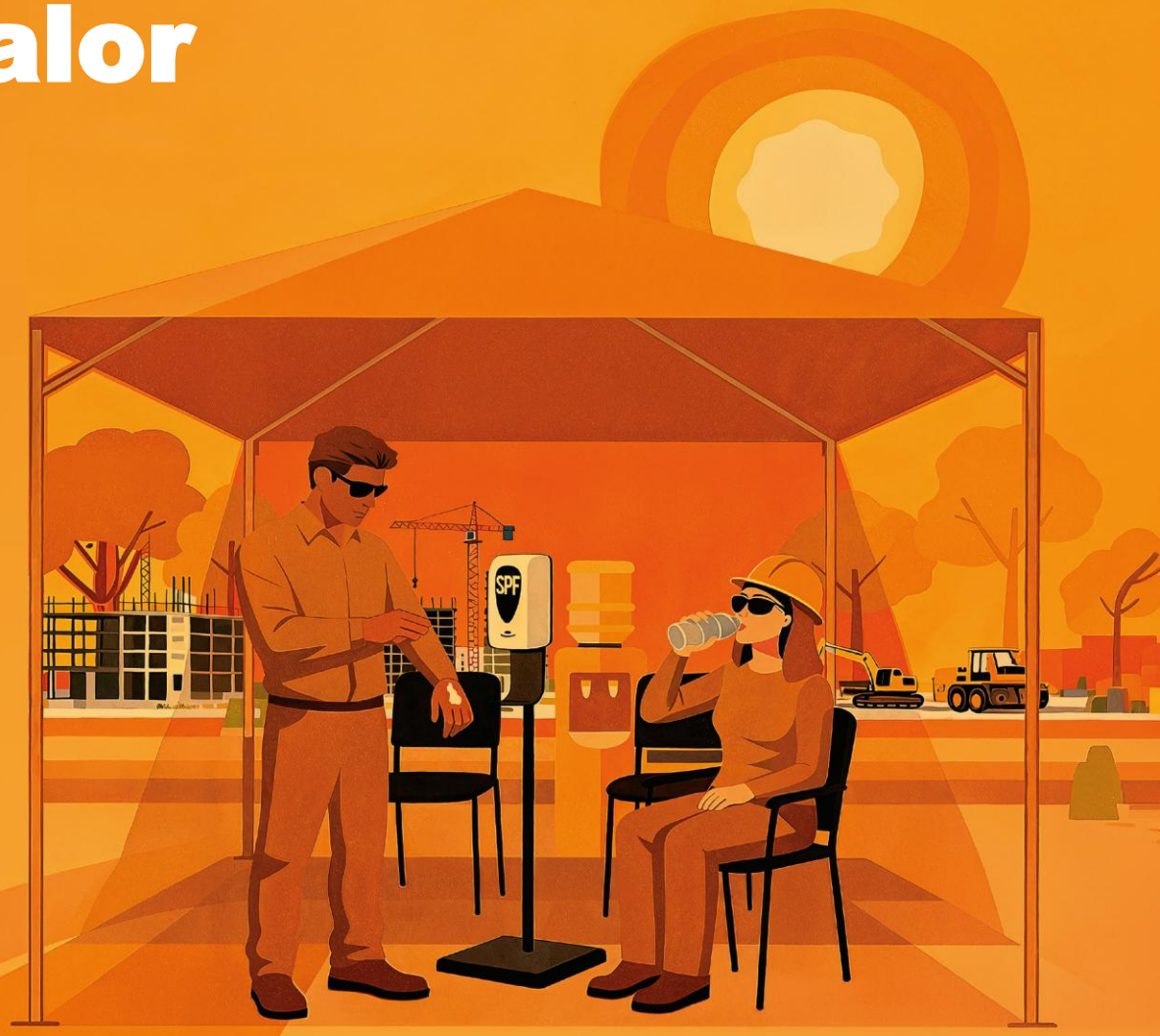
Metodologías de evaluación de estrés térmico por calor

Javier Pla Figueroa
Técnico de Prevención del INSST, CNNT



ESTRÉS TÉRMICO Y RADIACIÓN UV:
Retos y soluciones ante el cambio climático en el ámbito laboral
Madrid 13 de mayo

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
2026 AÑO DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

CONSIDERACIONES PREVIAS

Los **ambientes térmicos extremos pueden ocasionar daños** para la salud de la población trabajadora expuesta.

¿Cuándo pueden ocurrir situaciones peligrosas por estrés térmico por calor?

