

Especialización en Ergonomía

Ergonomía Ambiental

AMBIENTE TÉRMICO

UTN - FRBA – Escuela de Posgrado - Año 2016

Lic. Esp. Gabriela Bertazzoli - Lic. Esp. Duilio Fernández

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS



El ser humano está expuesto a distintas temperaturas, humedad, viento, calor generado por la actividad física que desarrolla, por los procesos y elementos con que trabaja.

Confortable e ideal: El ser humano se “siente bien” a una temperatura de 24°C, con un nivel de humedad entre 40 % y 50% y velocidades de aire relativamente bajas (?)

Los trabajos con condiciones higrotémicas “inadecuadas” pueden afectar la salud y la conducta de las personas

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS

Cuando las **condiciones higrotémicas** son confortables, colaboran para que el trabajo pueda ser un hecho gratificante.

Cuando no lo son, impactan negativamente y influyen decisivamente en los casos de tareas que se realizan:

- A la **intemperie**, cosechas, construcción, forestación...
- Acerías, fundiciones de vidrio, frigoríficos, cámaras de congelación... (exposición a **frío / calor**)
- **Húmedos**, con **movimiento de aire** y **tipo de trabajo**: tintorerías, pileteros, cocinas, pesca, represas, embarcaciones...



Trabajar en ambientes fríos



Causa fatiga y bajo ciertas circunstancias afecta gravemente la salud o llega a ser mortal.

Para protegerse del frío: más y mejor calidad de abrigo y seco, alimentación rica en calorías, menor tiempo de exposición al ambiente frío.



Trabajar en ambientes calurosos

Se suma a que todos los procesos de nuestro organismo generan calor y este debe eliminarse para mantener la temperatura interna estable.



Aspectos Bilógicos

Mecanismos fisiológicos de regulación y control para mantener la temperatura interna (central) .

La **temperatura interna** es la de la sangre que baña el SNC y es diferente de la **temperatura de la piel**.

Mantener la T central (37°C) es fundamental para mantenimiento de la vida.

Mecanismo de termorregulación (Equilibrio entre los mecanismos de formación y pérdida de calor)

FORMACIÓN

Metabolismo basal
Actividad muscular
Actividad hormonal

GANANCIA DE CALOR

Metabolismo
(Trabajo físico)
Convección
Radiación
Conducción



PÉRDIDA DE CALOR

Radiación
Convección
Evaporación
Conducción

PÉRDIDA

Evaporación de sudor
(agua del aire espirado
y agua de piel)

INERCAMBIO
(ganar – ceder)
Radiación
Conducción

Intercambio de calor con el medio ambiente (Carga Térmica Ambiental)

El ser humano intercambia calor con el medio ambiente, por medio de cuatro mecanismos diferentes:

- **Radiación:** Depende de la diferencia de temperatura de la piel y la de los objetos o superficies próximas. El cuerpo gana calor por la radiación recibida de objetos calientes en los lugares de trabajo: Hornos, crisoles, metal caliente y por el sol en trabajos al exterior.
- **Convección:** Se cede calor humano al ambiente si la temperatura es más baja. La velocidad del aire influye mucho en ese intercambio, cuanto mas alta, mayor calor cede.
- **Evaporación:** Al evaporarse el sudor producido en el cuerpo se pierde calor. Esa evaporación se hace difícil cuando la humedad del ambiente es alta. Una corriente de aire facilita la evaporación del sudor.
- **Conducción:** Se da en el caso del contacto de la piel con un sólido. Ej. El contacto con máquinas que producen calor o frío, manipulación de herramientas más frías o más calientes.

Intercambio de calor con el medio ambiente



Límites superior e inferior de supervivencia, en relación a la temperatura corporal interna

Temperatura en grados Celsius	Síntomas
44	Golpe de calor
42	Convulsiones y coma
41	Piel caliente y seca
40	Hiperpirexia
38-36	Intervalo de temperatura normal
34	Elevada sensación de frío
33	Hipotermia
32	Bradicardia, hipotensión
30	Somnolencia, apatía
28 y menos	Musculatura rígida, Paro cardiaco

(Apud (2002). UdeC

Mecanismo de termorregulación

Aumento de la temperatura ambiente:

Frente aumento de la temperatura ambiente, aumenta la temperatura de la piel y de la sangre. Información recibida por el hipotálamo que provoca:

La vasodilatación periférica (aumento de la radiación y convección) El aparato circulatorio extrae el calor interno llevando la sangre a la piel para que se enfríe y se refresque el organismo. Pero como debe seguir llevando sangre a las demás partes del cuerpo el corazón bombea más veces por minuto, lo que puede provocar taquicardia, por el mayor esfuerzo cardiovascular.

Aumento de la sudoración: Cuando se evapora sudor se produce enfriamiento de la piel – La humedad del ambiente debe estar dentro de ciertos límites, si el aire del ambiente está saturado de humedad, será difícil. Una buena ventilación ayuda a la evaporación del sudor.

Disminución del tono muscular

Disminución de los niveles de noradrenalina y adrenalina reduce el calor endógeno

Mecanismo de termorregulación

La respiración de aire fresco también ayuda a eliminar el calor del cuerpo. Ya que el aire inspirado del exterior, toma calor del cuerpo al pasar por los pulmones. (En tiempo frío, la respiración es un factor de enfriamiento).

La posibilidad humana de **eliminar calor** es ilimitada:

Transpiración: se pierde agua y sales: si no se repone el agua y las sales perdidas, comienza a presentarse calambres, deshidratación, fatiga.



Mecanismo de termorregulación

Si la **vasodilatación cutánea** es muy pronunciada y reduce la llegada de sangre al cerebro, se puede producir un **síncope térmico**. (con síntomas como cefalea, mareos, vómitos, pulso débil y rápido).

Si estos mecanismos no son suficientes, la temperatura interna del cuerpo aumenta generando el **golpe de calor** (postración, falta de transpiración, piel caliente y seca, temperatura superior a $40,6^{\circ}\text{C}$) se debe dar **tratamiento médico urgente**, intentando bajar la temperatura sumergiendo al trabajador en agua fría o colocando bolsas de hielo



Mecanismo de termorregulación

Disminución de la temperatura ambiente:

El enfriamiento de la piel estimula los receptores cutáneos, se enfría la sangre general (disminuye la temperatura interna) El hipotálamo responde provocando:

La vasoconstricción periférica (disminución por la pérdida de la radiación y convección), la sangre no llega a la superficie de la piel no entrando en contacto con el ambiente.

Cese de la sudoración: Disminuye la evaporación

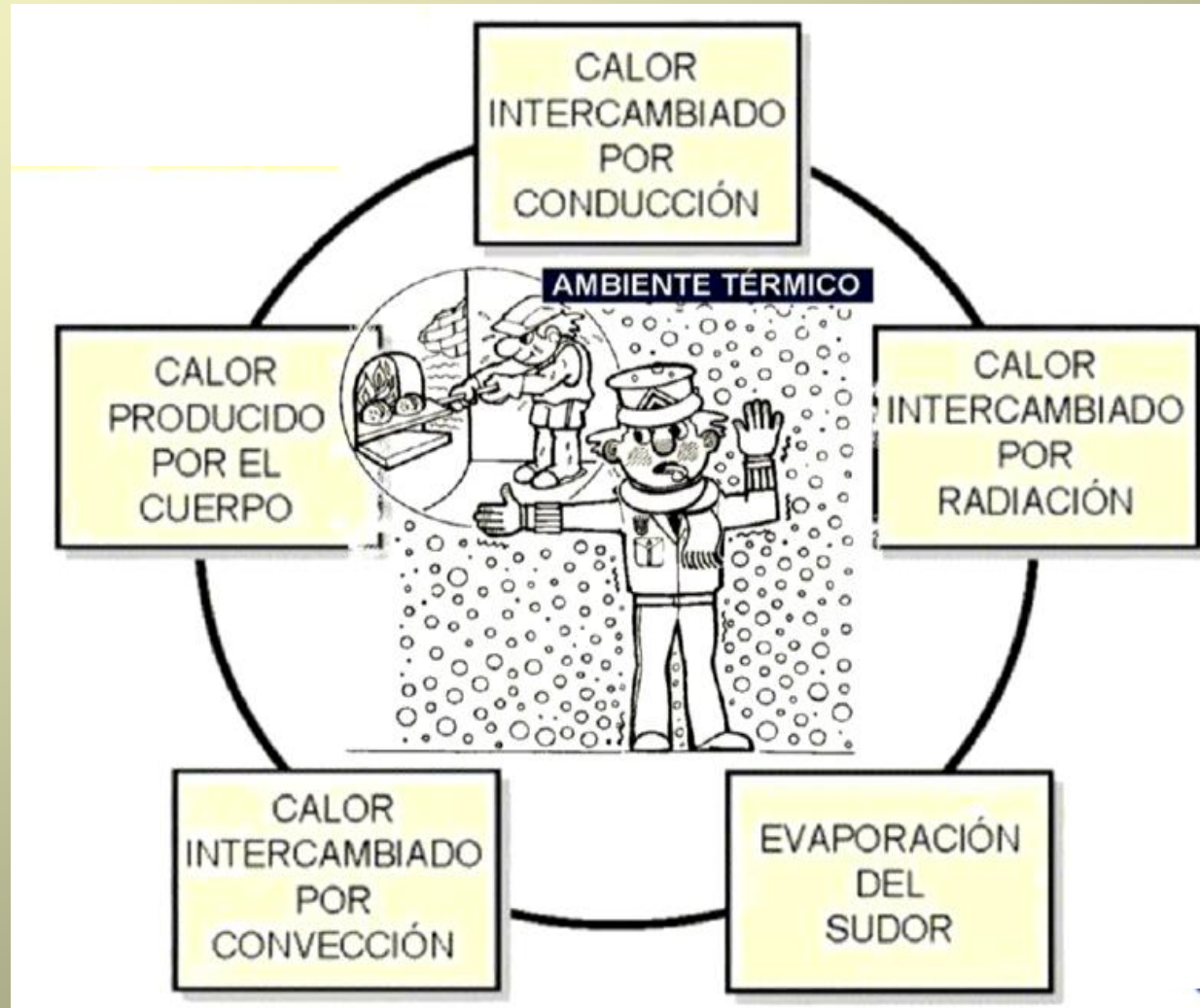
Temblor y escalofrío: Aumentando la reducción de calor, “quemando grasas”

Aumento de la noradrenalina y adrenalina aumentando el metabolismo.

Otra consecuencia de este mecanismo es que el cuerpo, para proteger sus funciones (cerebro, corazón, pulmones) “sacrifica” lo superficial: piel y extremidades. Estas pueden por lo tanto enfriarse rápidamente y hasta congelarse, aún sin haber sentido mucho frío.

Balance térmico

En cualquier situación de trabajo, dentro de lugares cerrados o a la intemperie, hay factores que influyen en la cantidad de calor que se intercambia con el ambiente, que aumentan o disminuyen la temperatura interna del cuerpo.



Balance térmico

- **Actividad:** Cuanto más pesada, más calor generamos.
- **Temperatura del aire**, o temperatura ambiente
- **Humedad del aire:** vapor de agua que hay en la atmósfera. El aire no admite cantidades ilimitadas de vapor de agua, tiene un límite máximo que es el 100% (saturación)
- **Velocidad del aire:** ayuda a eliminar el calor del cuerpo.
- **Temperatura de paredes y objetos:** cerca de un horno de tratamiento térmico o de fundición, una cabina de secado, se siente más calor.
- **Ropa de trabajo**, aislación

Balance térmico

- **La humedad:** El exceso de humedad dificulta la evaporación del sudor, lo que impide el control del sobrecalentamiento interno de las personas, por ello se soporta tan mal el calor en un ambiente húmedo.

La humedad puede multiplicar hasta 14 veces la acción del frío.

- **La velocidad del aire:** El aire en movimiento forma corrientes y viento (turbulencias) que influyen sobre la pérdida de calor por convección.

A su vez el aire frío saca calor del cuerpo. Acción de enfriamiento del viento.

La combinación de la temperatura ambiental y la velocidad del viento se conoce como sensación térmica.

Consecuencias para la salud por exposición a temperaturas extremas

Hipotermia: por exposición a bajas temperaturas



- Malestar general
- Disminución de la destreza manual
- Reducción de la sensibilidad en las manos
- Endurecimiento y lentitud de movimientos de las articulaciones
- Comportamiento extravagante (por hipotermia de la sangre que riega el cerebro)
- Congelación de miembros (extremidades)
- La muerte por falla cardíaca se produce cuando la temperatura del cuerpo es inferior a -28°C

Reacciones fisiológicas y psicológicas de las personas ante el descenso de su temperatura interna

Temperatura del núcleo [°C]	Reacciones fisiológicas	Reacciones psicológicas
37	Temperatura corporal normal	Sensación de neutralidad térmica
36	Vasoconstricción, enfriamiento de manos y pies	Malestar
35	Escalofríos intensos, menor capacidad para el trabajo	Deterioro de la función mental, desorientación, apatía
34	Fatiga	
33	Torpeza y balbuceos	
32	Rigidez muscular	Perdida progresiva de la conciencia, alucinaciones
31	Respiración débil	Escasos momentos de conciencia
30		Letargo
29	Ausencia de reflejos nerviosos, disminución de la frecuencia cardíaca y dificultad para detectar el pulso	
28	Arritmias cardíacas (auriculares y/o ventriculares)	
27 - 26	Ausencia de reacción de las pupilas a la luz, ausencia de reflejos tendinosos profundos y superficiales	
25	Muerte por fibrilación ventricular o asístole	

Adaptado de (Holmer et al., 1998).

- : normalidad térmica
- : hipotermia leve
- : hipotermia moderada
- : hipotermia severa

Protección en ambiente fríos

En la mayoría de los casos, no es posible modificar las condiciones ambientales (intemperie, cámaras de frío, entre otros) las medidas preventivas se orientan a la protección, la formación y la ergonomía.

- **Buena alimentación:** variada y rica en calorías ayuda a renovar reservas que se pierden
- Mantener las **extremidades bien aisladas** del frío y **secas**.
- Aislar por medio de ropas especiales de protección (aumentar clo)
- **Cubrir la cabeza** para evitar pérdida de calor.
- Reducir el **tiempo de exposición**
- **Diseño adecuado** de máquinas, tamaño y espaciamiento de mandos, aislamiento de partes metálicas que se deben manipular, eliminación de bordes cortantes. Reducir las tareas de vigilancia.

Planta ubicada en Comodoro Rivadavia – Mes de Junio



Consecuencias para la salud por exposición a temperaturas extremas

Hipertermia: por exposición a altas temperaturas

- Sobrexigencia del aparato cardiovascular
- Trastornos de la piel
- Deshidratación.
- Calambres por calor (cuando hay déficit de sales y agua)
- Agotamiento por calor (brusca elevación de T° , con vasodilatación periférica, aumento de la Frecuencia cardíaca, y posible fallo de la P arterial)
- **Golpe de calor:** falla el mecanismo de control de la T° del organismo. Piel seca, caliente y roja, T° cerca de los 41°C , ritmo acelerado. Signos de alteraciones cerebrales: confusión mental, inconsciencia, convulsiones.



Podrían ocurrir: trastornos renales, hipertensión, favorecimiento de la acción de agentes tóxicos, disminución de la capacidad de adaptación frente a los cambios.

Protección en ambiente calurosos

- **Actuar sobre la fuente de calor:** Aislar térmicamente los focos de calor radiante (cortinas de agua, paneles, pantallas)
- **Actuar sobre el ambiente térmico:** Instalando extractores aéreos, sacar aire recalentado y enviarlo al exterior a torres de enfriamiento que lo recirculen, filtren y enfríen.
- En el caso de generarse vapor de agua, colocar extracciones del vapor localizadas en su origen.
- **Actuar sobre el trabajador:** Aislar por medio de ropas especiales de protección (altas o bajas)

Los límites para la exposición al calor

Tener en cuenta:

- Los factores que influyen en las condiciones ambientales: temperatura, calor radiante, velocidad del aire, humedad relativa.
- La actividad física: analizar si se hace de pie, sentado, caminando, subiendo pendiente, y el tipo de trabajo manual: ligero, con ambos brazos, con todo el cuerpo, ligero, pesado...
- Tipo de ropa que se utiliza
- Condición de aclimatación

Se utiliza el denominado **índice TGBH** (Termómetro Globo Bulbo Húmedo) indica que valores se aplican para el régimen / relación trabajo – descanso, por una hora, en función de la carga térmica.

Los límites para la exposición al calor

Aclimatación: Adaptación fisiológica gradual

- Las personas están aclimatadas cuando frente a la agresión térmica comienzan a transpirar rápidamente, los órganos de la sudoración se fatigan menos y la frecuencia cardíaca es más baja, por lo que la exigencia al corazón es menor.
- La aclimatación se pierde a los pocos días de no estar expuesto. Al regresar de una ausencia hay que volver a aclimatarse.

- ¿Cuáles con las fuentes de calor y número de personas expuestas?
- ¿Cuál es esfuerzo impuesto por el calor en ese trabajo?
- ¿Entre quienes trabajan expuestos a estas condiciones se han presentado calambres, fatiga, mareos, alteraciones en la piel o golpes de calor.
- ¿Cuáles con los resultados de los exámenes de estas personas?

- La **medida TGBH** proporciona un **índice** útil del primer orden de la contribución ambiental del estrés térmico. Como aproximación que es, no tiene en cuenta la totalidad de las interacciones entre una persona y el medio ambiente.
- Los valores TGBH (índice temperatura globo y bulbo húmedo) se calculan utilizando las ecuaciones siguientes:
 - Con exposición directa al sol (para lugares exteriores con carga solar):
 - $TGBH = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS$
 - Sin exposición directa al sol (para lugares interiores o exteriores sin carga solar)
 - $TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG$

En donde:

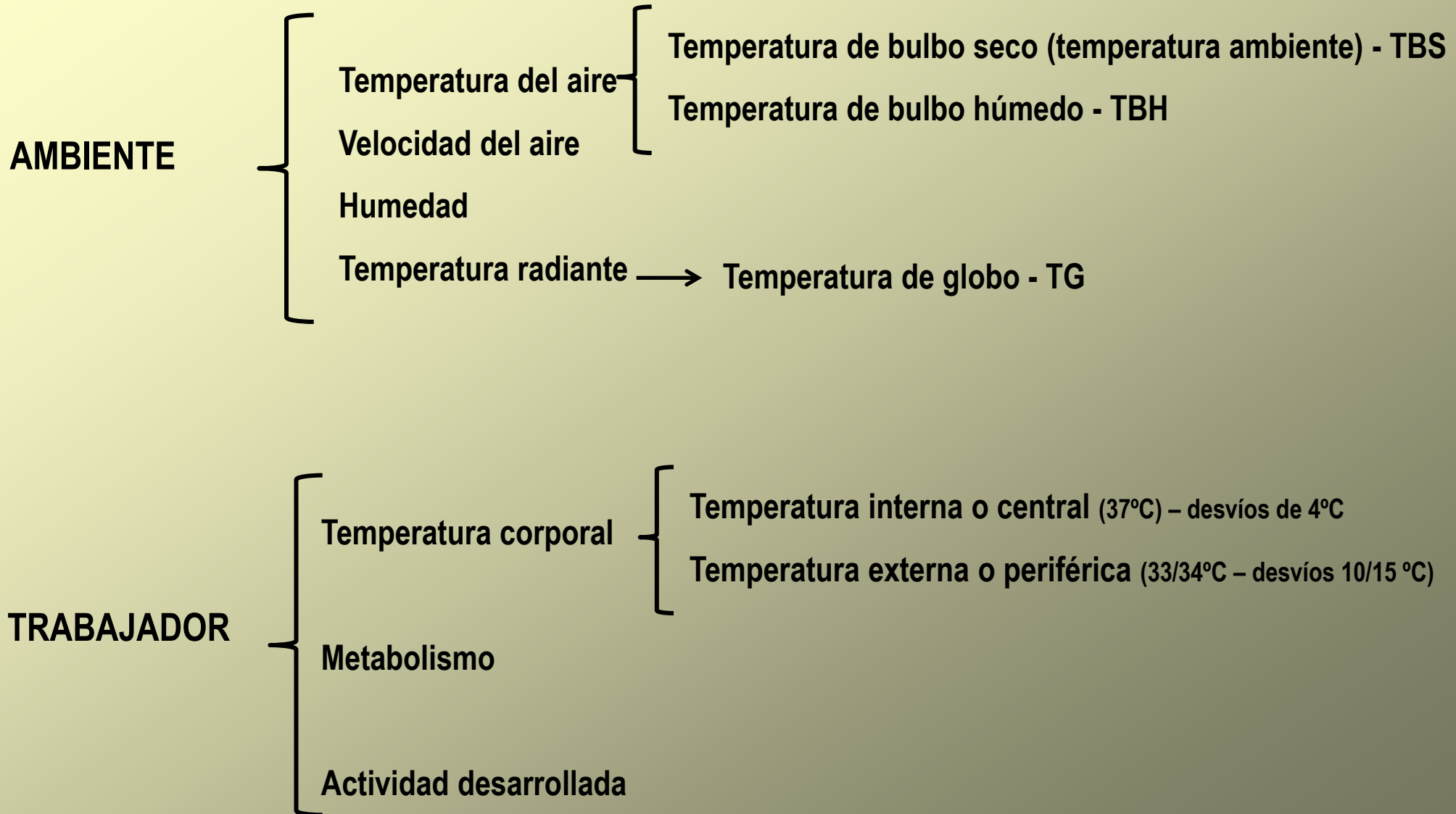
- TBH = temperatura húmeda (a veces llamada, temperatura natural del termómetro del bulbo húmedo). –
- TG = temperatura de globo (a veces llamada, temperatura del termómetro de globo) –
- TBS = temperatura del aire seco (a veces llamada, temperatura del termómetro del bulbo seco)

- Dado que la medida del **Índice** TGBH es estimativo y solamente un índice del medio ambiente, los criterios de selección se tienen que ajustar a las contribuciones de las demandas del trabajo continuo y a la ropa, así como al estado de aclimatación.
- Determina los tiempos de trabajo y de descanso.

Sirve para una primera aproximación



¿Qué factores intervienen en el intercambio térmico?

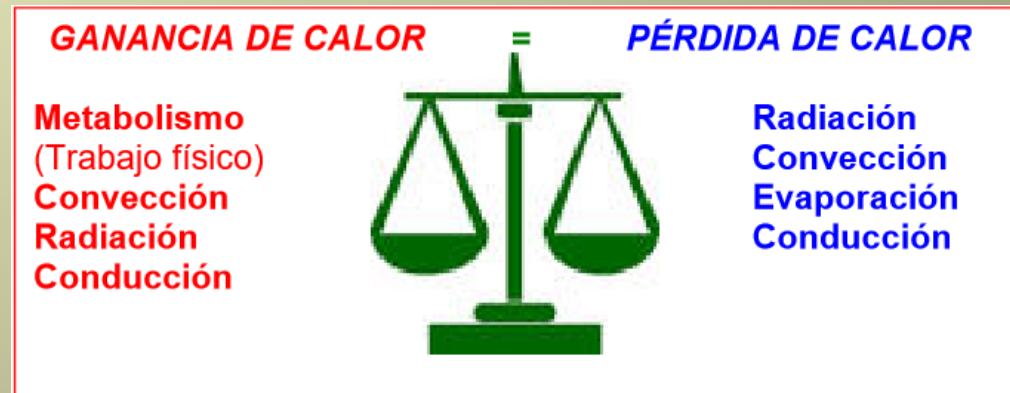


El metabolismo

Alimento + Oxígeno = CO₂ + H₂O + Energía mecánica y calórica

Durante un trabajo muscular liviano, la producción de calor puede ser 2 a 4 veces más alta que en reposo, mientras que durante un trabajo muscular pesado, puede alcanzar 8 a 20 veces el nivel de reposo.

Equilibrio térmico.



$$M = +/- C +/- R - E$$

La **Radiación (R)** es el intercambio de calor que se produce por las diferencias de temperatura entre la piel y las superficies circundantes.

La **Convección (C)** es la cantidad de calor que podemos ganar o perder por intercambio con el aire que nos rodea (gradiente)

La **Conducción (K)** es el intercambio de calor por contacto directo entre los objetos.

La **Evaporación (E)** es la cantidad de sudor que efectivamente se logra traspasar al ambiente. Es importante señalar que no es el sudor producido el que tiene poder de enfriamiento para el cuerpo humano, sino que el que se evapora.

1 litro de sudor evaporado disipa alrededor de 580 kcal.

1. El hombre **gana exclusivamente calor por: El metabolismo (M)**
2. El hombre puede **ganar y perder** calor por las vías: • Radiación (R), Convección (C) y Conducción (K),
3. El hombre sólo **pierde calor: por evaporación del sudor (E)**

$M + R + C + K - E = 0$ Equilibrio térmico

$M + R + C + K - E > 0$ Desequilibrio por condiciones de calor

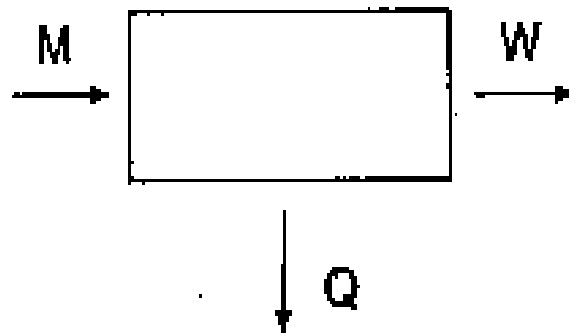
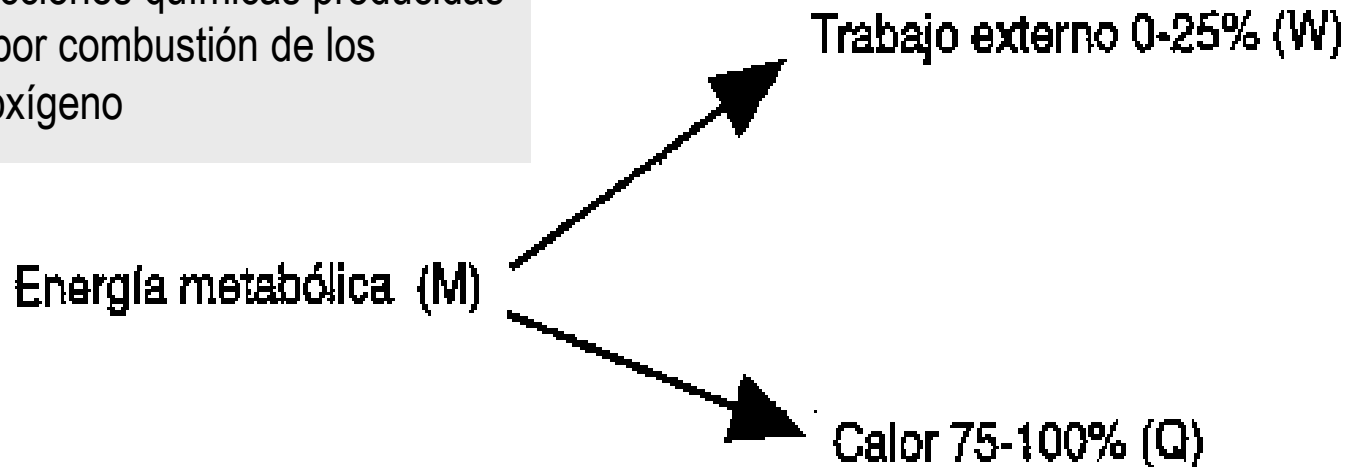
$M + R + C + K - E < 0$ Desequilibrio por condiciones de frío

**Intercambio de calor entre el hombre y el ambiente que lo rodea
(Ej: Brigadistas combate incendios forestales)**



El metabolismo

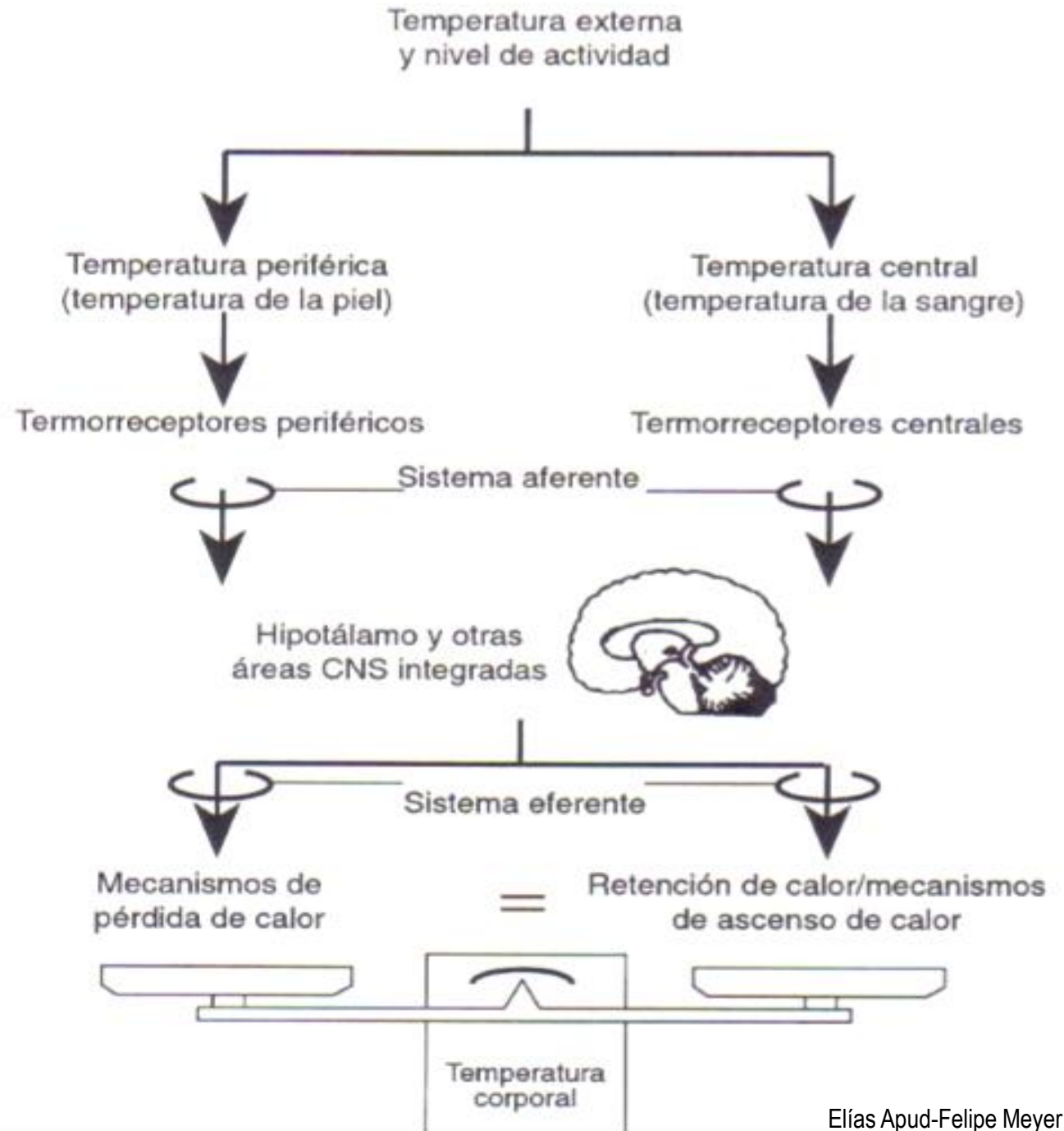
- Suma de las reacciones químicas producidas en el organismo, por combustión de los alimentos con el oxígeno



$$E_M = \frac{W}{M} \cdot 100 < 25\%$$

• Sistema ineficiente: perdemos más energía que la que utilizamos.

Esquema del sistema regulador de la temperatura corporal.



La actividad desarrollada

- Las características de actividad que se realice, variará el uso de energía para cada caso.

ACTIVIDAD	CALOR Kcal/h
Durmiendo	60
Sentado sin hacer nada	100
Trabajo de oficina sentado	125
Sentado conduciendo	150
De pie, sin andar	150
De pie, andando	175
Cocinar (de pie)	210
Poner ladrillos	260
Hacer la cama	360
Bailar un Vals	460

- En actividad, la posición del cuerpo y la naturaleza del trabajo permiten estimar el calor metabólico producido.

Variables ambientales e instrumentos para su medición

Las mediciones del ambiente térmico y humedad son útiles para establecer como contribuyen las variables a la carga de trabajo.

Los factores ambientales que se evalúan generalmente son:

- **TEMPERATURA DEL AIRE:** Afecta la convección. Piel – Aire:.. **Termómetro común:** Se mide TBS
- **VELOCIDAD DEL AIRE:** Afecta a convección y evaporación del sudor. Se mide con **Anemómetro**
- **HUMEDAD RELATIVA:** La alta humedad reduce la evaporación del sudor. **Psicómetro** Se mide TBH y TBS.
- **TEMPERATURA RADIANTE:** Temperatura media de los objetos adyacentes. Influye en el intercambio directo de calor entre el ser humano y dichos objetos. **Termómetro de Vernón.** Mide TG

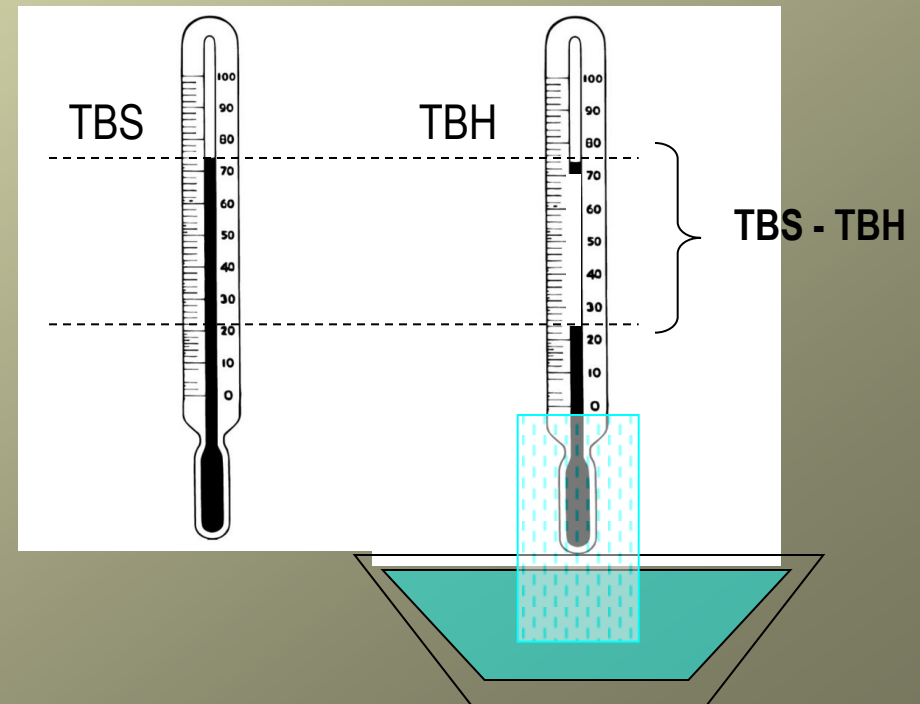
¿Qué factores intervienen en el intercambio térmico?

Humedad absoluta: masa de vapor de agua (en gramos) contenida en 1 m³ de aire.

Humedad relativa: expresión en % de la cantidad de humedad en la atmósfera en relación con la máxima cantidad de humedad que pudiera llegar a contener (saturación).

$$\text{HR (\%)} = \frac{\text{Presión de vapor de agua existente}}{\text{Presión de vapor de saturación}}$$

Psicrómetro



$$\text{TBS} - \text{TBH} = \text{valor en tablas} = \text{HR (\%)}$$

Velocidad del aire

Termoanemómetro



Anemómetro de paletas



m/seg

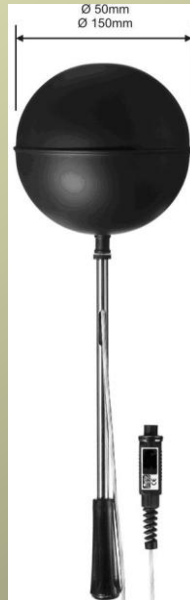
Temperatura

Termómetro



TBS (°C)

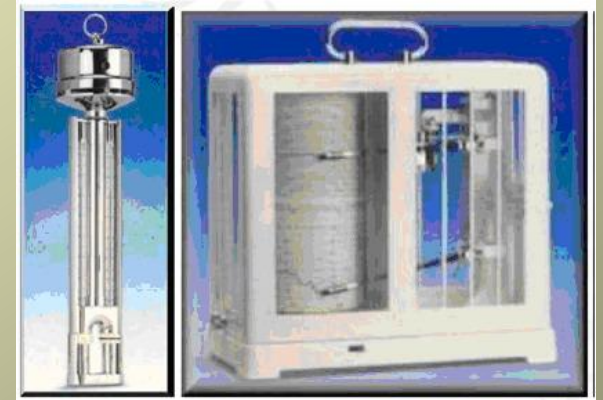
Globotermómetro



TG (°C)

Humedad

Higrómetro



HR (%)

Psicrómetro de voleo



TBH (°C) – HR (%)

ESTRÉS POR CALOR



CONCEPTOS

Carga Térmica Ambiental: Es el calor de intercambio entre el hombre y el ambiente.

Carga Térmica Metabólica: Es la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.

Condiciones Higrotérmicas: Son las determinadas por la T° , humedad, velocidad del aire y radiación térmica.

CONCEPTOS

ESTRES TERMICO: ***Carga neta de calor*** a la que está expuesto un trabajador, debido a las contribuciones combinadas del gasto energético del trabajo (metabolismo), de los factores ambientales y de los requisitos de la ropa.

TENSION TERMICA: ***Respuesta fisiológica global*** resultante del estrés térmico. Los ajustes fisiológicos eliminan el exceso de calor del cuerpo.

ACLIMATACION: ***Adaptación fisiológica gradual*** que mejora la habilidad del operario a tolerar el estrés térmico.

La Aclimatación

- ❑ Es el conjunto de adaptaciones fisiológicas que ocurren cuando una persona es expuesta sucesiva y periódicamente a condiciones de carga térmica más severas que las habituales
- ❑ Con la aclimatación el sudor se hace más diluido en cloruros, experimentan más sed y beben agua voluntariamente.
- ❑ Se obtiene con exposiciones diarias poco prolongadas, 100 minutos diarios de trabajo continuo, en los primeros 4 a 7 días y se complementan en dos semanas.

EQUILIBRIO TERMICO

$$M = +/- C +/- R - E$$

- M** calor metabólico
- C** conducción + convección
- R** radiación
- E** evaporación (sudoración)

1gr. de sudor equivale a 0.59 Kcal
1 litro de sudor equivale a 580 Kcal

Factores que influyen en el estrés térmico

Sexo: Las mujeres poseen menor capacidad cardiovascular por eso es más difícil su aclimatación. La temperatura de la piel, la capacidad evaporativa y el metabolismo de la mujer promedio son ligeramente inferiores al de los hombres.

Constitución corporal Las personas más corpulentas están en desventaja en ambientes cálidos pero en ventaja en los ambientes fríos. Esto se debe a que la producción de calor de un cuerpo es proporcional a su volumen, mientras que la disipación es proporcional a su superficie, por lo que, a medida que aumenta el tamaño corporal la relación superficie-volumen se hace cada vez menor, dado que la superficie crece con el cuadrado de sus medidas y el volumen crece al cubo.

Sin embargo, un trabajador corpulento está en ventaja cuando se ve expuesto a temperaturas extremas, por tiempos breves, realizando trabajos livianos. Esto se debe al efecto amortiguador del cuerpo, que es mayor mientras menor es la relación superficie/volumen.

Edad Con la edad, los mecanismos termorreguladores del organismo se hacen menos eficientes. La frecuencia cardíaca máxima y la capacidad de trabajo físico disminuyen, y la producción de calor metabólico, correspondiente a una determinada cantidad de trabajo, aumenta poco o nada con la edad.

Etnia Las diferencias étnicas frente al calor, son sumamente sutiles y no se ha podido comprobar que el color de la piel tenga efectos importantes en la absorción de las radiaciones infrarrojas.

Temperatura ambiente y sensación térmica

Temperatura efectiva (o sensación térmica):

a diferentes condiciones de velocidad del aire, temperatura y humedad la temperatura puede **percibirse** a una misma temperatura efectiva.

Humedad relativa %	velocidad del aire m/seg	Temperatura ambiente °C	Temperatura efectiva °C
100	0,5	26	25
100	2	28	
75	0,1	27	
25	0,1	32	
45	2	32	
10	3	37	

BET: Temperatura efectiva básica (considerada con torso desnudo).

NET: Temperatura efectiva normal (considerada con ropa de ligera de calle).

Para reemplazar la temperatura efectiva se implementó el TGBH (Temperatura Globo Bulbo Húmedo):

Con carga solar $TGBH = 0,3 TG + 0,2 TBH + 0,1 TBS$

Sin carga solar $TGBH = 0,3 TG + 0,7 TBH$

Para medir el TGBH...

Equipo de medición de carga térmica:

Determina TBS, TBH, TG y valor de TGBH.



Globo (temperatura radiante)

Bulbo seco (temperatura del aire)

Termómetros de: Bulbo húmedo (humedad)

Esquema decisión Resolución MTESyS 295/03 para tratamiento del Estrés Térmico

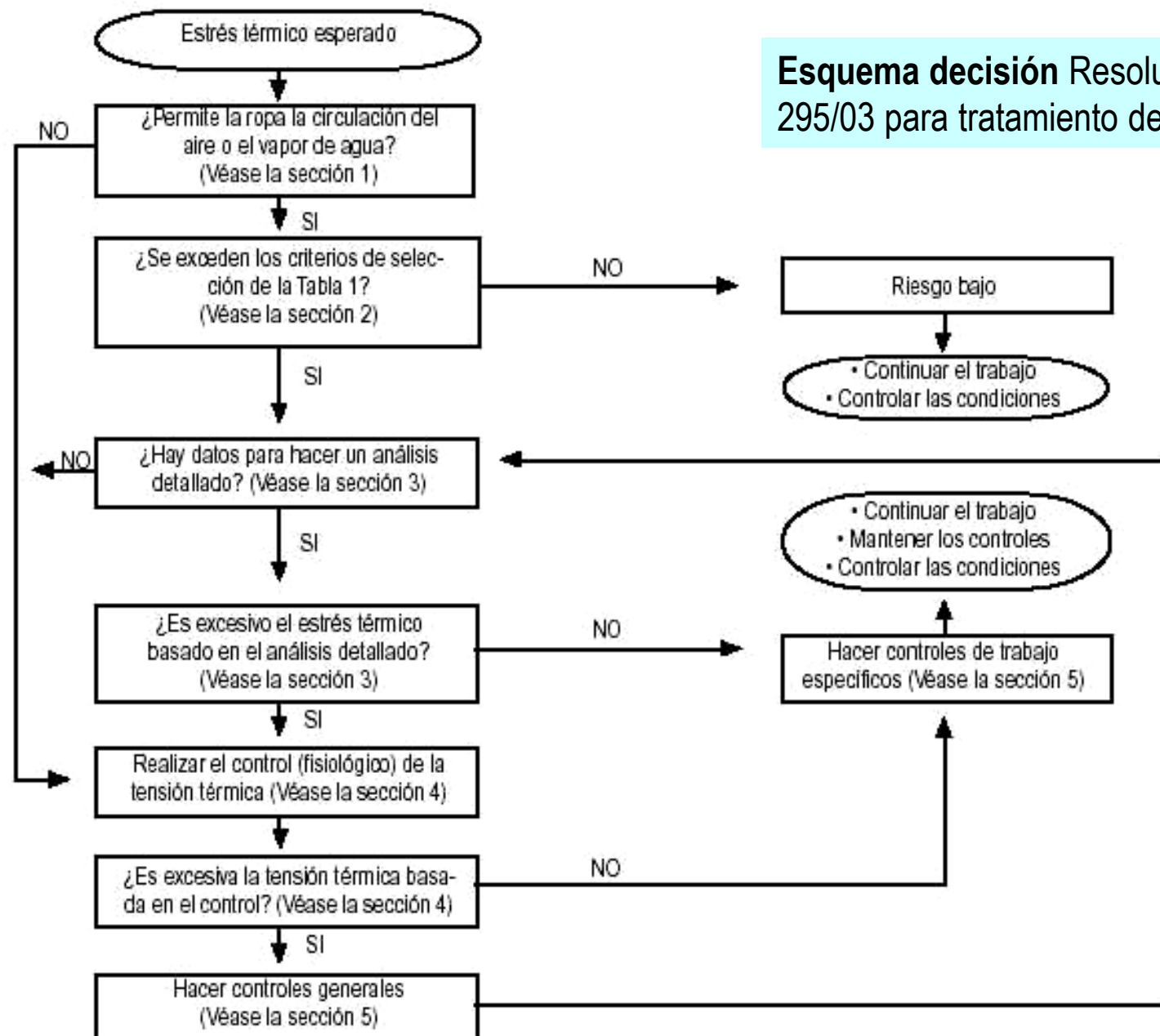


Figura 1. Esquema de evaluación para el estrés térmico.

TABLA 1

**Adiciones a los valores TGBH (WBGT) medidos (°C) para
algunos conjuntos de ropa**

Tipo de ropa Adición al TGBH *

Uniforme de trabajo de verano	0
Buzos de tela (material tejido)	+ 3,5
Buzos de doble tela	+ 5

***Estos valores no deben utilizarse para trajes herméticos o prendas que sean impermeables o altamente resistentes al vapor de agua o al aire en movimiento de las fábricas.**

TGBH: índice de temperatura globo bulbo húmedo

ROPA Y TEMPERATURA

$$\text{CLO (Clothing)} = 0,043 \text{ } ^\circ \text{C} \cdot \text{M}^2 \cdot \text{h/kj}$$

En una prenda de 1 CLO se liberan 23 kj/h a través de la ropa con una diferencia de 1°C entre el interior y el exterior

Ejemplo de vestimenta y valores en CLO

Ropa	Valor en Clo
Desnuda	0
Pantalón corto	0,1
Vestimenta tropical	0,3
Vestimenta de verano ligera	0,5
Vestimenta de trabajo ligera	0,7
Vestimenta de interior para invierno	1

TABLA 3. Ejemplos de actividades dentro de las categorías de gasto energético

Resolución MTESyS 295/03 para
tratamiento del Estrés Térmico

Reposada

- Sentado sosegadamente.
- Sentado con movimiento moderado de los brazos.

Ligera

- Sentado con movimientos moderados de brazos y piernas.
- De pie, con un trabajo ligero o moderado en una máquina o mesa utilizando principalmente los brazos.
- Utilizando una sierra de mesa.
- De pie, con trabajo ligero o moderado en una máquina o banco y algún movimiento a su alrededor.

Moderada

- Limpiar estando de pie.
- Levantar o empujar moderadamente estando en movimiento.
- Andar en llano a 6 Km/h llevando 3 Kg de peso.

Pesada

- Carpintero aserrando a mano.
- Mover con una pala tierra seca.
- Trabajo fuerte de montaje discontinuo.
- Levantamiento fuerte intermitente empujando o tirando (p.e. trabajo con pico y pala).

Muy pesada

- Mover con una pala tierra mojada.

Con valor (°C) medidos de TGBH + valor Tabla 1 (ropa)

Resolución MTESyS 295/03 para
tratamiento del Estrés Térmico

TABLA 2 - Criterios de selección para la exposición al estrés térmico (Valores TGBH en C°)

Con estimación tabla 3 (ejemplos de actividades y gasto energético)

Exigencias de Trabajo	Aclimatado				Sin aclimatar			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
100% trabajo	29,5	27,5	26		27,5	25	22,5	
75% trabajo 25% descanso	30,5	28,5	27,5		29	26,5	24,5	
50% trabajo 50% descanso	31,5	29,5	28,5	27,5	30	28	26,5	25
25% trabajo 75% descanso	32,5	31	30	29,5	31	29	28	26,5

Gestión del Estrés Térmico

Controles Generales

- Dar **instrucciones verbales y escritas exactas**, programas de **adiestramiento** frecuentes y demás información acerca del estrés térmico y la tensión térmica.
- Fomentar **beber pequeños volúmenes** (aproximadamente un vaso) de agua fría, paladeándola, cada 20 minutos.
- Permitir la **autolimitación de las exposiciones** y fomentar la observación, con la participación del trabajador, de la **detección de los signos y síntomas** de la tensión térmica en los demás.
- Aconsejar y controlar a aquellos trabajadores que estén con **medicación que pueda afectar a la normalidad cardiovascular, a la tensión sanguínea, a la regulación de la temperatura corporal, a las funciones renal o de las glándulas sudoríparas**, y a aquellos que abusen o estén recuperándose del abuso del alcohol o de otras intoxicaciones.

Controles Generales

- **Fomentar** estilos de vida sana, peso corporal ideal y el equilibrio de los electrolitos.
- **Modificar las expectativas** para aquellos que vuelven al trabajo después de no haber estado expuestos al calor, y fomentar el consumo de alimentos salados (con la aprobación del médico en caso de estar con una dieta restringida en sal).
- Considerar previamente la **selección médica** para identificar a los que sean susceptibles al daño sistémico por el calor.

Controles Específicos

- **Controles de ingeniería que reducen el gasto energético**, proporcionan la circulación general del aire, reducen los procesos de calor y de liberación del vapor de agua y apantallan las fuentes de calor radiante.
- **Controles administrativos** que den tiempos de exposición aceptables, permitir la recuperación suficiente y limitar la tensión fisiológica.
- Considerar la **protección personal** que está demostrado que es eficaz para las prácticas del trabajo y las condiciones de ubicación.
- **No desatender NUNCA los signos o síntomas** de las alteraciones relacionadas con el calor.

ESTRÉS POR FRIO



TLV (valor límite umbral)

- El objetivo de los valores límite es impedir que la temperatura interna del cuerpo descienda por debajo de los 36°C y prevenir las lesiones por frío en las extremidades del cuerpo.

SITUACIONES PROGRESIVAS DE LA HIPOTERMIA


Fuente ACGIH

Temperatura interna (°C)	Síntomas clínicos
37,6	Temperatura rectal normal
37	Temperatura oral normal
36	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor
35	Tiritones de intensidad máxima
34	La víctima se encuentra consciente y responde. Tiene la presión arterial normal
33	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura
32 31	Consciencia disminuida. La tensión arterial se hace difícil de determinar. Las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz. Cesa el tiriteo
30 29	Pérdida progresiva de la consciencia. Aumenta la rigidez muscular. Resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial. Disminuye la frecuencia respiratoria
28	Posible fibrilación ventricular
27	Cesa el movimiento voluntario. Las pupilas no reaccionan a la luz. Ausencia de reflejos tendinosos
26	Consciencia durante pocos momentos
25	Puede producirse fibrilación ventricular espontánea
24	Edema pulmonar
22 21	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
20	Parada cardiaca
18	Hipotermia accidental mas baja para recuperar a la víctima
17	Electroencefalograma isoelectrico
9	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente

TABLA 2
Poder de enfriamiento del viento sobre el cuerpo expuesto
expresado como temperatura equivalente
(en condiciones de calma)*

Velocidad estimada del viento (Km/h)	Lectura de la temperatura real (°C)											
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
	TEMPERATURA EQUIVALENTE DE ENFRIAMIENTO (°C)											
en calma	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-61	-70	-78	-87	-96
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
(Las velocidades del viento superiores a 64 Km/h tienen pocos efectos adicionales.)	POCO PELIGROSO				PELIGRO CRECIENTE				GRAN PELIGRO			
	En < horas con la piel seca. Peligro máximo de falsa sensación de seguridad.				peligro de que el cuerpo expuesto se congele en un minuto.				El cuerpo se puede congelar en 30 segundos.			
En cualquier punto de este gráfico se pueden producir el pie de trinchera y el pie de inmersión.												

* Desarrollado por el Instituto de Investigación de Medicina del Medio Ambiente del Ejército de los EEUU, de Natick, MA.

 Temperatura equivalente de enfriamiento que requiere ropa seca para mantener la temperatura del cuerpo por encima de 35° C (95,8° F) por TLV del estrés por frío.

**Temperatura
Equivalente de
Enfriamiento
(TEE):**

Resulta de la
combinación de la
los efectos de la
temperatura
ambiente real y la
velocidad del
viento.

Tabla 5.4. Sensación térmica: Valores equivalentes de enfriamiento por efectos del viento.

Velocidad del viento en Km./h	Temperatura real leída en el termómetro en °C									
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
calmo	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82
Superior a 64 Km./h, poco efecto adicional	RIESGO ESCASO En una persona adecuadamente vestida para menos de 1 hora de exposición				AUMENTO DEL RIESGO Peligro de que el cuerpo expuesto se congele en 1 minuto			GRAN RIESGO El cuerpo se puede congelar en 30 segundos		

TABLA 3, TLVs para el plan de trabajo/calentamiento para un turno de cuatro horas*

Temperatura del aire cielo despejado		Sin viento apreciable		Viento de 8 km/h		Viento de 16 km/h		Viento de 24 km/h		Viento de 32 km/h	
°C (aprox.)	°F (aprox.)	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones
De -25° a -28°	De -15° a -19°	(Interrupciones normales)	1	(Interrupciones normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4
De -29° a -31°	De -20° a -24°	(Interrupciones normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5
De -32° a -34°	De -25° a -29°	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar	
De -35° a -37°	De -30° a -34°	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar			
De -38° a -39°	De -35° a -39°	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar					
De -40° a -42°	De -40° a -44°	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar							
-43° e inferior	-45° e inferior	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar		El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar							

* Adaptado de la División de Seguridad e Higiene en el Trabajo, del Departamento de Trabajo de Saskatchewan.

TLVS PARA EL PLAN DE TRABAJO/CALENTAMIENTO PARA UN TURNO DE CUATRO HORAS

Temperatura del aire Cielo despejado °C (aprox.)	Sin viento apreciable		Viento de 8 km/h		Viento de 16 km/h		Viento de 24 km/h		Viento de 32 km/h	
	Periodo de trabajo máximo	N°	Periodo de trabajo máximo	N°	Periodo de trabajo máximo	N°	Periodo de trabajo máximo	N°	Periodo de trabajo máximo	N°
De -26° a -28°	(Interrup. normales)	1	(Interrup. normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4
De -29° a -31°	(Interrup. normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5
De -32° a -34°	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	E**	
De -35° a -37°	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	3	E**			
De -38° a -39°	40 minutos	4	30 minutos	5	E**					
De -40° a -42°	30 minutos	5	E**							
De -40° a -42°	E**									

N° = número de interrupciones de 10 minutos en lugar templado.

E** = El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar.

Nota: Se supone una actividad entre moderada y fuerte. Para trabajo entre ligero y moderado, aplicar el plan en un escalón inferior.

EVALUACIÓN Y CONTROL

En cuanto a la **piel**, **no se debe permitir una exposición continua** cuando la velocidad del viento y la temperatura den por resultado una temperatura equivalente de enfriamiento de -32°C .

La **congelación** superficial o profunda de los tejidos locales se producirá solamente a temperaturas inferiores a -1°C , con independencia de la velocidad del viento.

A temperaturas del aire de 2°C o menos, es imperativo que a los trabajadores que lleguen a estar sumergidos en agua o cuya ropa se mojó, se les permita **cambiarse de ropa inmediatamente y se les trate de hipotermia.**

Si el trabajo se realiza en un medio ambiente a o por **debajo de 4° C**, hay que proveer **protección corporal total o adicional**. Los trabajadores llevarán ropa protectora adecuada para el nivel de frío y la actividad física cuando:

Si la velocidad del aire en el lugar del trabajo aumenta por el viento, corrientes o equipo de ventilación artificial, el efecto de enfriamiento por el viento se reducirá protegiendo (**apantallando**) la zona de trabajo o bien usando una prenda exterior de capas cortaviento fácil de quitar.

Si el trabajo en cuestión solamente es ligero y la ropa que lleva puesta el trabajador puede **mojarse** en el lugar de trabajo, la capa exterior de la ropa que se use puede ser de un tipo impermeable al agua.

Trabajos con temperatura equivalente de enfriamiento (TEE) de o por debajo de -12°C

1. **El trabajador estará constantemente en observación** a efectos de protección (sistema de parejas o supervisión).
2. **El ritmo de trabajo no debe ser tan elevado que haga sudar profusamente**, lo que daría lugar a que la ropa se humedeciera.
3. **Si hay que hacer un trabajo pesado**, deben establecerse períodos de descanso en refugios provistos de calefacción, dando a los trabajadores oportunidad para que se cambien y pongan ropa seca.

Trabajos con temperatura equivalente de enfriamiento (TEE) de o por debajo de -12°

4. **A los empleados que recién ingresan**, no se les exigirá en los primeros días, que trabajen la jornada completa expuestos al frío hasta que se acostumbren a las condiciones de trabajo y la vestimenta protectora que se requiera.
5. **Al calcular el rendimiento laboral** y los pesos que deberá levantar el trabajador, se incluirán el peso y el volumen de la ropa.
6. **Tipo de Trabajo**, la permanencia de pie o sentado completamente quieto se debe reducir al mínimo.
No se usarán sillas metálicas con asientos desprovistos de protección.

Guía para estimar la velocidad del viento:

8 km/h: se mueve una bandera liviana.

16 km/h: bandera liviana, plenamente extendida.

24 km/h: levanta una hoja de periódico.

32 km/h: el viento amontona nieve.

Controles de trabajo específicos

- Considerar entre otros, los controles de ingeniería que reducen el gasto energético, proporcionan la circulación general del aire, reducen los procesos de calor y de liberación del vapor de agua y apantallan las fuentes de calor radiante.
- Considerar los controles administrativos que den tiempos de exposición aceptables, permitir la recuperación suficiente y limitar la tensión fisiológica.
- Considerar la protección personal que está demostrado que es eficaz para las prácticas del trabajo y las condiciones de ubicación.
- No desatender NUNCA los signos o síntomas de las alteraciones relacionadas con el calor.

Resolución SRT 886/15

ANEXO I - Planilla 1: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS

Razón Social:		C.U.I.T.:		CIU:	
Dirección del establecimiento:		Provincia:			

Área y Sector en estudio:		N° de trabajadores:	
Puesto de trabajo:			
Procedimiento de trabajo escrito: SI / NO		Capacitación: SI / NO	
Nombre del trabajador/es:			
Manifestación temprana: SI / NO		Ubicación del síntoma:	

PASO 1: Identificar para el puesto de trabajo, las tareas y los factores de riesgo que se presentan de forma habitual en cada una de ellas.

