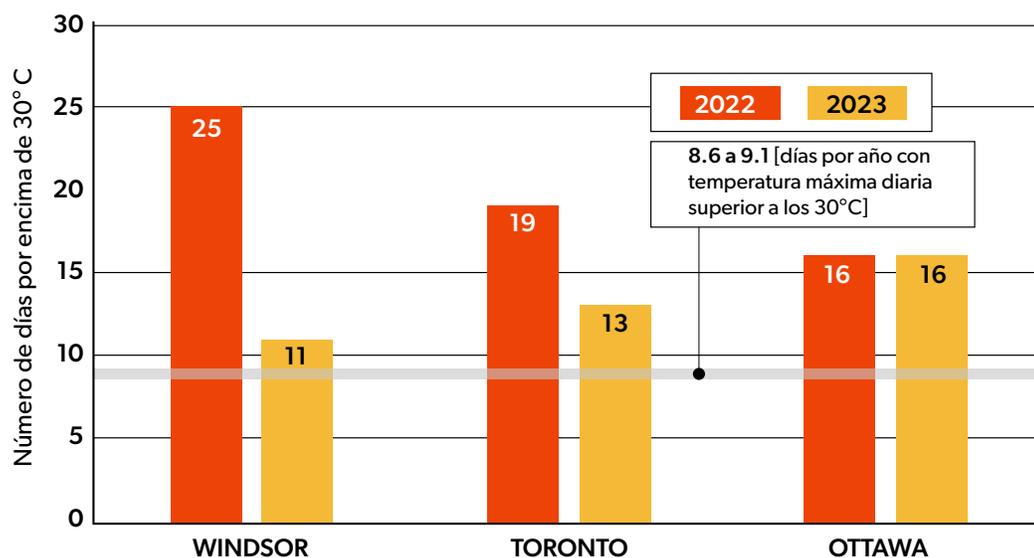


Gráfico 1. Número de días con una temperatura máxima diaria superior a 30°C en tres ciudades de Ontario, donde la línea amarilla indica la media de 8.6-9.1 días/año con la temperatura máxima diaria superior a 30°C (CRI, 2023).

Para ayudar en este proceso, la OHCOW, el CROSH, las asociaciones de salud y seguridad (HSA por sus siglas en inglés) y representantes de diversos sindicatos han proporcionado una actualización de la herramienta original de prevención del estrés térmico, desarrollada por el **Occupational Health and Safety Council of Ontario** hace más de 25 años. Manteniendo los objetivos básicos del documento anterior, este Kit de Herramientas para el Estrés Térmico responde a la necesidad de muchos lugares de trabajo de adoptar un enfoque más sencillo para gestionar el estrés térmico.

Además de la información básica actualizada proporcionada en la guía de concienciación del OHSCO de 2009, este manual ofrece **herramientas adicionales** para diferentes situaciones en el lugar de trabajo, pero todas ellas coordinadas y basadas en el TLV (Valor Límite Umbral) de Estrés Térmico/Tensión Térmica de la ACGIH de **2023**. *El Kit de Herramientas para el Estrés Térmico* incluye una calculadora en línea para controlar y gestionar eficazmente el estrés térmico.

A quién va dirigida esta guía?

Las personas a las que va dirigida esta Herramienta de Prevención son aquellas que apoyan y protegen a los trabajadores expuestos al calor. Esto incluye a empresarios, directivos, supervisores, compañeros de trabajo, Miembros del Comité Conjunto de Seguridad y Salud (JHSC), representantes de salud y seguridad y representantes sindicales en el lugar de trabajo. Los sindicatos, las asociaciones empresariales y los profesionales de la salud y la seguridad también pueden considerar útil esta información.

Fundamentos de la prevención del estrés térmico

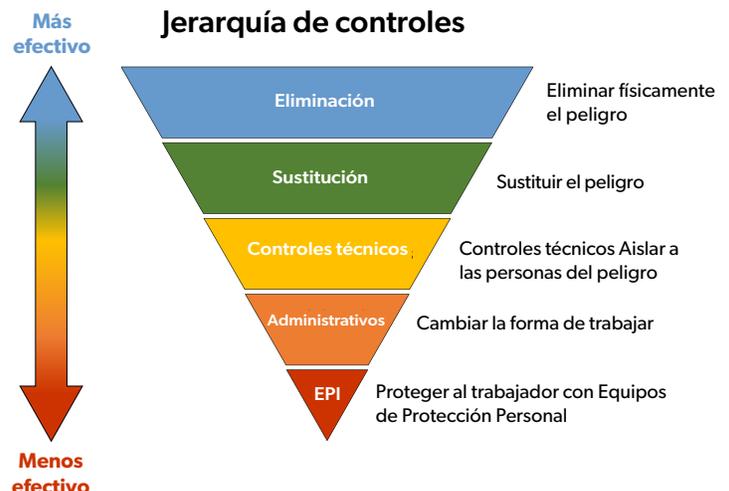
El concepto de jerarquía de controles es un enfoque fundamental en la gestión de la salud y la seguridad en el trabajo, destinado a eliminar y contener los riesgos asociados a los peligros, incluido el estrés térmico. El estrés térmico se produce cuando el cuerpo no puede eliminar el exceso de calor, lo que provoca enfermedades relacionadas con el calor como sarpullidos, calambres, agotamiento y golpes de calor.

La gestión eficaz del estrés térmico en el lugar de trabajo implica la aplicación de controles basados en la jerarquía de controles, dando prioridad a los métodos que protegen a todos eliminando el peligro o reduciendo la exposición.

En la parte superior de la jerarquía están la eliminación y la sustitución. En el contexto del estrés térmico, la eliminación implica remover la fuente de calor o sustituir procesos para reducir la generación de calor. Sin embargo, en muchos lugares de trabajo, como las obras al aire libre o las fundiciones, eliminar la fuente de calor puede no ser factible. La sustitución puede implicar el uso de equipos que generen menos calor o la programación del trabajo a horas más frescas del día.

El siguiente nivel son los controles técnicos, que se centran en aislar a las personas del peligro por medios físicos. Esto puede incluir el aumento de la ventilación, el uso de aire acondicionado en espacios interiores o la instalación de escudos térmicos y barreras reflectantes en exteriores. Los controles técnicos tienen por objeto reducir la temperatura ambiente y la exposición a fuentes directas de calor.

Los controles administrativos y los equipos de protección personal (EPP) son los siguientes niveles en la jerarquía. Los controles administrativos implican cambiar cómo o cuándo se realiza el trabajo para reducir la exposición al calor. Esto puede incluir la rotación de funciones en el trabajo para limitar el tiempo en ambientes calurosos, pausas más frecuentes en áreas de descanso frescas, reprogramar el trabajo para las horas más frescas del día y garantizar que los trabajadores estén hidratados y sean conscientes de los signos de las enfermedades provocadas por el calor.



Esto incluye usar ropa adecuada que permita una evaporación eficaz del sudor y utilizar chalecos refrigerantes o mochilas de hidratación para ayudar a mantener la temperatura corporal.

La jerarquía de controles para el estrés térmico hace hincapié en un enfoque descendente, empezando por las medidas más eficaces que protegen al conjunto de los trabajadores abordando el peligro en su origen, y terminando con las medidas de protección personal que se basan en el comportamiento individual del trabajador. La aplicación de una combinación de estos controles adaptada al lugar de trabajo específico y a las condiciones ambientales puede reducir significativamente el riesgo de estrés térmico entre los trabajadores.

El TLV de la ACGIH (2023), requiere un Plan de Prevención de las Enfermedades Causadas por el Calor que incluya controles generales y específicos del puesto de trabajo para gestionar y prevenir eficazmente el estrés térmico. Según la ACGIH, el Plan de Prevención de las Enfermedades Causadas por el Calor desarrollado debe incluir lo siguiente:

- Proporcionar instrucciones verbales y escritas para los programas de capacitación previos al trabajo y anuales con información sobre el estrés térmico y la insolación, las enfermedades relacionadas con el calor, un plan de mitigación y un plan de respuesta de emergencia en un idioma que entiendan los trabajadores y los supervisores. Asegúrese de que los trabajadores puedan practicar las habilidades que se les han enseñado.
- Hidratación, supervisión autónoma de los síntomas, mantenimiento de un buen estado de salud, acceso a la sombra o a un espacio climatizado para los descansos,
- Políticas sobre el estrés térmico o plan de gestión del estrés térmico, plan de aclimatación, reconocimiento precoz de los signos y síntomas de otros trabajadores y de las medidas que deben tomarse (sistema de amigos), autogestión con la capacitación adecuada. El JHSC debe ser consultado a la hora de desarrollar políticas y procedimientos.

- Llevar ropa ligera y holgada y utilizar equipos de protección personal diseñados para evitar el sobrecalentamiento puede ayudar a mitigar el riesgo de estrés térmico.
- Vigilancia ambiental (control de la temperatura, humedad relativa, Humidex (índice de humedad) y/o índice WBGT)
- La ACGIH recomendó la autorización médica y el asesoramiento de un profesional médico.
- Disponer de un plan de respuesta a emergencias. Cuando un trabajador parece estar confuso, desorientado, irritable, tiene malestar, escalofríos o convulsiones, debe tratarse como una emergencia médica y necesita refrigeración agresiva, transporte de emergencia y observación continua.

La capacitación adecuada de supervisores y trabajadores en materia de prevención y concienciación sobre el estrés térmico es crucial para proteger a los trabajadores. Si los supervisores y los trabajadores no reconocen los signos y síntomas y no toman las medidas adecuadas, ¡los trabajadores podrían morir!

Para combatir el estrés térmico en el lugar de trabajo, es fundamental aplicar controles específicos del puesto de trabajo para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Estos controles se adaptan a las tareas y condiciones específicas de cada puesto de trabajo para afrontar eficazmente los riesgos de estrés térmico.

Los controles específicos del trabajo (ACGIH TLV, 2023) pueden incluir:

- Controles de ingeniería como sistemas de ventilación y refrigeración en zonas de trabajo calurosas, así como, controles que reduzcan la tasa metabólica, reduzcan el calor del proceso y la liberación de vapor de agua, proporcionen sombra, protejan del calor radiante, entre otros.
- Ajustar los horarios de trabajo para evitar los periodos más calurosos del día, proporcionar zonas de descanso a la sombra para los descansos, rotar a los trabajadores para reducir la exposición prolongada al calor, garantizar una hidratación adecuada facilitando el acceso al agua.

- También pueden utilizarse equipos de protección personal, como chalecos o gorros refrigerantes, para ayudar a mitigar el estrés térmico de los trabajadores en ambientes con altas temperaturas.
- La supervisión fisiológica también puede utilizarse como control específico del trabajo, cuando se sabe que se producen exposiciones excesivas al estrés térmico, como en trabajos como la extinción de incendios.

El Plan de Prevención de las Enfermedades Causadas por el Calor también debe redactarse en inglés y en el idioma que entienda la mayoría de los trabajadores. Debe estar a disposición de los empleados en el lugar de trabajo, así como de los profesionales de la seguridad que lo soliciten. Puede integrarse en el Programa de Prevención de Lesiones y Enfermedades del empleador.

Comprensión de las Herramientas y Estrategias de Prevención del Estrés Térmico

La Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo (WBGT por sus siglas en inglés) es una combinación de tres mediciones de temperatura que evalúan el efecto de la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la radiación solar sobre los trabajadores. Se considera una práctica recomendada para evaluar el riesgo de estrés térmico en ambientes exteriores e interiores. El índice de WBGT incorpora tres lecturas de temperatura diferentes: la temperatura natural del bulbo húmedo (que refleja la humedad y la temperatura del aire), la temperatura del globo negro (que mide la radiación solar) y la temperatura del bulbo seco (que es esencialmente la temperatura del aire).

La temperatura del aire por sí sola no refleja plenamente el impacto de la humedad o la intensidad del sol. Al incluir estos factores, el índice WBGT ofrece una evaluación más precisa de los riesgos de estrés térmico, orientando las decisiones relacionadas con las actividades laborales al aire libre y en interiores, los ciclos de trabajo/descanso y la necesidad de medidas de hidratación y refrigeración.