Cuando los mecanismos de termorregulación del organismo se ven desbordados este no logra disipar suficiente calor al exterior para preservar su temperatura interna constante (37 ± 1˚C). La persona pasa a estar en riesgo.

¿Cómo evaluar el riesgo de estrés térmico por calor?

Hay que considerar los factores que inciden en la carga térmica soportada por la persona trabajadora. El factor de riesgo real es el calor acumulado en el organismo.

Metodologías

- Método EVALTER-OBS
- Método basado en la sobrecarga térmica estimada
- Método basado en el índice WBGT

¿Qué método utilizar en trabajos al aire libre?

MÉTODOS DE EVALUACIÓN

EVALTER-OBS

(basado en UNE-EN ISO 15265:2005)

- Método de observación directa de las condiciones de trabajo
- No requiere mediciones
- Aplicable a lugares de trabajo cerrados o semicerrados

No adecuado para trabajos al aire libre

SOBRECARGA TÉRMICA ESTIMADA

(descrito en UNE-EN ISO 7933:2023)

- Permite estimar para una determinada actividad si esta puede originar estrés térmico para la persona
- Considera entre otros
  - Características de la persona
  - Parámetros ambientales
  - Actividad física
  - Vestimenta y su aislamiento
  - Hidratación
- Precisa características de la actividad y condiciones ambientales estables

No adecuado para puestos con actividades o condiciones ambientales muy cambiantes

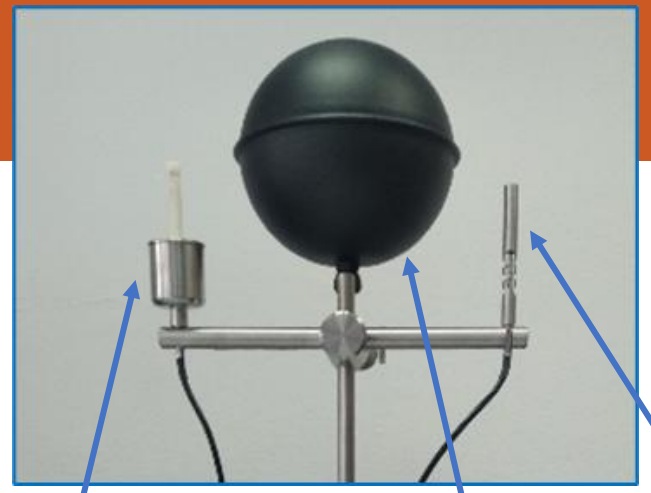
ÍNDICE WBGT

(descrito en UNE-EN ISO 7243:2017)

- Permite evaluar el estrés térmico al que está sometido la persona expuesta en un ambiente caluroso
- Considera
  - Características del ambiente
  - Actividad física
  - Vestimenta
- Requiere <u>medir hora más crítica</u>

Aplicable en interiores y en exteriores

MÉTODO DEL ÍNDICE WBGT



- Sirve para detectar situaciones de estrés térmico por calor
- Se miden *3 variables*
  - Temperatura húmeda natural ($T_{\text{húmeda natural}}$)
  - Temperatura de globo (T_{globo})
  - Temperatura del aire (T_{aire})

¿Qué etapas sigue?

1. Obtener ***WBGT ambiental*** ➡ En <u>exteriores al sol</u>: $WBGT_{ambiental} = 0{,}7 \cdot T_{\text{húmeda natural}} + 0{,}2 \cdot T_{globo} + 0{,}1 \cdot T_{aire}$

2. Determinar ***WBGT efectivo*** ➡ $WBGT_{efectivo} = WBGT_{ambiental} + CAV$

CAV es el ajuste de la vestimenta

3. Calcular ***WBGT referencia***
- Personas aclimatadas (PA) ➡ $WBGT_{referencia(PA)} = 56{,}7 - 11{,}5 \log M$
- Personas no aclimatadas (PNA) ➡ $WBGT_{referencia(PNA)} = 59{,}9 - 14{,}1 \log M$