	Factor de riesgo de la jornada habitual de trabajo	Tareas habituales del Puesto de Trabajo			Tiempo total de exposición al Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo		
		1	2	3		tarea 1	tarea 2	tarea 3
A	Levantamiento y descenso							
B	Empuje / arrastre							
C	Transporte							
D	Bipedestación							
E	Movimientos repetitivos							
F	Postura forzada							
G	Vibraciones							
H	Confort térmico							
I	Estrés de contacto							

Si alguno de los factores de riesgo se encuentra presente, continuar con la Evaluación Inicial de Factores de Riesgo que se identificaron, completando la Planilla 2.

Resolución SRT 886/15

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS

Área y Sector en estudio:

Puesto de trabajo:

Tarea N°:

2.-H CONFORT TÉRMICO

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En el puesto de trabajo se perciben temperaturas no confortables para la realización de las tareas		

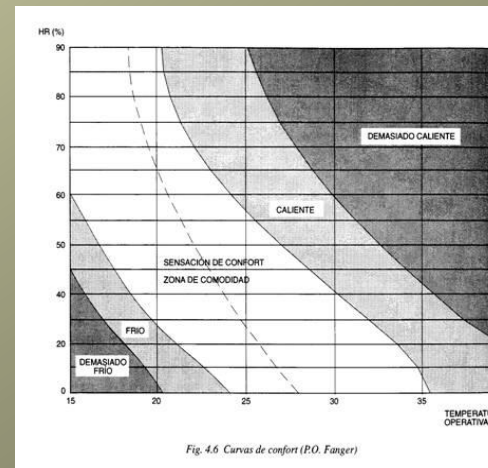
Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuestas es **SI**, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	EL resultado del uso de la Curva de Confort de Fanger, se encuentra por fuera de la zona de confort.		

Si la respuesta es NO se presume que el riesgo es tolerable .



Planilla 2.H.: Confort térmico.

Temperatura baja: No se debería permitir que la temperatura de la piel caiga debajo de los 20° debido al contacto con el aire ambiente o materiales fríos. Tales condiciones pueden perjudicar el sentido del tacto y reducir la destreza de la mano. Cuando las manos están frías y entumecidas se tiende a juzgar mal la cantidad de fuerza necesaria para desarrollar una acción. La sobre exigencia en estas condiciones ofrecen un estrés adicional. Por otra parte, tocar herramientas o partes congeladas puede producir lesiones agudas por contacto.

Temperatura alta: El calor puede ser perjudicial de dos maneras:

- Primero, al sostener herramientas calientes, superficies o piezas de trabajo sin guantes de protección puede generar quemaduras.
- Segundo, el calor ambiental, especialmente si está acompañado de alta humedad, puede **incrementar la tensión fisiológica** durante el esfuerzo de cuerpo entero. Esto es debido a que la actividad muscular produce calor. El cuerpo libera la mayor parte de este calor a través de la transpiración y otros procesos.

Mientras la temperatura del aire y la humedad suben, el cuerpo debe trabajar más duro para entregar este calor.

Varios desórdenes pueden resultar, entre ellos el estrés producido por el incremento del esfuerzo para sostener una pieza o una herramienta con las manos transpiradas debido a la dificultad que genera el deslizamiento de los mismos.

En ambos casos se tomará la temperatura y humedad relativa con un termo higrómetro u otro instrumento para ingresar en las curvas de confort de Fanger.

Fuente: Fanger,
P.O. Thermal
comfort. Mc.Graw
Hill. New York.
1972.

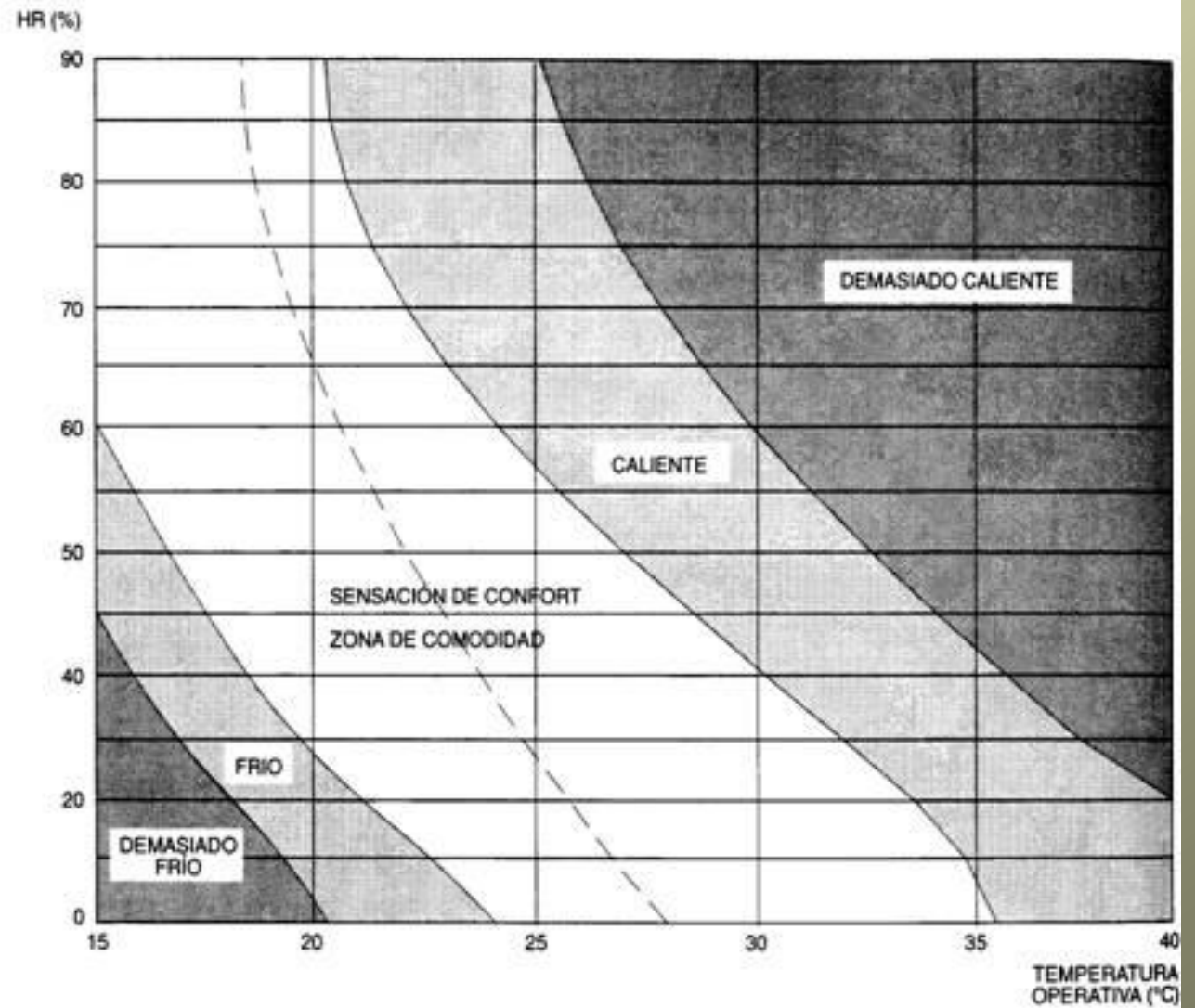


Fig. 4.6 Curvas de confort (P.O. Fanger)

Decreto 658/96

LISTADO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES

AGENTE: CALOR

— Pérdida de electrolitos, en ambientes con temperaturas efectivas superiores a 28°C y que se manifiestan por calambres musculares y sudoración profusa, oliguria y menos de 5g/l de cloruros urinarios.

Lista de actividades donde se puede producir la exposición:

— Todos los trabajos efectuados en ambientes donde la temperatura sobrepasa 28°C y la humedad del aire el 90 % y que demandan actividad física.



Muchas Gracias

Lic. Duilio Fernández

Salud y Seguridad en el Trabajo
Especialista en Ergonomía - UTN

prevenergo@gmail.com

Lic. M. Gabriela Bertazzoli

Salud y Seguridad en el Trabajo
Especialista en Trabajo Agrario - UBA
Diplomada en Ergonomía – UdeC – Chile
Diplomatura en Higiene Ocupacional (COPIME)
Maestrando en Ciencias Sociales del Trabajo - UBA

mgbert66@yahoo.com.ar