Cuando los centros de trabajo se dan cuenta de lo complicado y costoso que puede resultar medir el índice WBGT, suelen buscar una forma más sencilla. El plan Humidex proporcionó una forma sencilla de traducir los criterios del índice WBGT a Humidex, que es más fácil de entender.

Basándose en sus experiencias con el Plan Humidex de OHSCO, los centros de trabajo nos dijeron que parecía haber una **progresión natural** en su gestión del estrés térmico. Después que los lugares de trabajo adoptaran el Plan Humidex, acabaron por darse cuenta de que los trabajadores podían predecir con bastante exactitud el nivel de prevención necesario "escuchando a sus cuerpos" (nos referiremos a esto como "autocalibración": sincronizar las reacciones térmicas de su cuerpo con las mediciones de calor). Con el tiempo, ya no necesitaban comprobar el termómetro o el higrómetro (que mide la humedad relativa) porque sus cuerpos les "decían" lo que necesitaban para refrescarse (beber más agua, reducir el ritmo de trabajo, buscar la sombra, hacer descansos, etc.). Si el proceso de trabajo lo permitía y los supervisores les apoyaban, los trabajadores podían autocontrolar su exposición a las condiciones de calor. Así, lo que empezó con mediciones a menudo acabó con trabajadores que autocontrolaban su estrés térmico.

Este aspecto se planteó en la investigación forense de 1992 sobre la muerte por un golpe de calor de Brian Freeman, un estudiante que acababa de empezar su trabajo de verano y que falleció en 1990 a los 21 años. Durante esa investigación, el profesor Jim Smith testificó como perito y sugirió que no se puede confiar plenamente en las **cifras** del TLV de la ACGIH para proteger completamente a trabajadores como Brian Freeman frente a las consecuencias para la salud del estrés térmico: Brian padecía una enfermedad (desconocida para él) llamada hipertermia maligna que impedía que su cuerpo se adaptara adecuadamente a la carga de calor a la que estaba expuesto. El Dr. Smith recomendó que apoyar a los trabajadores para que escuchen a su cuerpo y autogestionen la prevención de la tensión térmica era esencial para la protección de los trabajadores cuando las cifras no podían hacerlo.

Este planteamiento puede funcionar en muchos lugares de trabajo; sin embargo, hay situaciones laborales que no permiten esa autogestión (como los procesos de línea de velocidad fija). Además, algunos lugares de trabajo tienen fuentes adicionales de calor, como hornos, metal/vidrio fundido, etc., y/o pueden tener fuentes adicionales de humedad, como vapor, gases de escape de secadoras, circulación de grandes volúmenes de soluciones acuosas (como algunos fluidos para trabajar el metal), etc. En estos casos, el enfoque simplificado de la gestión del estrés térmico puede no ser suficiente y se aconseja aplicar el TLV completo de la ACGIH para el estrés térmico y la tensión.

En función de esta experiencia, hemos descrito a continuación los distintos niveles de prácticas de gestión del estrés térmico y hemos ilustrado cómo pueden evolucionar de un nivel a otro:

Autogestión asistida

Los trabajadores con conocimientos que han demostrado ser capaces de reconocer los primeros signos y síntomas y, con el apoyo de sus supervisores, disponen de la libertad necesaria para gestionar su ritmo de trabajo y su ingesta de líquidos.

Precaución! Este nivel de control del estrés térmico no puede seguirse sin una capacitación adecuada en materia de concienciación y prevención del estrés térmico.

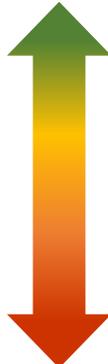
Plan de respuesta al calor basado en estimaciones Humidex/WBGT (TLV simplificado)

El plan de respuesta al calor basado en el Humidex es una versión simplificada de las directrices ACGIH TLV basadas en mediciones directas de la temperatura y la humedad relativa. Las mediciones se convierten en el Humidex (o estimaciones del índice WBGT) que prescriben acciones preventivas. **Este enfoque está diseñado para lugares de trabajo sin fuentes de calor/humedad de proceso y ropa de trabajo regular** - este enfoque **puede evolucionar hacia la autogestión** asistida con el tiempo bajo prácticas de buena gestión con autocalibración asistida (ser capaz de predecir cuándo es necesario tomar acciones preventivas "escuchando a su cuerpo").

VLE de dépistage / VLE détaillée (ACGIH)

El uso de las mediciones "oficiales" del índice WBGT y la aplicación

Más sencillo/
Más frecuente



Más complejo/
Menos frecuente

adecuada de regímenes de trabajo y descanso para prevenir el estrés térmico (a menudo para resolver disputas) pueden evolucionar con el tiempo hacia un **enfoque simplificado TLV/Humidex**. Este método se recomienda para lugares de trabajo con procesos de calor/humedad y valores adicionales de ajuste de la ropa. En el caso de exposiciones complejas e inusuales, también existe la opción de seguir el método de "Análisis de TLV", técnicamente exigente, descrito en la documentación TLV de la ACGIH. Para estos métodos se necesita un medidor del índice WBGT.

Supervisión fisiológica de TLV

pueden ser necesarias para gestionar las exposiciones superiores a los criterios de TLV de la ACGIH (para exposiciones difíciles de gestionar) - tales medidas pueden correlacionarse con mediciones ambientales a lo largo del tiempo y con análisis correlacionales (detección de patrones) evolucionar hacia el establecimiento de **niveles de detección** "caseros", o incluso hacia un enfoque **simplificado de TLV/Humidex**. La auto-supervisión fisiológica mediante relojes inteligentes o aplicaciones es otro enfoque "no oficial" que debe considerarse con precaución (problemas de precisión y validez). Los datos de estas herramientas pueden evolucionar hacia una **autogestión asistida** a medida que los trabajadores reconocen conscientemente (o incluso de forma subconsciente) patrones entre las mediciones y las respuestas corporales.



Recomendación inesperada para controlar el estrés térmico en el lugar de origen

Cuando probamos por primera vez el plan Humidex en una planta de ensamblaje de automóviles en 2002, presentamos el plan a la empresa, que buscaba una forma más sencilla de gestionar el estrés térmico en su planta de ensamblaje. Cuando les presentamos el plan, repasamos con ellos la jerarquía de los controles, y todos nos reímos cuando discutimos superficialmente la parte superior de la jerarquía, es decir, el "control en origen". El plan Humidex se basa en controles administrativos.

Durante la elaboración del plan Humidex también se nos planteó el "argumento comercial" de las intervenciones contra el estrés térmico. No obstante, como el plan se basaba en la reducción del trabajo, dimos por sentado que el único "argumento comercial" que se podía esgrimir era un mero análisis de costes y beneficios para evitar los efectos agudos y crónicos sobre la salud y las muertes; un argumento comercial siempre difícil de esgrimir, por no hablar de lo delicado que resulta desde el punto de vista moral monetizar la mala salud y la muerte.

Una vez aplicado el plan Humidex durante la primera temporada de estrés térmico, la planta de ensamblaje de automóviles decidió instalar enfriadoras masivas para deshumidificar el aire de suministro a los edificios de la planta de ensamblaje (reducir la humedad en la planta disminuiría el Humidex y mantendría la línea en funcionamiento durante más tiempo). Lo que más nos sorprendió de esta recomendación fue que la idea de los "controles en origen" surgió de los contadores de la organización, no de la JHSC. Habían calculado el coste de las interrupciones de la cadena de ensamblaje relacionadas con el calor y habían demostrado que instalar los enfriadores era un control rentable para mantener la cadena de ensamblaje en funcionamiento. Fue uno de los casos más memorables de un verdadero "argumento comercial" a favor de una intervención en materia de salud y seguridad procedente de contadores, no de expertos en salud y seguridad.



AUTOGESTIÓN ASISTIDA

(SOLUCIÓN ÓPTIMA)

Autogestión asistida

Plan de respuesta al calor basado en estimaciones Humidex/WBGT (TLV simplificado)

Medición de TLV / Detalle de TLV (ACGIH)

Supervisión fisiológica de TLV

La autogestión asistida para el control del estrés térmico requiere requisitos previos específicos para garantizar el bienestar de los trabajadores en condiciones de estrés térmico. Estos son los requisitos clave:

1. Es fundamental **conocer a fondo los síntomas y remedios de la tensión térmica** para prevenir los riesgos para la salud relacionados con el sobrecalentamiento. Este conocimiento ayuda a las personas a identificar las señales de advertencia y a abordar con prontitud los problemas relacionados con el calor.
2. **El apoyo de los supervisores** a la hora de fijar su propio ritmo de trabajo y hacer las pausas necesarias es esencial para la autogestión, ya que permite a las personas reponer fuerzas, rehidratarse y evitar la tensión térmica.
3. El acceso a un **suministro abundante de agua** para hidratarse es fundamental para el rendimiento físico y el bienestar general.
4. Disponibilidad de **otras opciones de refrigeración**, como aire acondicionado, zonas de descanso a la sombra y apoyo a prácticas eficaces de autogestión.

Si se cumplen estos requisitos clave y se recibe el apoyo de los directivos, un lugar de trabajo puede implantar la autogestión asistida de la tensión térmica.

ANTE TODO, LO PRIMERO

Capacitación

Reconocer los primeros signos y síntomas del estrés térmico es importante para prevenir problemas de salud graves. Los indicadores más comunes son sudoración excesiva, fatiga, dolor de cabeza, mareos, calambres musculares y náuseas. Es imprescindible que los trabajadores sepan reconocer estos síntomas como consecuencia de un estrés térmico y sepan qué hacer para contrarrestarlos (como ajustar su ritmo de trabajo, hacer pausas frecuentes en zonas a la sombra o más frescas y mantenerse bien hidratados bebiendo agua con regularidad).

Capacitar a los trabajadores para que puedan autogestionarse "escuchando a su cuerpo" es un componente clave de todos los niveles de gestión del estrés térmico. Esto requiere una cultura organizativa que anime a los trabajadores a dar prioridad a su salud y bienestar. Es imprescindible apoyar la autogestión: los supervisores deben ser capaces de reconocer cuándo un trabajador puede estar sufriendo molestias relacionadas con el calor y apoyarle tomando las precauciones necesarias.

Evaluar sus esfuerzos de capacitación en estrés térmico es fundamental hasta el punto de que, algún día, podría salvar la vida de alguien. Una capacitación adecuada no significa simplemente ser capaz de repetir hechos, sino ser capaz de demostrar que se pueden utilizar los conocimientos adquiridos. Es más que aprobar un examen. Se trata de ser capaz de describir cómo se siente el estrés térmico, saber lo que puede provocar y describir cómo prevenirlo. Los supervisores/capacitadores deben estar plenamente seguros de que los trabajadores a su cargo han comprendido la información y que la aplican cuando surge la necesidad.

Un trabajador que experimente los primeros síntomas de un golpe de calor empezará a sentirse confuso y ya no podrá aplicar la capacitación que ha recibido. En este punto es imprescindible que las personas que les rodean intervengan para proporcionarles la atención médica inmediata que necesitan desesperadamente. Si deja que continúen sin intervenir, ¡pueden morir!

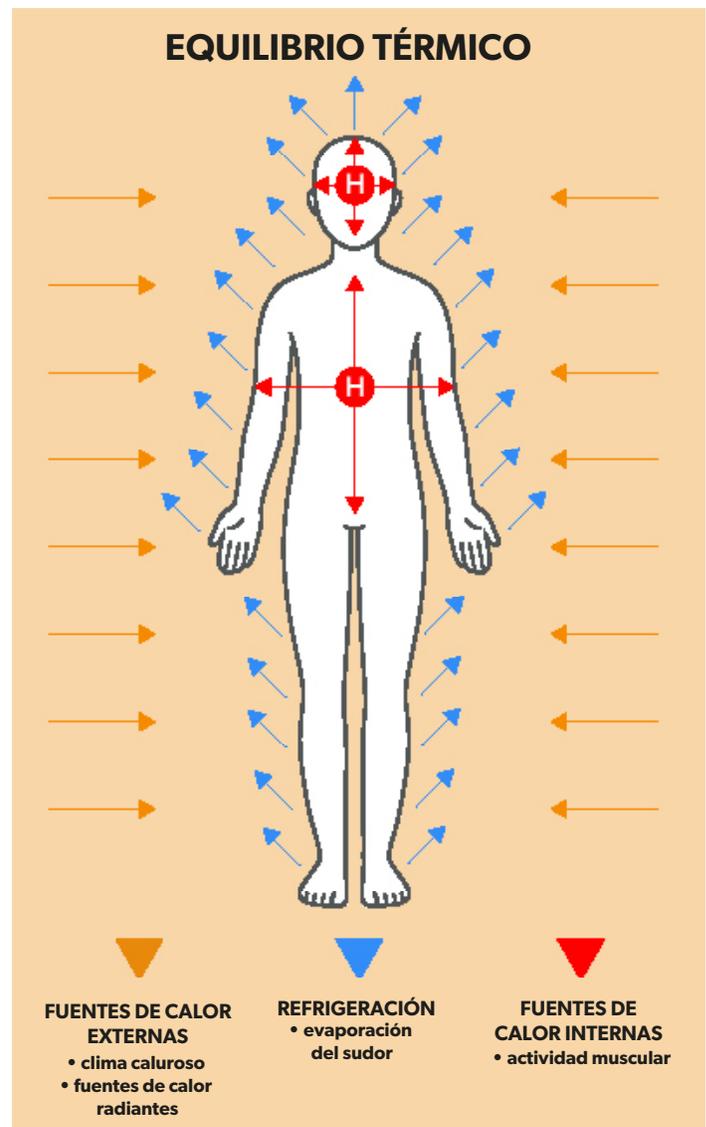
CUÍDENSE UNOS A OTROS!

Situación de exposición

(fuentes de calor y mecanismos de refrigeración)

En contraste con otros riesgos laborales que se originan fuera del cuerpo, el estrés térmico tiene fuentes de exposición tanto **externas** como **internas**. El estrés térmico provocado por el calor es algo que sufrirán todas las personas que no trabajen en un lugar con aire acondicionado. Sin embargo, para quienes tienen que utilizar los músculos para realizar su trabajo, existe una segunda fuente de estrés térmico: el calor generado por la actividad muscular. Cuando el cuerpo convierte la energía almacenada (que obtiene de alimentos y bebidas) en actividad muscular (es decir, trabajo), el 70% de esa energía se convierte en calor. Por tanto, cuanto más músculo utilice para realizar su trabajo, mayores serán las fuentes internas de exposición al calor.

El calor es una fuente externa, pero algunos lugares de trabajo tienen fuentes de calor externas adicionales. Los procesos de trabajo que implican otras fuentes de calor y/o humedad, como hornos, calderas, lavavajillas, vapor, manipulación de materiales calientes como el asfalto, etc., pueden aumentar significativamente las fuentes externas de estrés térmico. Trabajar en exteriores bajo la luz directa del sol o que el calor del sol se refleje en superficies como el pavimento o el hormigón también puede aumentar la exposición. Estas condiciones de estrés térmico con fuentes adicionales de calor y/o humedad pueden requerir métodos de evaluación del estrés térmico más sofisticados, como los métodos TLV de estrés térmico de la ACGIH. Las herramientas simplificadas de este kit de herramientas pueden no aplicarse en estas situaciones de exposición más complejas. Para más información, consulte la [*Guía de Concienciación sobre el Estrés Térmico*](#).



ASPECTOS CLAVE DE LA CAPACITACIÓN

Efectos agudos en la salud

Edema craneal

La acumulación de líquido en las manos y los pies. Suele ocurrir al principio de la temporada de estrés térmico, antes de cualquier adaptación o aclimatación al calor.

Sarpullido por calor

La piel se enrojece y puede picar, sentir pinchazos o doler. Practicar una buena higiene personal; mantener la piel limpia y los poros libres de obstrucciones, dejar que la piel se seque, llevar ropa holgada, acudir al médico si persiste el sarpullido. Suele ocurrir al principio de la temporada de estrés térmico (primera ola de calor), cuando la piel no está aclimatada.

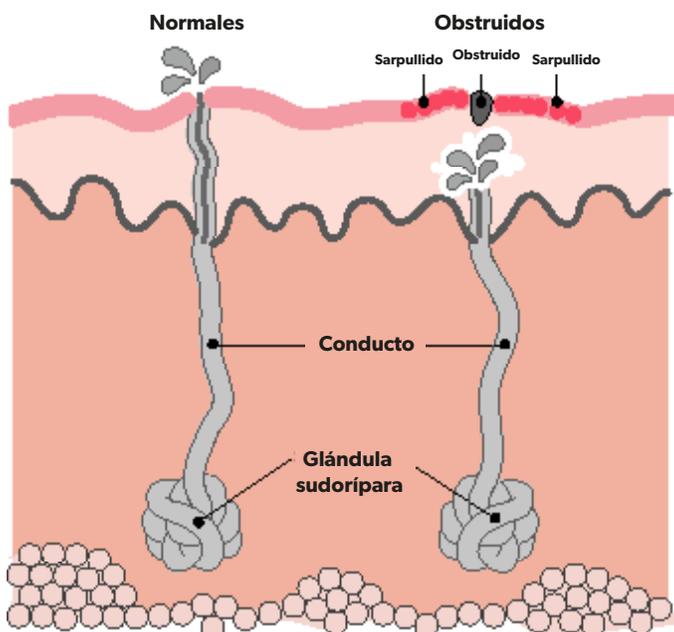


Síncope por calor (desmayo)

Mareos, sensación de aturdimiento y quizás náuseas, y después la persona puede desmayarse. Suele ocurrir en combinación con otros factores de riesgo, como permanecer de pie/sentado en una misma posición durante mucho tiempo, después de comer, o en combinación con otros factores de riesgo, como una infección viral o afecciones circulatorias.



Conductos de las glándulas sudoríparas



Calambres por calor

Calambres en los músculos activos (brazos, piernas) o involuntarios (generalmente abdominales) (o en ambos). Generalmente, un signo de desequilibrio electrolítico durante una actividad física intensa. Suele ocurrir al principio de la temporada de estrés térmico, cuando el organismo aún no se ha aclimatado.



Déshydratation

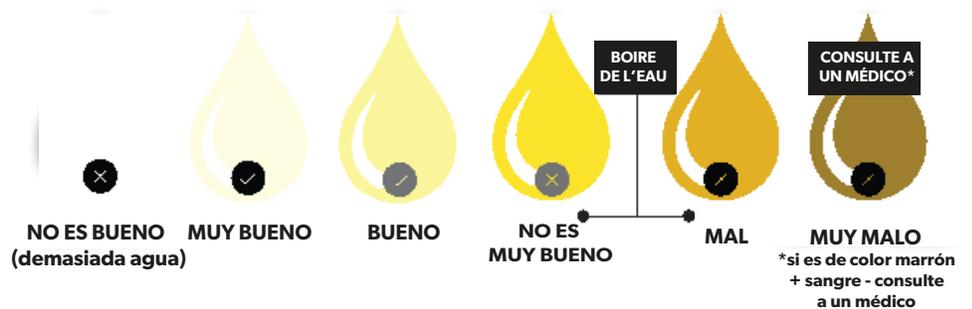
Dans des conditions de stress thermique, les travailleurs doivent boire environ une tasse d'eau toutes les 20 minutes, ce qui est plus que de se contenter d'étancher sa soif. Évitez les boissons caféinées, gazeuses, diététiques et l'alcool.



PRECAUCIÓN: Beber demasiada agua puede tener consecuencias, lo que a veces se denomina intoxicación hídrica o **hiponatremia**. Beber demasiada agua diluye los electrolitos de la sangre, como el sodio. Cuando esto ocurre, los niveles de agua del cuerpo aumentan y las células empiezan a hincharse. Esta hinchazón puede provocar muchos problemas de salud, desde leves hasta potencialmente mortales. Los síntomas incluyen dolor de cabeza, fatiga, irritabilidad, debilidad muscular/calambres. Las bebidas con electrolitos deben tenerse en cuenta durante las actividades laborales intensas en el calor. Si no está deshidratado, ni trabaja en condiciones que le hagan sudar, tenga cuidado con las bebidas que contengan electrolitos.

La hipernatremia, o exceso de electrolitos, en el organismo puede causar espasmos musculares, confusión, convulsiones y ritmo cardiaco anormal. Por lo tanto, es importante mantener un buen equilibrio de líquidos.

Observe el color de su orina:



Rabdomiólisis (Rhabdo): es una enfermedad seria causada por la exposición al calor (deshidratación), el esfuerzo físico y el desgaste excesivo o las lesiones traumáticas. Se produce cuando el tejido muscular dañado libera sus proteínas y electrolitos a la sangre. Los síntomas incluyen calambres/dolor muscular, orina anormalmente oscura, debilidad e intolerancia al ejercicio (puede diagnosticarse con pruebas médicas). A largo plazo, puede dañar el corazón y los riñones.



Épuisement par la chaleur

Náuseas, mareos, debilidad, dolor de cabeza, visión borrosa, sudoración profusa, piel fría/húmeda (pegajosa) y grisácea, inconsciencia, coma y muerte. Coloque a la víctima en decúbito prono en un lugar fresco, adminístrele líquidos si está consciente. Si está inconsciente, busque atención médica o trasládese a un servicio de urgencias médicas.



Golpe de calor

Escalofríos, inquietud, irritabilidad, euforia, enrojecimiento de la cara y la piel, desorientación, piel caliente/seca (no en todos los casos), colapso, inconsciencia, convulsiones y muerte. Enfriamiento inmediato y agresivo del cuerpo de la víctima mediante paños húmedos, inmersión en agua fría o toallitas con alcohol. Transporte al compañero al centro médico de urgencias lo antes posible!

Un trabajador que esté sufriendo un golpe de calor ya no se dará cuenta de lo que le está ocurriendo. Es vital que los compañeros sean capaces de reconocer lo que está ocurriendo e intervenir. Si no se atiende rápidamente, ¡el compañero puede morir!

CUÍDENSE UNOS A OTROS!

Una persona que haya sufrido previamente un agotamiento por calor o un golpe de calor será más sensible y menos tolerante al calor. La recurrencia de un segundo episodio de estrés térmico es frecuente.



Efecto crónico sobre la salud

Escalofríos, inquietud, irritabilidad, euforia, enrojecimiento de la cara y la piel, desorientación, piel caliente/seca (no en todos los casos), colapso, inconsciencia, convulsiones y muerte. Enfriamiento inmediato y agresivo del cuerpo de la víctima mediante paños húmedos, inmersión en agua fría o toallitas con alcohol. Transporte al compañero al centro médico de urgencias lo antes posible!

Arrastre de calor

Es importante dar prioridad a que el cuerpo disponga de tiempo suficiente para enfriarse y recuperarse tras exponerse a altas temperaturas. Someter el cuerpo de forma continua a periodos prolongados de estrés térmico, superiores a 6 horas al día, puede provocar un impacto acumulativo en el organismo. Sin los descansos adecuados y el tiempo necesario alejado del calor, la tensión experimentada el día anterior puede acumularse. En lugar de permitir que el cuerpo se adapte al calor, esta acumulación de tensión puede resultar en causar más daño (Notley et al., 2018). Por lo tanto, es esencial aplicar medidas adecuadas para garantizar que el organismo tenga suficientes oportunidades de recuperarse del estrés térmico y evitar consecuencias negativas.

Según la ACGIH "el TLV asume una recuperación completa de una exposición previa a estrés térmico". (ACGIH, 2022) Sin embargo, la bibliografía sugiere que con una exposición prolongada al calor (más de 5 horas), el pico de adaptabilidad al esfuerzo térmico se produjo en torno a los 2-3 días, y después de 5 días el esfuerzo térmico se arrastró de los días anteriores (Notley et al., 2018).

"Estos resultados preliminares indican, por tanto, que la capacidad fisiológica del organismo para adaptarse se vio quizá desbordada por una "dosis" térmica demasiado grande... Las observaciones destacadas en este comunicado sugieren que el creciente número de trabajadores de edad avanzada empleados en ocupaciones arduas puede experimentar alteraciones termorreguladoras que aumentan su riesgo de enfermedad relacionada con el calor durante días de trabajo consecutivos." (Notley et al., 2018)

PLAN DE RESPUESTA AL CALOR BASADO EN ESTIMACIONES HUMIDEX/WBGT (TLV SIMPLIFICADO)

Autogestión asistida

Plan de respuesta al calor basado en estimaciones Humidex/WBGT (TLV simplificado)

Medición de TLV / Detalle de TLV (ACGIH)

Supervisión fisiológica de TLV

Este kit de herramientas se basa en una simplificación del TLV de la ACGIH suponiendo un trabajo clasificado en la categoría metabólica de actividad física "moderada" para trabajadores no aclimatados. Si estas suposiciones no se ajustan a su lugar de trabajo, entonces debe consultar el TLV de la ACGIH sobre Estrés y Tensión Térmica.

La aclimatación al estrés térmico es un proceso crítico que permite al organismo adaptarse gradualmente a temperaturas más altas y reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor. Esta adaptación fisiológica implica una serie de cambios que se producen durante un periodo de tiempo a medida que el organismo se adapta al estrés térmico. Inicialmente, la exposición al calor desencadena respuestas como el aumento de la sudoración, el incremento de la frecuencia cardíaca y la redirección del flujo sanguíneo hacia la piel para disipar el calor. Mediante la exposición repetida y prolongada al calor, el cuerpo se vuelve más eficiente a la hora de refrigerarse y mantener los electrolitos fuera del sudor, lo que conlleva una mejora de la tolerancia al calor.

Es importante destacar que el proceso de aclimatación es gradual y requiere tiempo para que se produzcan adaptaciones significativas.

La ACGIH proporciona un criterio objetivo para determinar si los trabajadores pueden considerarse aclimatados:

"Con un historial reciente de exposiciones a estrés térmico de al menos 2 horas continuas durante 5 de los últimos 7 días, un trabajador puede considerarse aclimatado a efectos del TLV. La aclimatación disminuye cuando se interrumpe la actividad en condiciones de estrés térmico. Se produce una pérdida notable a los 4 días y puede perderse completamente en 3 semanas. Una persona puede no estar completamente aclimatada a un nivel más alto de estrés térmico repentino o episódico."

(ACGIH, 2022)

Si se observan los datos meteorológicos históricos de Ontario, queda muy claro que incluso los trabajadores que trabajan bajo la luz directa del sol (sin fuentes adicionales de calor), las condiciones meteorológicas no son suficientes para justificar la presunta aclimatación. Por lo tanto, no se supondrá que los trabajadores que realicen un trabajo "moderado" (por ejemplo, trabajo con algún esfuerzo, levantamiento) estén aclimatados, a menos que haya un calor radiante significativo asociado al trabajo.

Las categorías metabólicas se basan en trabajadores que pesan 154 lbs. La tabla de categorías de tasa metabólica en el TLV®, establece específicamente en la nota al pie que "El efecto del peso corporal en la tasa metabólica estimada puede contabilizarse multiplicando la tasa estimada por la relación del peso corporal real dividido por 70 kg (154 lb)." (ACGIH, 2022). Por tanto, teniendo en cuenta este ajuste de peso y considerando que algunos trabajadores pueden estar algo deshidratados, pueden ser mayores, ser mujeres y quizás

tener factores de riesgo adicionales que comprometan su respuesta al estrés térmico, creemos que la categoría metabólica de "trabajo moderado" es una mejor suposición general que la categoría metabólica de "trabajo ligero".

El plan Humidex es una forma simplificada de proteger a los trabajadores contra el estrés térmico que se basa en el TLV® (Valor Límite Umbral®) de 2022 de la ACGIH para el estrés térmico, que utiliza las temperaturas del bulbo húmedo (WBGT) para estimar el estrés térmico. Las WBGT moderadas no aclimatadas se tradujeron en el Humidex o las WBGT estimadas (basadas en la temperatura y la humedad relativa). Deben seguirse los siguientes pasos cuando se utilice el plan de respuesta térmica basado en el Humidex o la estimación del índice WBGT.

Paso 1: Capacitación

(Véase más arriba "Aspectos Clave de la Capacitación")

El plan Humidex por sí solo no puede garantizar que los trabajadores no se vean afectados por el estrés térmico. Es importante que todos los trabajadores puedan reconocer los primeros signos y síntomas del estrés térmico para prevenir enfermedades por calor más graves. Los trabajadores deben ajustar su ritmo de trabajo, hacer pausas frecuentes en áreas con sombra o más frescas y mantenerse hidratados bebiendo agua con regularidad. Los supervisores también deben ser capaces de reconocer cuándo un trabajador está experimentando síntomas relacionados con el calor y saber qué hacer para ayudarlo. El plan ideal de respuesta al estrés térmico permitiría a los trabajadores regular su propio ritmo "escuchando a su cuerpo" sin necesidad de realizar mediciones.

ÉPaso 2: Seleccionar un lugar de medición

El Plan de Respuesta al Estrés Térmico del Humidex **se basa en mediciones realizadas en el lugar de trabajo y no en informes de estaciones meteorológicas o medios de comunicación.** Las temperaturas del interior de los edificios **no** suelen corresponderse con las del exterior.

Por lo tanto, es importante identificar un lugar representativo dentro de la zona donde se puedan realizar las mediciones, a menos de 10 m (30 pies) del trabajador o trabajadores expuestos.

Paso 3: Medir el Humidex en el lugar de trabajo

Para los puestos de trabajo en los que las condiciones meteorológicas son la principal fuente de exposición al calor externo, bastan las mediciones de temperatura y humedad relativa tomadas dentro de la zona de trabajo. Las mediciones deben realizarse al menos una vez por hora en condiciones de estrés térmico (Humidex cercano a 30 o superior a 23°C WBGT) y ser registradas. Un higrómetro térmico es una forma sencilla de medir la temperatura y la humedad relativa. Para las áreas de trabajo en las que hay fuentes importantes de calor radiante y/o humedad (vapor, circulación de grandes cantidades de agua), las mediciones preferidas son las de la temperatura del globo de bulbo húmedo (WBGT) tomadas a 10 m (30') de la exposición (cuanto más cerca del trabajador expuesto, mejor).

Plan de respuesta al calor del Humidex

Temp (en °C)	Humedad relativa (en %)																		Temp (en °C)					
	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%		10%				
49																				50	49			
48	Humidex Ajustado* 45+** 42 - 44 40 - 41 38 - 39 34 - 37 30-33 25-29	NUNCA IGNORE LOS SÍNTOMAS DE NADIE A PESAR DE SUS MEDIDAS!																		49	48			
47																				Acción solo trabajo bajo supervisión médica		50	47	47
46																				Reducción del 75%	50	47	45	
45																				Reducción del 50%	49	46	43	
44																				Reducción del 75%	49	46	44	
43																				advertencia y doble agua	48	46	43	
42																				alerta y agua	48	45	43	
41																				agua según sea necesario	49	47	45	
40																					49	47	45	
39																					50	48	47	
38		50	48	46																				
37		49	47	45																				
36		49	47	45																				
35		48	46	45																				
34		48	46	45																				
33		47	46	45																				
32		50	48	46																				
31	50	49	48	47	45	44	43	42	40	39	38	37	35	34	33	32	30	29	28	31				
30	48	47	46	44	43	42	41	40	39	37	36	35	34	33	31	30	29	28	27	30				
29	46	45	43	42	41	40	39	38	37	36	35	33	32	31	30	29	28	27	26	29				
28	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	28				
27	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24		27				
26	39	38	37	36	35	34	33	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24			26				
25	37	36	35	34	33	33	32	31	30	29	28	27	26	26	25	24				25				
24	35	34	33	33	32	31	30	29	28	28	27	26	25	24						24				
23	33	32	31	31	30	29	28	27	26	26	25	24	24							23				
22	31	30	30	29	28	27	27	26	25	25	24									22				
21	29	29	28	27	26	26	25	24	24											21				

Limitaciones: esta tabla se basa en trabajos con poco o ningún calor radiante, suponiendo el uso de ropa normal de verano; si sus condiciones de trabajo específicas varían de estas suposiciones, consulte los pasos 1-5 para realizar ajustes.

* "Ajustado" significa ajustado para ropa adicional y calor radiante (véanse los pasos 2 y 5).

** por encima de un humidex de 45 utilizar el TLV de la ACGIH de Estrés/Tensión Térmica

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE WBGT

T _{aire} (en °C)	Humedad relativa (en %)																			T _{aire} (en °C)
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	
43																31.0	29.9	28.8	27.7	43
42																31.3	30.3	29.2	28.1	42
41															31.6	30.6	29.5	28.5	27.5	41
40															30.8	29.8	28.8	27.8	26.8	40
39															31.0	30.0	29.1	28.1	27.1	39
38															31.1	30.2	29.2	28.3	27.4	38
37															31.2	30.3	29.4	28.5	27.5	37
36															31.2	30.3	29.4	28.5	27.7	36
35															31.1	30.3	29.4	28.6	27.7	35
34															31.0	30.2	29.4	28.5	27.7	34
33															31.0	30.2	29.4	28.5	27.7	33
32															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	32
31															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	31
30															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	30
29															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	29
28															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	28
27															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	27
26															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	26
25															31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	25
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	
	Humedad relativa (en %)																			

Limitaciones: esta tabla se basa en trabajos con **poco o ningún calor radiante**, suponiendo el uso de **ropa normal**; de **verano**; si sus condiciones de trabajo específicas varían de estas suposiciones, consulte los pasos 1-5 para realizar ajustes. **Para trabajar con luz solar directa, añada 2°C al valor de WBGT de la tabla.**

Tabla extraída de Bernard e Iheanacho (2015).

Paso 4: Adaptación a la ropa

El cuerpo puede enfriarse de varias maneras, pero en condiciones de estrés térmico la mayor parte del exceso de calor corporal generado internamente se elimina mediante la evaporación del sudor. Por eso es tan importante la ropa de trabajo que use. La ropa que permite que el sudor se evapore le ayudará a refrescarse, sin embargo, la ropa que actúa como barrera para la evaporación del sudor hará lo contrario. Por eso hay que tener en cuenta el tipo de ropa y de equipo de protección personal (EPP) que se lleva en condiciones de estrés térmico.

El TLV de la ACGIH tiene **Valores de Ajuste de Ropa (CAV)** que son valores que deben añadirse al Humidex medido o del índice de WBGT estimado (véase la tabla siguiente). Ignorar estos factores de ajuste puede subestimar gravemente la exposición que experimentan los trabajadores.

- Elija tejidos ligeros, holgados y transpirables, como el algodón o los materiales que absorben la humedad, para permitir una mejor circulación del aire y la evaporación del sudor.
- Use ropa de colores claros para ayudar a reflejar la luz solar y reducir la absorción de calor.

Si la ropa no permite la evaporación del sudor
- (trajes encapsulados), el estrés térmico debe controlarse mediante la supervisión de los signos vitales (véase ACGIH TLV®).

Los CAV derivados son estimaciones de los CAV de la ACGIH para tipos de EPP no incluidos en la lista de la ACGIH. Se derivan de un estudio que midió las tasas de enfriamiento relativas de distintas partes del cuerpo.

Paso 5: Adaptación al calor radiante

Para los trabajos al aire libre con luz solar directa entre las 10:00 a.m. and 5:00 p.m., debe añadirse un factor de ajuste. Añada 3-4 unidades Humidex o 2°C de WBGT (prorratee según el porcentaje de nubosidad y/o sombra) a su medición estimada de Humidex/WBGT. Si hay nubosidad o sombra parcial, se pueden prorratear estas adiciones en función de la proporción con respecto a la exposición directa al sol (por ejemplo, utilizar el 50% del valor si la nubosidad es del 50%).

Para las exposiciones al calor radiante en interiores, utilice el sentido común para juzgar si la exposición en cuestión implica más o menos calor radiante que la luz solar directa y ajuste la medición del Humidex añadiendo la proporción adecuada de la unidad del Humidex 3-4 (añada 2 °C a la estimación del índice de WBGT de la tabla de temperatura y RH de Bernard). Tenga en cuenta que se trata de una estimación del Humidex. **Para una medida más precisa con calor radiante, utilice el TLV de la ACGIH.** Si el calor radiante es superior a la exposición a la luz solar directa, utilice el TLV de la ACGIH.

Recursos/capacidades técnicas

Saber cuándo hace demasiado calor es algo tan básico que cualquier persona puede saberlo escuchando a su cuerpo y, con la formación adecuada, ser capaz de reconocer los primeros signos de estrés térmico. Sin embargo, intentar determinar cuándo hace demasiado calor utilizando instrumentos externos puede complicarse muy rápidamente.

La ACGIH utiliza un método denominado temperatura del globo de bulbo húmedo (WBGT) que combina tres medidas (temperatura, humedad relativa y calor radiante) para calcular el estrés térmico. El equipo de supervisión puede ser muy costoso (hasta 8.000 dólares) y requiere cierta capacitación para saber utilizarlo adecuadamente. Además, dado que los criterios del índice de WBGT de la ACGIH se basan en categorías de actividad física, la interpretación de los resultados puede ser bastante complicada (y la mayoría de los usuarios suelen cometer errores). Este kit de herramientas no explica cómo utilizar los métodos de la ACGIH - los lugares de trabajo que deseen utilizar este enfoque deben obtener una copia de la Documentación de TLV de Estrés y Tensión Térmica de la ACGIH y seguir los procedimientos descritos en este documento.

Las herramientas simplificadas de este kit de herramientas se basan en el supuesto de que el lugar de trabajo es capaz de medir la temperatura y la humedad relativa de la zona de trabajo con una precisión razonable (una precisión de al menos $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y $\pm 5\%$ respectivamente). Lo ideal es que compruebe regularmente la precisión de sus instrumentos con una comparación fiable.

Monos de tela (material tejido) sobre la ropa interior	°C del índice de WBGT	Humidex
Mangas cortas y pantalones de material tejido	-1.0	-2
Ropa de trabajo (camisa de manga larga y pantalones)	0.0	0
Monos de tela (material tejido) sobre la ropa interior	0.0	0
Monos finos desechables de polipropileno SMS sobre ropa interior	+0.5	+1
Monos desechables de poliolefina (Tyvek) sobre ropa interior	+1.0	+2
Capucha (para cubrir la cabeza y el cuello, no la cara)	+1.0	+2
Ropa tejida de doble capa (por ejemplo, monos sobre ropa de trabajo)	+3.0	+6
Mono con capucha y barrera al vapor de uso limitado	+11.0	+22

Valores derivados del ajuste de la ropa	°C del índice de WBGT	Humidex
Guantes impermeables	+0.2	+0.4
Delantal impermeable	+0.3	+0.6
Fundas protectoras adicionales	+0.2	+0.4
Chaqueta de cuero para soldador	+1.5	+3.0
Mascarilla médica	+0.05	+0.1
Mascarilla desechable N95	+0.1	+0.2
Respirador elastomérico de media cara	+0.2	+0.4
Orejeras	+0.1	+0.2
Toque	+0.6	+1.2
Casco	+0.2	+0.4
Gafas	+0.1	+0.2
Protector facial	+0.1	+0.2
Bata de hospital de tela tejida	+1.5	+3.0

Humidex Ajustado*	Respuesta	Índice de WBGT efectivo** (°C)
25 - 29	suministrar agua a los trabajadores en función de sus necesidades	↔ 23.0°C
30 - 33	publicar el aviso de Alerta por Estrés Térmico; alentar a los trabajadores a beber más agua; empezar a registrar cada hora la temperatura y la humedad relativa	23.1 – 24.0°C
34 - 37	Publicar un Aviso de Estrés Térmico; avisar a los trabajadores que deben beber más agua; garantizar que los trabajadores estén capacitados para reconocer los síntomas	24.1 – 25.0°C
38 - 39	se puede continuar trabajando con 15 minutos de relevo por hora; proporcionar agua fresca adecuada (10-15°C); por lo menos 1 vaso (240 mL) de agua cada 20 minutos, el trabajador con síntomas debe buscar atención médica.	25.1 – 26.0°C
40 - 41	el trabajo con 30 minutos de descanso por hora puede continuar además de las disposiciones indicadas anteriormente	26.1 – 27.0°C
42 - 44	si es factible, se puede seguir trabajando con 45 minutos de relevo por hora, además de las disposiciones indicadas anteriormente	27.1 – 29.0°C
45*** or over	solo puede continuar el trabajo bajo supervisión médica	29.1°C*** ou plus

****ajustado" se refiere a ajuste por ropa adicional y calor radiante (véanse los pasos nº 4 y 5)**

****en exposiciones del Humidex superiores a 45 (WBGT 29,1°C), el estrés térmico debe gestionarse según ACGIH TLV®.**

NUNCA IGNORE LOS SÍNTOMAS DE NADIE, INDEPENDIENTEMENTE DEL HUMIDEX!

la precisión del instrumento, el error total de la medición del Humidex es de $\pm 2^\circ$ (o $\pm 1.1^\circ\text{C}$ WBGT) y, dado que la mayoría de las categorías solo abarcan 2° del Humidex (o 1°C del índice WBGT), esto significa que el error de medición podría abarcar más de 3 categorías. Por ejemplo, si la temperatura es de 30°C ($29.5\text{-}30.5^\circ\text{C}$) y la humedad relativa es 60% (55-65%), entonces el Humidex es 39 (error que abarca 37-41) y la WBGT es 26.2°C de WBGT (error que abarca $25.1\text{-}27.3^\circ\text{C}$ de WBGT):

		HR (en %)		
		55%	60%	65%
Temp (en °C)	31	39	40	42
	30.5	38	39	41
	30	37	39	40
	29.5	37	38	39
	29	36	37	38

Es importante tener en cuenta este intervalo de error, ya que si sus mediciones están cerca de un límite entre una categoría y otra, podría estar fácilmente en cualquiera de ellas, por lo que es importante considerar el intervalo completo y no solo la estimación puntual.

Humidex	Acción
45+	dejar de trabajar!
42 - 44	Reducción del 75%
40 - 41	Reducción del 50%
38 - 39	Reducción del 25%
34 - 37	advertencia y doble agua

Transición de TLV de la ACGIH (WBGT) al Humidex

Durante un verano muy caluroso, en una planta de ensamblaje de automóviles se formaron enormes colas en los puestos de primeros auxilios cuando la organización se negó a detener el ensamblaje para realizar descansos por el calor. Obviamente, esto era insostenible, y el sindicato y la empresa trabajaron juntos para encontrar una solución.

Dado que solo disponían de un par de personas con capacitación en higiene ocupacional que tenían acceso a un instrumento (costoso y complicado) que podía tomar mediciones del índice de WBGT, rápidamente se dieron cuenta de que durante el clima caluroso esto simplemente no era práctico. Teniendo en cuenta sus enormes edificios, el puñado de personas capacitadas y los pocos instrumentos que poseían, solo podían estar en un número limitado de lugares a la vez.

En un principio, si los trabajadores estaban preocupados por el estrés térmico, se lo comunicaban a su supervisor y/o a su representante de Salud y Seguridad, que se ponía en contacto con el departamento de higiene para que enviara a una persona con el medidor del índice de WBGT.

Esto funcionaba si solo había unos pocos lugares donde el calor fuera un problema, pero durante una ola de calor, su capacidad para responder a las preocupaciones se veía rápidamente desbordada. Cuando nos sentamos con el sindicato para explorar alternativas, sugerimos el plan del Humidex con higrómetros económicos (pequeña máquina electrónica que mide la temperatura y la humedad)

colocados por todas las plantas con la tabla del Humidex fijada en la pared junto al higrómetro. Al principio, los representantes sindicales de Salud y Seguridad se resistieron a la idea. "Cualquiera podrá leer el gráfico y conocer las recomendaciones de trabajo/descanso y todos nos presionarán para que ofrezcamos los descansos previstos".

El higienista con un instrumento del índice de WBGT era más "maneable" aunque no hubiera suficiente capacidad para satisfacer la demanda cuando hacía calor. Los representantes sindicales de Salud y Seguridad temían que el nuevo sistema provocara una "anarquía" en los talleres. Sin embargo, una vez que probaron el sistema, los representantes de Salud y Seguridad se dieron cuenta que les facilitaba el trabajo. Los trabajadores pudieron presionar a sus supervisores para que se adhirieran al plan Humidex, y los representantes de Salud y Seguridad dejaron de ser los intermediarios entre los trabajadores/supervisores y el departamento de higiene laboral.

Esto ocasionó un cambio en el equilibrio de la autoridad, que pasó de ser el experto técnico con la máquina costosa el único que podía decir si era o no el momento de realizar descansos por calor, a ser todo el mundo capaz de determinar la necesidad de realizar descansos por calor y resolver los problemas directamente con sus supervisores.

Pero, si lo pensamos bien, toda esta tecnología y conocimientos asociados al sistema de WBGT en realidad están ahí para indicar a los trabajadores cuándo hace demasiado calor como para trabajar (¡algo que ya saben!).

MEDICIÓN DE TLV / DETALLE DE TLV (ACGIH)

Criterios de detección de la ACGIH basados en el índice de WBGT efectivo

Autogestión asistida

Plan de respuesta al calor basado en estimaciones Humidex/WBGT (TLV simplificado)

Medición de TLV / Detalle de TLV (ACGIH)

Supervisión fisiológica de TLV

El TLV de la ACGIH para el estrés térmico y la tensión es el "patrón de referencia" para la evaluación y valoración del estrés térmico. Si el plan de respuesta al calor basado en el Humidex, más sencillo, no permite una caracterización completa del riesgo de estrés térmico, debe utilizarse el TLV de la ACGIH. **Si decide utilizar este método, consulte la documentación del TLV de la ACGIH para el estrés térmico y la tensión.**

El TLV de la ACGIH tiene 4 métodos de evaluación del estrés térmico. El método 1 es el más utilizado y el menos complicado. Consiste en una tabla de criterios de detección de TLV y límites de acción (AL) basados en el índice WBGT efectivo (WBGT_{eff}). Los criterios de detección de la exposición al estrés térmico tienen en

- las contribuciones del medio ambiente (WBGT),
- exigencias metabólicas del trabajo ajustadas al peso como ligero, moderado, pesado o muy pesado, (siga la tabla 1 del TLV de la ACGIH) b
- patrón de trabajo-descanso, (siga la tabla 2 del TLV de la ACGIH)
- ropa; (Véase CAV en la sección anterior)
- nivel de aclimatación.

CASO REAL

De Humidex a TLV de la ACGIH (WBGT)

Jamila trabaja en una fábrica mediana que produce envases de cartón con distintas formas. El cartón se moldea cuando está húmedo y se seca en hornos, por lo que el proceso de fabricación emite tanto calor como humedad. Al principio, la planta intentó utilizar el plan Humidex, pero las condiciones de estrés térmico eran más complicadas de lo que suponía el plan Humidex, por lo que decidieron adquirir máquinas que midieran la temperatura del globo de bulbo húmedo (WBGT). El empresario instaló 4 conjuntos fijos de sensores que se programaron para notificar a los supervisores a partir del momento en que las condiciones en estas zonas superasen los 20°C del índice de WBGT. También existen unidades de medición manuales que pueden utilizarse para el seguimiento de problemas específicos de estrés térmico.

Al departamento de Salud y Seguridad le gustó la simplicidad del plan Humidex, así que elaboraron una correlación entre las mediciones Humidex y WBGT para poder convertir la tabla Humidex en unidades WBGT.

Las mediciones de WBGT tienen en cuenta el calor radiante de los hornos y la humedad adicional de los procesos húmedos de la planta.

Los puestos de trabajo fueron clasificados por consultores ergonómicos en categorías de "ligero" y "moderado".

También se señaló qué puestos de trabajo tenían acceso a salas de descanso con aire acondicionado para el relevo y cuáles no.

Los controles técnicos incluyen ventilación con enfriadores para regular el nivel de humedad en la planta (por la estabilidad del producto de cartón), se han introducido cambios ergonómicos para reducir la cantidad de energía que los trabajadores tienen que gastar para hacer su trabajo, y se han colocado ventiladores de refrigeración por evaporación estratégicamente por toda la planta cuando hace mucho calor.

Como integrante del Comité Mixto de Seguridad y Salud, en los días de estrés térmico, Jamila es responsable de asegurarse que sus compañeros estén bien y tomen suficientes líquidos (normalmente agua, pero también electrolitos congelados cuando hace mucho calor y ve que las personas hacen trabajos que requieren esfuerzo). También presta especial atención a algunos de sus compañeros de trabajo, de los que sabe que tienen algún problema físico. También ha recibido instrucción en primeros auxilios y sabe qué hacer si alguien presenta síntomas. También sabe cómo tomar medidas en cuanto al índice de WBGT si surge una preocupación específica.



SUPERVISIÓN FISIOLÓGICA DE TLV

Autogestión asistida

Plan de respuesta al calor basado en estimaciones Humidex/WBGT (TLV simplificado)

Medición de TLV / Detalle de TLV (ACGIH)

Supervisión fisiológica de TLV

La supervisión fisiológica del estrés térmico puede ser una herramienta útil para proteger la salud y la seguridad de las personas que trabajan en ambientes calurosos, especialmente si realizan actividades físicas extenuantes.

El estrés térmico se produce cuando el cuerpo es incapaz de regular su temperatura, lo que provoca síntomas que van desde un malestar leve hasta afecciones potencialmente mortales como el golpe de calor.

Para evitar las enfermedades relacionadas con el calor, se pueden utilizar herramientas de supervisión, como la tecnología portátil equipada con pulsómetros y dispositivos termorreguladores, para realizar un seguimiento de parámetros fisiológicos fundamentales como la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y los niveles de hidratación, así como para concienciar a las personas para que se autocontrolen y tomen descansos cuando sea necesario.

La integración de estas herramientas puede mejorar un plan integral de prevención de las enfermedades causadas por el calor, al señalar de forma proactiva los primeros signos de sobrecarga térmica y alertar sobre la necesidad de actuar para evitar su agravamiento.

La supervisión puede identificar intervenciones oportunas, como descansos, estado de hidratación, estado de recuperación, y puede apoyar la autocalibración, especialmente en trabajadores sin experiencia.

Los programas educativos sobre concienciación y prevención del estrés térmico aumentarán la eficacia de la supervisión fisiológica.

En resumen, la integración de la supervisión fisiológica en las estrategias de gestión del estrés térmico puede ser una herramienta eficaz para promover un entorno seguro y saludable para las personas expuestas a altas temperaturas y debe tenerse en cuenta en condiciones de alto riesgo y trabajo a distancia.

Los datos recogidos de los dispositivos de vigilancia utilizados para información personal pertenecen a la persona que lleva el dispositivo de supervisión de la salud. Los datos pueden compartirse con otras personas, como médicos generales, si la persona decide revelar la información, o si el dispositivo se utiliza para controlar una afección médica o de salud específica. Sin embargo, los dispositivos personales deben diferenciarse de los dispositivos de supervisión de la salud proporcionados en el lugar de trabajo. Los datos resultantes de la supervisión fisiológica se consideran datos médicos privados, por lo que se requieren políticas estrictas en los centros de trabajo que la apliquen en relación con: las circunstancias en que se aplica la supervisión; quién tiene acceso a los datos durante la supervisión; para qué pueden utilizarse los datos; y si los datos se almacenan.

Las tecnologías para evaluar la salud física y psicológica se encuentran en distintas fases de desarrollo y evolucionan constantemente. A medida que se desarrollan nuevas tecnologías y dispositivos, es preciso comprobar la capacidad del dispositivo para evaluar la característica prevista en comparación con el estándar de medición más elevado.

Algunos dispositivos de supervisión de la salud han sido sometidos a pruebas independientes para determinar su fiabilidad (producen resultados coherentes) y validez (miden con precisión lo que se pretendía medir). Sin embargo, hay un gran número de dispositivos en el mercado que no han sido debidamente probados.

Esto ocurre principalmente por la popularidad y demanda de los dispositivos, que hace que las empresas los fabriquen y comercialicen más rápido de lo que los investigadores pueden probarlos.

No obstante, debe considerarse que, aunque algunos dispositivos disponibles en el mercado han sido validados, es posible que no generen los mismos resultados en todos los entornos laborales. Si desea utilizar monitores fisiológicos en el lugar de trabajo, deberá evaluar la precisión, la fiabilidad y la viabilidad del dispositivo en cuestión para su uso en el lugar de trabajo.

Para un análisis completo de la supervisión fisiológica, consulte la *Guía de Supervisión Fisiológica del Estrés Térmico*.

Anexo A: Referencias

Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). (2022). *Agentes físicos - Estrés térmico: Estrés térmico y tensión térmica* [Disponible sólo en inglés]. En 2023: TLVs and BEIs (pp. 239–247). Cincinnati, OH: ACGIH. ISBN: 978-1-607261-58-2

Bernard, T. E., & Iheanacho, I. (2015). Índice de calor y temperatura ajustada como indicadores sustitutos de la temperatura de bulbo húmedo para detectar el estrés térmico ocupacional. [Disponible sólo en inglés]. *Revista de Higiene Ocupacional y Medioambiental*, 12 (5), 323-333. <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.989365> [Disponible sólo en inglés]

Climate Risk Institute (CRI). (2023). *Informe Técnico de Evaluación Provincial del Impacto del Cambio Climático de Ontario*. <https://www.publications.gov.on.ca/CL32819> [Disponible sólo en inglés]

Notley, S. R., Meade, R. D., D'Souza, A. W., McGarr, G. W., & Kenny, G. P. (2018). Efectos acumulativos de días sucesivos de trabajo bajo el calor sobre la función termorreguladora en el trabajador que envejece. *Temperatura* 5 (4), 293-295. <https://doi.org/10.1080/23328940.2018.1512830> [Disponible sólo en inglés]

Occupational Health and Safety Council of Ontario. (2022). *Plan de respuesta basado en el calor del Humidex*. ACGIH TLV: Documentación sobre el Estrés y la Tensión Térmicos de la ACGIH.

Taylor, N. A., Machado-Moreira, C. A., van den Heuvel, A. M., & Caldwell, J. N. (2014). [Disponible sólo en inglés] Manos y pies: aislantes fisiológicos, radiadores y evaporadores. *Revista Europea de Fisiología Aplicada*, 114, 2037-2060. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2940-8> [Disponible sólo en inglés]

Yu, C. Y., Lin, C. H., & Yang, Y. H. (2010).

Base de datos y fórmula de estimación de la superficie corporal humana. *Burns*, 36 (5), 616-629. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2009.05.013> [Disponible sólo en inglés]

Anexo B: Definiciones

Aclimatación: La capacidad del cuerpo para "acostumbrarse" a trabajar en condiciones de calor. Dado que la sudoración es la principal forma que tiene el cuerpo de enfriarse, la aclimatación implica en realidad el cambio gradual de la tasa de sudoración (se suda más deprisa) y del contenido del sudor (se pierden menos electrolitos cuando se suda de forma eficiente). La deshidratación puede eliminar los beneficios de la aclimatación. En Ontario, las condiciones meteorológicas rara vez alcanzan los niveles que permiten al organismo mantener la aclimatación a las condiciones de estrés térmico. Solo si los trabajadores están expuestos a fuentes adicionales de calor/humedad (como hornos muy calientes, vapor, metal/vidrio fundido, etc.) podría considerarse que están aclimatados en Ontario. La ACGIH estipula que una persona puede considerarse aclimatada tras haber estado expuesta a estrés térmico durante al menos 2 horas continuas, durante 5 de los últimos 7 días.

ACGIH: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales.

Calor metabólico: El calor producido por los procesos bioquímicos normales del organismo (por ejemplo, la producción de energía, la activación hormonal o la digestión). Al aumentar la demanda muscular durante la actividad física, también aumenta la producción de calor metabólico.

Calor radiante: es el calor que irradian las superficies calientes y el sol; el calor radiante es un factor adicional de estrés térmico que se añade a la temperatura del entorno general.

Golpe de calor: es el efecto del estrés térmico (externo e interno) sobre el organismo que da lugar a la lista de síntomas y efectos sobre la salud que se describen a continuación.

Estrés térmico: es la exposición del cuerpo al calor. Existen dos fuentes de estrés térmico, una es el calor del ambiente y la otra es el calor que genera el cuerpo cuando trabaja (el 70% de la energía que utiliza el cuerpo para funcionar se convierte en calor generado internamente).

Humidex: es una medida creada por Environment Canada que no solo tiene en cuenta la temperatura, sino también el efecto de la humedad relativa. Humidex proporciona la temperatura que "se siente" cuando se tiene en cuenta la humedad.

Humedad relativa: Las condiciones térmicas es la cantidad de humedad en el aire a una temperatura determinada en comparación con lo que el aire puede "retener" a esa temperatura. Cuanto mayor es la humedad relativa, más difícil es que el sudor se evapore (y más calor se siente).

Limite d'action (LA): Las condiciones térmicas a las que los trabajadores sanos y no aclimatados pueden alcanzar el equilibrio térmico, según las directrices de la ACGIH (ACGIH, 2022).

Media ponderada en el tiempo (TWA): Para el estrés térmico es la media ponderada de las distintas mediciones basadas en un marco temporal global de 1 hora calculado de la siguiente manera: $TWA = \text{medida 1} \times (\text{minutos en el lugar1}/60) + \text{medida 2} \times (\text{minutos en el lugar2}/60) + \dots$

Programa de Gestión del Estrés Térmico (HSMP): Planes escritos que establezcan la política del lugar de trabajo relativa a la gestión del estrés térmico y que incluyan, entre otras cosas: capacitación, prácticas de higiene, supervisión, documentación de sucesos y un plan de respuesta de emergencia. El HSMP debe incluir controles generales y controles específicos del trabajo que se activen cuando el estrés térmico supere los límites de exposición, por ejemplo los del TLV o AL (ACGIH, 2022).

Tasa metabólica: es la velocidad a la que el cuerpo utiliza la energía almacenada (alimentos digeridos) para realizar un trabajo. Para el estrés térmico es importante tener en cuenta que cuando el cuerpo utiliza sus reservas de energía para realizar un trabajo, el 70% de la energía se transforma en calor (nuestros cuerpos no son máquinas de trabajo muy eficientes energéticamente).

Temperatura corporal central: Il s'agit de la température en l'intérieur du corps (la température corporelle normale est de 37 °C); les programmes de stress thermique sont conçus pour maintenir la température corporelle en dessous de 38 °C.

Temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT): es el método "oficial" para medir el estrés térmico. WBGT son las siglas en inglés de temperatura de bulbo húmedo. La ACGIH tiene dos ecuaciones para calcular el índice de WBGT:

WBGT (interior/sombra) = 70% temperatura de bulbo húmedo + 30% temperatura de globo

WBGT (exterior al sol) = 70% temperatura de bulbo húmedo + 20% temperatura del globo + 10% temperatura de bulbo seco

La norma de la ACGIH contiene una tabla de criterios del índice WBGT que deberían proteger a la "mayoría" de los trabajadores "sanos y bien hidratados" de experimentar síntomas de estrés térmico o efectos sobre la salud (ACGIH, 2022).

Valor límite umbral (TLV): Las condiciones térmicas a las que los trabajadores sanos, bien hidratados y aclimatados pueden alcanzar el equilibrio térmico según las directrices de la ACGIH. A efectos del TLV, se considera que los trabajadores están aclimatados si han tenido exposiciones recientes a estrés térmico de al menos dos horas continuas, durante cinco de los siete días anteriores (ACGIH, 2022).

Anexo C: Investigación y apoyo

Su Asociación de Salud y Seguridad puede ofrecerle capacitación y asistencia técnica. Las Asociaciones de Salud y Seguridad de Ontario, el Workers Health and Safety Centre, y las Occupational Health Clinics for Ontario Workers ofrecen información específica sobre el lugar de trabajo, así como servicios de asesoramiento y capacitación para la prevención de enfermedades y lesiones. Todos los socios del sistema OHS forman parte del Comité Directivo de Prevención de Enfermedades Profesionales que ha apoyado este proyecto.

- [Centre d'Centre for Research Expertise in Occupational Disease](#)
- [Centre for Research in Occupational Safety and Health](#)
- [Infrastructure Health and Safety Association](#)
- [Institute for Work and Health](#)
- [Occupational Cancers Research Centre](#)
- [Occupational Health Clinics for Ontario Workers](#)
- [Ontario Ministry of Labour, Immigration, Training and Skills Development](#)
- [Public Services Health & Safety Association](#)
- [Workers Health & Safety Centre](#)
- [Workplace Safety North](#)
- [Workplace Safety & Prevention Services](#)
- [Workplace Safety and Insurance Board](#)

Encontrará otras fuentes de información sobre el estrés térmico en la lista de recursos adicionales de diversas fuentes que figura al final de la página del [Kit de Herramientas contra el Estrés Térmico](#).

Programa de Prevención y Control del Estrés Térmico

Versión 1.0

Fecha: 24.03.2024

Historial de versiones

Versión	Aprobado por	Fecha de revisión	Descripción del cambio	Autor
1.0				

	Nombre	Título	Fecha
Preparado por			
Aprobado por			

1. NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO

Programa de Prevención y Control del Estrés Térmico

2. PROPÓSITO

El objetivo de este documento es describir las responsabilidades y los procedimientos para proteger a los trabajadores del estrés térmico y prevenir las enfermedades relacionadas con el calor.

3. REFERENCIAS

El cumplimiento de la última versión (actualmente 2022) del Valor Límite Umbral (TLV®) de Estrés Térmico y Distensión de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) y su Documentación se consideran la base subyacente de este SOP.

4. DEFINICIONES (Términos clave)

Aclimatación: la capacidad del cuerpo para "acostumbrarse" a trabajar en condiciones de calor.

Dado que la sudoración es el principal método que tiene el cuerpo de enfriarse, la aclimatación implica en realidad el cambio gradual de la tasa de sudoración (se suda más deprisa) y del contenido del sudor (se pierden menos electrolitos cuando se suda de forma eficiente). La deshidratación puede eliminar los beneficios de la aclimatación. En Ontario, las condiciones meteorológicas rara vez alcanzan los niveles que permiten al organismo mantener la aclimatación a las condiciones de estrés térmico. Solo si los trabajadores están expuestos a fuentes adicionales de calor/humedad (como hornos muy calientes, vapor, metal/vidrio fundido, etc.) podría considerarse que están aclimatados en Ontario. La ACGIH estipula que una persona puede considerarse aclimatada tras haber estado expuesta a estrés térmico durante al menos 2 horas continuas, durante 5 de los últimos 7 días.

ACGIH: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales.

Temperatura corporal central: Es la temperatura en el interior del cuerpo (la temperatura corporal normal es de 37 °C); los programas de estrés térmico están diseñados para mantener la temperatura corporal por debajo de los 38 °C.

Calor radiante: es el calor que irradian las superficies calientes y el sol; el calor radiante es un factor adicional de estrés térmico que se añade a la temperatura del entorno general.

Golpe de calor: Es el efecto del estrés térmico (externo e interno) sobre el organismo que da lugar a la lista de síntomas y efectos sobre la salud que se describen a continuación.

Golpe de calor: se produce cuando falla el sistema de gestión de la temperatura corporal.

La temperatura central supera los 40 °C y el cuerpo deja de sudar (desconexión del sistema de regulación térmica). Al aumentar la temperatura corporal, el cerebro se sobrecalienta y la persona puede parecer confusa y actuar fuera de lo normal. Llegados a este punto, ya no se puede confiar en la persona para que controle su estado, por lo que hay que intervenir y llevarla a emergencias lo antes posible. Si no, podrían morir.

Humidex: es una medida creada por Environment Canada que no solo tiene en cuenta la temperatura, sino también el efecto de la humedad relativa. Humidex proporciona la temperatura que "se siente" cuando se tiene en cuenta la humedad.

Humedad relativa: es una medida del grado de humedad del aire. Cuanto mayor es la humedad relativa, más difícil es que el sudor se evapore (y más calor se siente).

Media ponderada en el tiempo (TWA): es la media ponderada de las diferentes mediciones basadas en un marco temporal global de 1 hora calculado de la siguiente manera:

$TWA = medida1 * (\text{minutos en el lugar}1/60) + medida2 * (\text{minutos en el lugar}2/60) + \dots$

Temperatura global del bulbo húmedo (WBGT): es el método "oficial" para medir el estrés térmico.

WBGT son las siglas en inglés de temperatura de bulbo húmedo. La ACGIH tiene dos ecuaciones para calcular el índice de WBGT:

$WBGT (\text{interior/sombra}) = 70\% \text{ temperatura de bulbo húmedo} + 30\% \text{ temperatura de globo}$

$WBGT (\text{exterior al sol}) = 70\% \text{ temperatura de bulbo húmedo} + 20\% \text{ temperatura del globo} + 10\% \text{ temperatura de bulbo seco}$

La norma de la ACGIH contiene una tabla de criterios del índice WBGT que deberían proteger a la "mayoría" de los trabajadores "sanos y bien hidratados" de experimentar síntomas de estrés térmico o efectos sobre la salud.

Tasa metabólica: Es la velocidad a la que el cuerpo utiliza la energía almacenada (alimentos digeridos) para realizar un trabajo. Para el estrés térmico es importante tener en cuenta que cuando el cuerpo utiliza sus reservas de energía para realizar un trabajo, el 70% de la energía se transforma en calor (nuestros cuerpos no son máquinas de trabajo muy eficientes energéticamente).

Temperatura corporal central: Es la temperatura en el interior del cuerpo (la temperatura corporal normal es de 37 °C); los programas de estrés térmico están diseñados para mantener la temperatura corporal por debajo de los 38 °C.

Peligros y riesgos para la salud

Los síntomas del estrés térmico son un conjunto de señales naturales que le indican que debe hacer algo para equilibrar el calentamiento y el enfriamiento de su cuerpo. Cuando el cuerpo se calienta, intenta eliminar el exceso de calor mediante la evaporación del sudor. Si no es capaz de enfriarse de esta forma, su temperatura corporal aumentará. A continuación se indican los síntomas y enfermedades del estrés térmico:

Calambres por calor: se producen cuando se agotan las reservas musculares del cuerpo. Los síntomas son calambres en los músculos que se utilizan para trabajar (por ejemplo, brazos, piernas) o en otros músculos, como los del estómago (o en ambos).

Deshidratación: es cuando el cuerpo no tiene suficiente agua para funcionar con normalidad. Esto puede provocar diversos síntomas, como dolor de cabeza, fatiga, etc. Esperar a sentir sed es insuficiente para mantener una hidratación adecuada. El color de la orina puede indicar el grado de hidratación (cuanto más claro, mejor).

Efectos crónicos: la exposición crónica a la tensión térmica puede afectar a los sistemas reproductores masculino y femenino, dificultando la concepción. La tensión térmica crónica también puede tener efectos sobre el corazón y los riñones, alterar los patrones de sueño y afectar a la salud mental.

Agotamiento por calor: es un agotamiento gradual de la capacidad del organismo para controlar el estrés térmico. Los síntomas incluyen náuseas, mareos, debilidad, dolor de cabeza, visión borrosa y sudoración profusa (sudor que gotea del cuerpo). Si no se toman medidas preventivas, puede evolucionar a un golpe de calor.

Sarpullido por calor: Al principio de la temporada de estrés térmico, antes que el cuerpo se acostumbre a sudar eficazmente, pueden aparecer erupciones en la piel al obstruirse los poros sudoríparos. La piel se enrojece y puede picar, sentir pinchazos o doler.

Hiponatremia: se produce cuando se bebe demasiada agua, lo que hace que los niveles de sodio en sangre bajen demasiado. Los síntomas incluyen dolor de cabeza, fatiga, irritabilidad, debilidad muscular/calambres.

Rabdomiólisis (Rhabdo): es una enfermedad causada por la degradación del tejido muscular. Los síntomas incluyen calambres/dolor muscular, orina anormalmente oscura, debilidad e intolerancia al ejercicio (puede diagnosticarse con pruebas médicas). A largo plazo, puede dañar el corazón y los riñones.

Estrés térmico: Es la exposición del cuerpo al calor. Existen dos fuentes de estrés térmico, una es el calor del ambiente y la otra es el calor que genera el cuerpo cuando trabaja (el 70% de la energía que utiliza el cuerpo para funcionar se convierte en calor generado internamente).

Síncope por calor: o desmayos también suelen producirse al principio de la temporada de estrés térmico, pero también pueden ocurrir más adelante. Suele ocurrir cuando la persona está en una posición estática (sentada, de pie en un sitio) y de repente se levanta o se mueve. Mientras la persona estaba inmóvil, la sangre se acumulaba en las zonas inferiores del cuerpo y cuando se movía había una falta de sangre en la cabeza que provocaba mareos, sensación de aturdimiento y quizás náuseas, entonces la persona podía desmayarse.

5. RESPONSABILIDADES

Empleador: Legalmente, el empleador es responsable de hacer todo lo que sea razonable, dadas las circunstancias, para proteger al trabajador. Con respecto al estrés térmico, el Ministerio de Trabajo ha interpretado esta obligación en el sentido de que el lugar de trabajo debe cumplir los requisitos del TLV de estrés térmico de la ACGIH. La Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo de Ontario también exige a los empleadores que consulten a los trabajadores a través del JHSC o de los representantes de salud y seguridad de los trabajadores a la hora de proteger a los trabajadores de los peligros del lugar de trabajo. El empleador también es responsable de nombrar supervisores competentes, es decir, supervisores que conozcan los peligros existentes en el lugar de trabajo y sepan cómo controlar la exposición de los trabajadores a dichos peligros. El empleador debe establecer un plan de respuesta al estrés térmico, asegurarse de que cumple los requisitos del TLV, designar a personas competentes para administrar el plan y revisar periódicamente el rendimiento para garantizar que todas las personas cumplen sus obligaciones en virtud del plan. El empleador también es responsable de facilitar los recursos para los controles necesarios a fin de gestionar el estrés térmico en el lugar de trabajo (por ejemplo, barreras térmicas, ventilación, cambios ergonómicos para reducir el calor metabólico, agua adecuada, primeros auxilios, planes de emergencia, etc.) y dirigir a los supervisores para que utilicen los controles administrativos necesarios (regímenes de trabajo/descanso) a fin de evitar el estrés térmico de los trabajadores.

Supervisores: tienen la obligación legal de ser competentes, lo que significa que poseen los conocimientos, la capacitación y la experiencia necesarios para: organizar el trabajo de forma que los trabajadores trabajen de conformidad con la normativa; garantizar que los trabajadores utilicen cualquier equipo, dispositivo de protección o ropa que el empleador requiera; garantizar que los trabajadores conozcan todos los riesgos para la salud y la seguridad en el lugar de trabajo; proporcionar a los trabajadores instrucciones por escrito sobre las medidas y procedimientos que deben seguir para su propia protección; y tomar todas las precauciones razonables en las circunstancias para proteger a los trabajadores. Así pues, con respecto al estrés térmico, los supervisores deben asegurarse de que todos los trabajadores a su cargo conocen los signos y síntomas del estrés térmico. También deben asegurarse de que tienen suficiente acceso al agua para garantizar una buena hidratación y ayudarles a mantener la capacidad de trabajar sin sufrir estos síntomas. Deben animar a los trabajadores a comunicar sus síntomas de estrés térmico o los de otras personas que observen que tienen problemas con la exposición al calor.

Trabajadores: deben ser conscientes de los signos y síntomas del estrés térmico y saber qué hacer para prevenirlos. En condiciones de estrés térmico, también deben cuidarse mutuamente, ya que en algunas condiciones de estrés térmico (por ejemplo, el golpe de calor) la persona que lo sufre no es capaz de cuidar de sí misma. Los trabajadores deben notificar a su supervisor/representante de salud y seguridad si experimentan algún síntoma de estrés térmico o ven a otras personas que no se encuentran bien. Los trabajadores deben mantenerse bien hidratados.

6. PROCEDIMIENTO

Cuando llegue el calor o cuando los procesos del lugar de trabajo que emitan calor y/o humedad expongan a los trabajadores a un golpe de calor, se seguirán los siguientes procedimientos:

1. **Capacitación:** todos los trabajadores y sus supervisores recibirán "instrucciones verbales y escritas para los programas de capacitación previos al trabajo y anuales con información sobre el estrés y la tensión térmica, los trastornos por calor, el plan de mitigación y el plan de respuesta de emergencia en un idioma y formato que comprendan los trabajadores y supervisores". Durante los episodios de clima caluroso y/o exposiciones intensas, se enviarán recordatorios a los trabajadores expuestos para reforzar las prácticas y procedimientos de control de los síntomas personales y de los compañeros de trabajo, así como de prevención de los golpes de calor. Es importante que todos los trabajadores puedan reconocer los primeros signos y síntomas del estrés térmico para prevenir enfermedades por calor más graves. Los trabajadores deben ajustar su ritmo de trabajo, hacer pausas frecuentes en áreas con sombra o más frescas y mantenerse hidratados bebiendo agua con regularidad. Los supervisores también deben ser capaces de reconocer cuándo un trabajador está experimentando síntomas relacionados con el calor y saber qué hacer para ayudarle.

2. **Umbral de condiciones ambientales desencadenantes de la supervisión:** Las condiciones ambientales

desencadenantes que inician las mediciones pueden ser cualquiera de las siguientes: (1) si hay informes de molestias relacionadas con el calor u otros síntomas; (2) juicio basado en experiencias pasadas que sugieran condiciones de estrés térmico; o (3) el Humidex alcanza los 30°.

3. **Mediciones:** Para las áreas de trabajo en las que hay fuentes importantes de calor radiante y/o humedad (vapor, circulación de grandes cantidades de agua), las mediciones preferidas son las de la temperatura del globo de bulbo húmedo (WBGT) tomadas a 10 m (30') de la exposición (cuanto más cerca del trabajador expuesto, mejor).

Para los puestos de trabajo en los que las condiciones meteorológicas son la principal fuente de exposición al calor externo, bastan las mediciones de temperatura y humedad relativa tomadas dentro de la zona de trabajo. Las mediciones deben realizarse al menos una vez por hora en condiciones de estrés térmico y registrarse.

4. Las mediciones de temperatura y humedad relativa pueden convertirse a Humidex utilizando la tabla del Anexo 1, o bien a WBGT estimado utilizando la tabla del Anexo 2. Si el trabajo tiene lugar en distintos lugares con diferentes niveles de calor, puede calcularse una media ponderada en el tiempo (TWA) a lo largo de una hora. Las mediciones WBGT pueden utilizarse directamente después de aplicar los valores de ajuste de la ropa.

5. Los **valores de ajuste de la ropa** deben añadirse a la medición de acuerdo con la tabla del Anexo 3. Estos valores deben añadirse al Humidex, o bien al WBGT estimado.

6. **Trabajo con luz solar directa:** para trabajos que se realicen con luz solar directa, añada 4° Humidex al Humidex del Anexo nº 1; o bien, añada 2°C WBGT al valor WBGT estimado del Anexo nº 2.

Si hay nubosidad o sombra parcial, se pueden prorratear estas adiciones en función de la proporción con respecto a la exposición directa al sol (por ejemplo, utilizar el 50% del valor si la nubosidad es del 50%).

7. Compare el Humidex ajustado o el WBGT estimado ajustado con los siguientes criterios:

NUNCA IGNORE LOS SÍNTOMAS DE NADIE, INDEPENDIENTEMENTE DE CUALQUIER MEDIDA!

Humidex Ajustado*	Respuesta	Índice de WBGT efectivo** (°C)
25 - 29	suministrar agua a los trabajadores en función de sus necesidades	↔ 23.0°C
30 - 33	publicar el aviso de Alerta por Estrés Térmico; alentar a los trabajadores a beber más agua; empezar a registrar cada hora la temperatura y la humedad relativa	23.1 – 24.0°C
34 - 37	Publicar un Aviso de Estrés Térmico; avisar a los trabajadores que deben beber más agua; garantizar que los trabajadores estén capacitados para reconocer los síntomas	24.1 – 25.0°C
38 - 39	se puede continuar trabajando con 15 minutos de relevo por hora; proporcionar agua fresca adecuada (10-15°C); por lo menos 1 vaso (240 mL) de agua cada 20 minutos, el trabajador con síntomas debe buscar atención médica.	25.1 – 26.0°C
40 - 41	el trabajo con 30 minutos de descanso por hora puede continuar además de las disposiciones indicadas anteriormente	26.1 – 27.0°C
42 - 44	si es factible, se puede seguir trabajando con 45 minutos de relevo por hora, además de las disposiciones indicadas anteriormente	27.1 – 29.0°C
45*** o más	solo puede continuar el trabajo bajo supervisión médica	29.1°C*** o más

* "ajustado" significa ajustado para ropa adicional y calor radiante (véanse los pasos nº 4 y nº 5)

** "Efectivo" significa ajustado para ropa (paso nº 4) si el WBGT incluye la temperatura del globo

***en Humidex superior a 45 (29.0°C WBGT), el estrés térmico debe gestionarse según el ACGIH TLV®.

8. Dado que no se dispone de supervisión médica, todo el trabajo se detendrá cuando el Humidex ajustado supere 45; o cuando el WBGT Estimado ajustado supere 29.0°C.

7. EQUIPO

La temperatura y la humedad relativa pueden medirse con un higrómetro térmico que tenga una precisión de al menos $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y $\pm 5\%$. La precisión del higrómetro debe comprobarse al menos una vez al año con medidas calibradas de temperatura y humedad relativa.

El índice de WBGT debe medirse con un equipo que tenga un bulbo húmedo real (utilizando agua destilada) y un globo real y que funcione de acuerdo con las especificaciones del fabricante y se calibre anualmente. La persona que realice la medición deberá asegurarse de que la máquina ha alcanzado el equilibrio con el entorno antes de registrar los valores.

8. CONTROLES

La jerarquía de controles debe tenerse en cuenta en todas las fases del proceso:

Controles de eliminación/sustitución

- Deshumidificación, condiciones del aire, cambios en los procesos, etc.

Controles técnicos

- Barreras, aislamiento, ventilación, etc.
- Optimizaciones ergonómicas para reducir las demandas metabólicas

Controles administrativos

- Regímenes de trabajo/descanso, rotación, etc.
- Suministro de agua, primeros auxilios, sistema de amigos

Equipos de Protección Personal

- Equipo de refrigeración personal

Respuesta de emergencia

- Proceso interno y externo en respuesta a síncope, golpe de calor, síntomas incontrolables

9. RECURSOS

Guía de Concienciación sobre el Estrés Térmico

Calculadora y plan de estrés térmico basados en el Humidex

10. DISTRIBUCIÓN

Las siguientes personas deberán revisar este SOP al menos una vez al año:

1. Todos los supervisores responsables de los trabajadores que trabajan en condiciones de estrés térmico
2. Todos los miembros del JH&SC y representantes de Salud y Seguridad
3. Todos los gerentes y altos directivos

11. DESCRIPCIONES DE LAS REVISIONES

ID REV	FECHA	REVISADO POR	DESCRIPCIÓN	APROBADO/REVISADO POR

12. ANEXOS

ANEXO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
Anexo nº 1	Gráfico del Humidex	
Anexo nº 2	Gráfico del índice WBGT estimado	Referencia de Thomas Bernard
Anexo nº 3	Valores de ajuste de la ropa	

13. FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

ID REV	FECHA	REVISADO POR	DESCRIPCIÓN	FIRMA DE APROBACIÓN

Anexo 1: Tabla de conversión del Humidex

Para trabajar con **luz solar** directa, añada 4 °C al valor de Humidex de la tabla

Temp (en °C)	Humedad relativa (en %)																		Temp (en °C)			
	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%		10%		
49																				50	49	
48	Humidex Ajustado* Acción 45+** solo trabajo bajo supervisión médica 42 - 44 Reducción del 75% 40 - 41 Reducción del 50% 38 - 39 Reducción del 25% 34 - 37 advertencia y doble agua 30-33 alerta y agua 25-29 agua según sea necesario																			50	49	
47																					50	49
46																					50	49
45																					50	49
44																					50	49
43																					49	48
42																					49	48
41																					48	47
40																					48	47
39																					47	46
38																				47	46	
37																				46	45	
36																				46	45	
35																				45	44	
34																				45	44	
33																				44	43	
32																				44	43	
31																				43	42	
30																				43	42	
29																				42	41	
28																				42	41	
27																				41	40	
26																				41	40	
25																				40	39	
24																				40	39	
23																				39	38	
22																				39	38	
21																				38	37	
																				38	37	
																				37	36	
																				37	36	
																				36	35	
																				36	35	
																				35	34	
																				35	34	
																				34	33	
																				34	33	
																				33	32	
																				33	32	
																				32	31	
																				32	31	
																				31	30	
																				31	30	
																				30	29	
																				30	29	
																				29	28	
																				29	28	
																				28	27	
																				28	27	
																				27	26	
																				27	26	
																				26	25	
																				26	25	
																				25	24	
																				25	24	
																				24	23	
																				24	23	
																				23	22	
																				23	22	
																				22	21	
																				22	21	
																				21	20	
																				21	20	
																				20	19	
																				20	19	
																				19	18	
																				19	18	
																				18	17	
																				18	17	
																				17	16	
																				17	16	
																				16	15	
																				16	15	
																				15	14	
																				15	14	
																				14	13	
																				14	13	
																				13	12	
																				13	12	
																				12	11	
																				12	11	
																				11	10	
																				11	10	
																				10	9	
																				10	9	

Humedad relativa (en %)

*"Ajustado" significa ajustado para ropa adicional y calor radiante (véanse los pasos 2 y 5).
 ** por encima de un humidex de 45 utilizar el TLV de la ACGIH de Estrés/Tensión Térmica

Anexo 2: Tabla de conversión estimada de la WBGT

T _{aire} (en °C)	Humedad relativa (en %)																		T _{aire} (en °C)	
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15		10
43																31.0	29.9	28.8	27.7	43
42																31.3	30.3	29.2	28.1	42
41																31.6	30.6	29.5	28.5	41
40																30.8	29.8	28.8	27.8	40
39																31.0	30.0	29.1	28.1	39
38																31.1	30.2	29.2	28.3	38
37																31.2	30.3	29.4	28.5	37
36																31.2	30.3	29.4	28.5	36
35																31.1	30.3	29.4	28.6	35
34																31.0	30.2	29.4	28.5	34
33																31.6	30.8	30.0	29.2	33
32																31.6	30.8	30.0	29.2	32
31																31.6	30.8	30.0	29.2	31
30																31.6	30.8	30.0	29.2	30
29																31.6	30.8	30.0	29.2	29
28																31.6	30.8	30.0	29.2	28
27																31.6	30.8	30.0	29.2	27
26																31.6	30.8	30.0	29.2	26
25																31.6	30.8	30.0	29.2	25
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	

Para trabajar con **luz solar** directa, añada 2 °C al valor de WBGT de la tabla.

Anexo 3: Valores de ajuste de la ropa

Anexo 3: Valores de ajuste de la ropa	° C de la WBGT	Humidex
Mangas cortas y pantalones de material tejido	-1.0	-2
Ropa de trabajo (camisa de manga larga y pantalones)	0.0	0
Monos de tela (material tejido) sobre la ropa interior	0.0	0
Monos finos desechables de polipropileno SMS sobre ropa interior	+0.5	+1
Monos desechables de poliolefina (Tyvek) sobre ropa interior	+1.0	+2
Capucha (para cubrir la cabeza y el cuello, no la cara)	+1.0	+2
Ropa tejida de doble capa (por ejemplo, monos sobre ropa de trabajo)	+3.0	+6
Monos con barrera de vapor de uso limitado con capucha	+11.0	+22

Valores derivados del ajuste de la ropa	° C de la WBGT	Humidex
Guantes impermeables	+0.2	+0.4
Delantal impermeable	+0.3	+0.6
Fundas protectoras adicionales	+0.2	+0.4
Chaqueta de cuero para soldador	+1.5	+3.0
Mascarilla médica	+0.05	+0.1
Mascarilla desechable N95	+0.1	+0.2
Respirador elastomérico de media cara	+0.2	+0.4
Orejas	+0.1	+0.2
Toque	+0.6	+1.2
Casco	+0.2	+0.4
Gafas	+0.1	+0.2
Protector facial	+0.1	+0.2
Bata de hospital de tela tejida	+1.5	+3.0