M es la tasa metabólica promedio

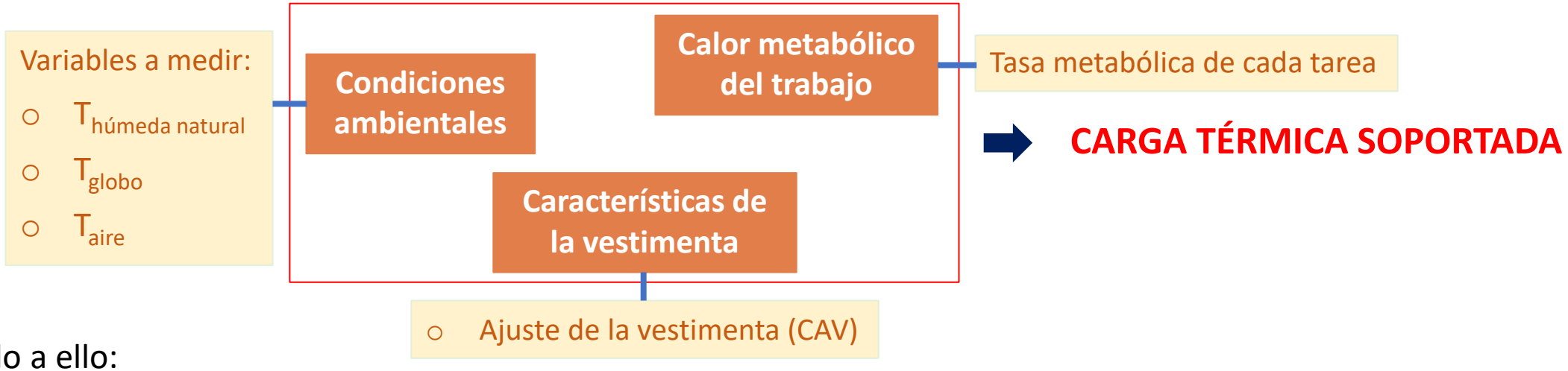
4. Comparar ***WBGT efectivo*** con ***WBGT referencia*** ➡ $WBGT_{efectivo}$ $WBGT_{referencia}$

$WBGT_{efectivo} < WBGT_{referencia}$ ➡ **ACEPTABLE**

$WBGT_{efectivo} \geq WBGT_{referencia}$ ➡ **NECESARIO ADOPTAR MEDIDAS PREVENTIVAS**

Complejidad de aplicar método índice WBGT al aire libre

- **Las variables a medir fluctúan** durante la jornada y de una jornada a otra.



- Debido a ello:
  - Las *mediciones puntuales* conllevan limitaciones para determinar la hora más crítica.
  - Las *mediciones continuas* pueden identificar el riesgo, pero no permiten planificar la acción preventiva.

Aplicar el método del índice WBGT al aire libre es laborioso. Se requeriría realizar mediciones en continuo y su seguimiento donde se mide.

Con base en ello, el INSST realizó una **búsqueda bibliográfica** encaminada a encontrar **alternativas para resolver esta problemática**.

ALTERNATIVA – USO DE PRONÓSTICOS

Se encontraron dos **iniciativas europeas basadas en el uso de pronósticos meteorológicos para determinar el índice *WBGT ambiental***.

HEAT SHIELD → Plataforma europea que constituye un sistema de alerta por exposición al calor en el trabajo a partir de pronósticos probabilísticos (previsión diaria, aprox. 1800 estaciones meteorológicas)

WORKLIMATE → Mapas de previsión del riesgo por calor, basados en el modelo meteorológico MOLOCH

Conforme a ellas el índice *WBGT ambiental* se determina mediante **algoritmos**. Estos algoritmos:

- Se encuentran en la literatura científica.

  James C. Liljegren, Richard A.Carhart, Philip Lawday, Stephen Tschopp & Robert Sharp (2008) Modeling the Wet Bulb Globe Temperature Using Standard Meteorological Measurements, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 5:10, 645-655, DOI: 10.1080/15459620802310770

- Pueden llegar a calcular el índice *WBGT ambiental* con una **precisión de 1˚C**.

- Utilizan magnitudes meteorológicas fácilmente medibles →
  - ❑ Temperatura del aire
  - ❑ Contribución de la radiación
  - ❑ Humedad relativa
  - ❑ Velocidad del aire

CONCLUSIONES

- La **evaluación del riesgo de estrés térmico por calor requiere considerar todos los factores que inciden en la carga térmica soportada** por la persona trabajadora.

- **El método del índice WBGT** es el **más propicio para evaluar el estrés térmico en trabajos al aire libre, pero su aplicación** puede resultar **compleja**.

  La variabilidad de las condiciones ambientales dificulta identificar el riesgo con antelación suficiente a la exposición.

- El uso de **modelos predictivos** basados en el pronóstico meteorológico del índice *WBGT ambiental* puede ser una **oportunidad para anticiparse a situaciones potencialmente peligrosas**.

  Explorar esta línea de investigación puede ser de interés para generar conocimiento que contribuya a **planificar mejor la acción preventiva** y minimizar los posibles daños para la salud.

Muchas
GRACIAS

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL

insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

2026 AÑO DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO