

ESTRÉS TÉRMICO

ESTRÉS TÉRMICO

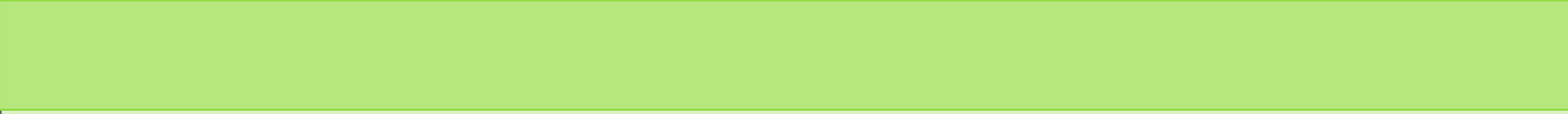

- NORMATIVA
 - RESOLUCION 295/03 (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social)
 - ANEXO III
 - Estrés por frío
 - Estrés térmico

ESTRÉS TÉRMICO

- El hombre es un ser homotermo. Esta afirmación implica decir que posee los mecanismos compensatorios adecuados para mantener una constancia relativa de la temperatura interna por medio de centros termoreguladores ubicados en el hipotálamo, aún cuando varíen las condiciones climáticas exteriores que podrían potencialmente modificarla.
- Los procesos físicos y químicos que constituyen la vida son muy susceptibles a las variaciones de temperatura.
- Pequeños cambios en la temperatura de los tejidos (del orden de 1°C) tienden a producir desequilibrios funcionales.
- Cambios mayores pueden alterar de tal modo procesos esenciales, que la vida es puesta en peligro.
- Contrariamente a lo que ocurre con otros agentes ambientales, el calor no actúa en forma específica sobre algún tejido o función determinada de la persona expuesta sino que, en forma compleja, sus variaciones afectan la fisiología total del organismo.

Cual es la temperatura del cuerpo?

- Se denomina "temperatura de] cuerpo" a un valor promedio de temperatura de la masa subyacente por debajo de la piel, excluidas las extremidades, que representa entre 70 y 80 % de la masa total.
- La "temperatura del cuerpo" resulta del equilibrio dinámico entre su producción de calor y el intercambio calórico con el ambiente por intermedio de las distintas vías posibles.
- "temperatura superficial" o de la piel
- "temperatura del núcleo o interna"

- 
- 
- Hombre → HOMOTERMO
 - Experimenta variaciones mínimas de su temperatura corporal en relación a las variaciones de temperatura ambiente.
 - Reacciones Metabólicas → exotérmicas
 - Equilibrio se logra con el intercambio de calor con el medio por:
 - c Conducción
 - C Convección
 - R Radiación
 - V Ventilación pulmonar
 - Cuando el intercambio de calor con el medio es insuficiente se pone en marcha el
 - sistema TEMOREGULADOR

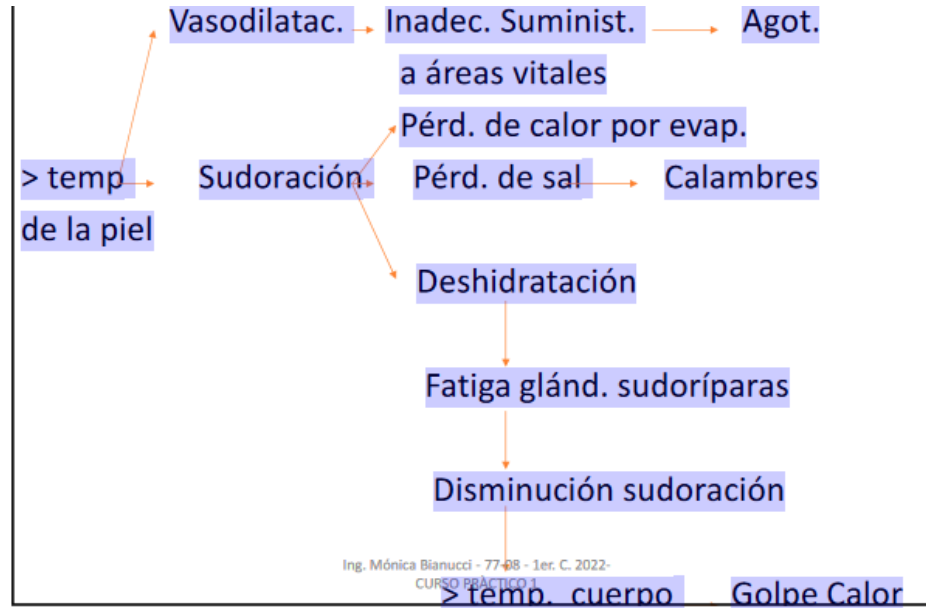
• ESTRÉS TÉRMICO-TENSIÓN TÉRMICA

- **ESTRÉS TÉRMICO:** Es la carga neta de calor a la que un trabajador puede estar expuesto como consecuencia de las contribuciones combinadas del gasto energético del trabajo, de los factores ambientales (temp, humedad, mov. de aire, y el intercambio de calor radiante) y de los requisitos de la ropa.
- **TENSIÓN TÉRMICA:** es la respuesta fisiológica global resultante del estrés térmico.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS AL CALOR

- Dilatación de los vasos sanguíneos de la piel.
- Cambios en la frecuencia del ritmo cardíaco.
- Constricción de los vasos sanguíneos en las vísceras.
- Sudoración.(se puede generar 1l/hora de sudor-Su capacidad se reduce al prolongarse la exposición.)
- Elevación de la temperatura corporal.
- Relajación muscular

EFFECTOS DEL CALOR EN EL SER HUMANO



EFFECTOS ADVERSOS DE LA CARGA TÉRMICA

- SOBRE LA SALUD
 - Hipertensión
 - Enfermedades de las glándulas sudoríparas
 - Cataratas
 - Enfermedades gastrointestinales
 - Suceptibilidad aumentada a contaminantes químicos
- SOBRE LA SEGURIDAD Incremento de accidentes e incidentes
- SOBRE EL RENDIMIENTO Descenso del rendimiento en el trabajo

BALANCE TERMICO CUERPO AMBIENTE

$$M \pm R \pm C \pm c - V = E$$

- M : producción de calor metabólico (Kcal/h)
- C: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por convección (Kcal/h)
- c: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por conducción (Kcal/h)
(se desprecia en ambiente laboral)
- R: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por radiación (Kcal/h)
- V: intercambio de calor por ventilación pulmonar (Kcal/h) (se desprecia en ambiente laboral)
- E: intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente por evaporación (Kcal/h)

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

C: CALOR INTERCAMBIADO POR CONVECCIÓN

$$C = Kc \times A (t_{bs} - t_{piel})$$
$$Kc = 6,5 V^{0,6}$$

tp: Temp. de la piel= 36 °C

V: Veloc. del aire (m/seg.)

tbs: Temp. de bulbo seco

A: superficie corporal: 1,8 m², corresponde aun hombre de 1,70 m y 70 kg

R- CALOR INTERCAMBIADO POR RADIACIÓN

$$R = 8,43 \left[\left[\frac{T_{mr}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_p}{100} \right]^4 \right]$$

$$\left[\frac{T_{mr}}{100} \right]^4 = 2,47 \times V^{0,5} (t_g - t_{bs}) + \left[\frac{T_g}{100} \right]^4$$

Tmr: Temp. media radiante

TP: Temp. de la piel= 36 + 273

tg: temp de globo (°C); Tg = tg + 273

V: Veloc. del aire (m/seg.)

Tbs: Temp. de bulbo seco = tbs + 273

- **Temperatura de bulbo seco:** t_a ; t_{bs} : es la temperatura del aire. Se registra con un sensor térmico protegido de las radiaciones.
- **Temperatura de bulbo húmedo natural (tbhn):** es la temperatura que registra un sensor térmico cuyo bulbo se encuentra permanentemente humedecido, expuesto a la velocidad normal del aire en el ambiente y no protegido de las radiaciones.
- **Temperatura de bulbo húmedo psicrométrica:** es la temperatura que registra un sensor térmico cuyo bulbo se encuentra humedecido, expuesto a una corriente de aire de aprox. 4,5 m/seg y protegido de las radiaciones.

Temperaturas

- **Temperatura de globo (tg):** temperatura de estabilización que registra un sensor térmico ubicado dentro de una esfera de cobre pintada de negro mate. Depende de la transferencia de energía radiante entre el termómetro y las superficies que lo rodean y del intercambio de calor por convección con el aire ambiente.
- **Temperatura media radiante:** en un ambiente de trabajo las paredes, techo, piso y objetos tienen diferentes temperaturas y emisividades. Se define Temp. Media Radiante como la temperatura de un recinto uniforme (ideal) en el cual el cuerpo intercambiaría la misma cantidad de calor radiante que en el ambiente de trabajo.

ACLIMATACION

- Es la adaptación fisiológica adquirida
- durante el trabajo en ambientes calurosos.

En base a experiencias se determinó que al cabo de 9 días:

Disminuyen: Frecuencia cardíaca y Temp. Rectal

Aumenta la sudoración, con menor pérdida de sales

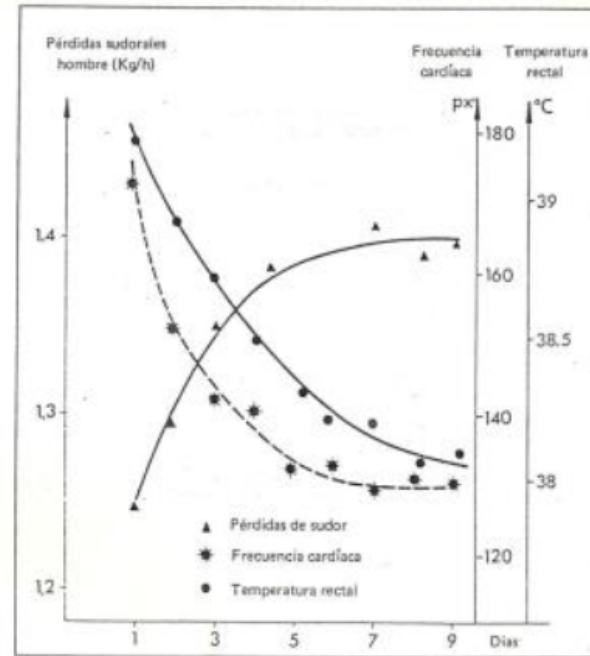


Figura 6: Aclimatación al calor.

Fuente: O.M.S., Serie de Informes Técnicos nº 412, Ginebra 1969.

ACLIMATACION

- Es un conjunto de adaptaciones fisiológicas
- La aclimatación completa al calor requiere 3 semanas de actividad física continua a las condiciones de estrés térmico. La misma se empieza a perder cuando la actividad en estas condiciones se discontinúa, teniendo una pérdida evidente después de 4 días.
- Con el fin de aplicar los criterios para el índice de TGBH, a un trabajador se lo considera aclimatado cuando tiene un historial de exposiciones recientes al estrés térmico (5 días en los últimos 7;Res295).

ETAPAS

- IDENTIFICAR
- • EVALUAR
- • CORREGIR-CONTROLAR
- •SEGUIMIENTO

ETAPA-IDENTIFICACION

Estrés térmico y tensión térmica?

- Malestar del operario
- Juicio profesional
- Decreto. 658/96 Listado de
- Enfermedades Profesionales (ta supera 28, Humedad supera 90 %)
-

Proceso de toma de decisión

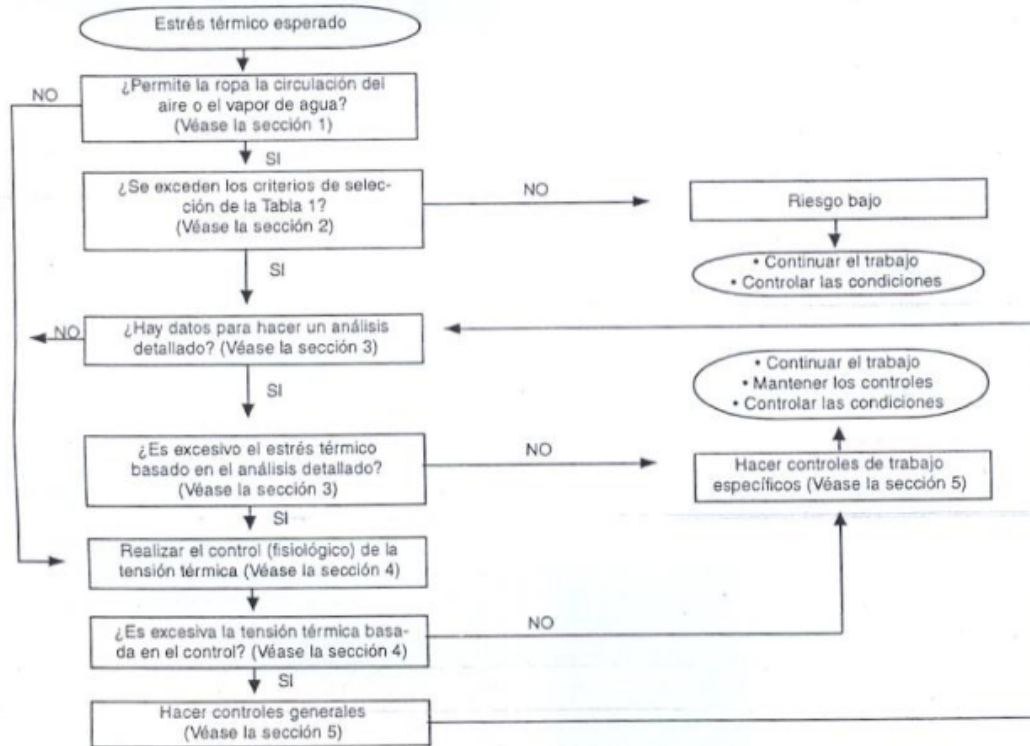


Figura 1. Esquema de evaluación para el estrés térmico.

ETAPA-EVALUACION

- Características del ambiente térmico (t_a , t_g , t_{bhs} , t_{bhn} , v)
- Características de los individuos expuestos y su actividad en el trabajo, (tasa metabólica, estimada en base a la posición de la persona y el esfuerzo físico (ISO 8996)).
- Características térmicas de la ropa utilizada



INDICE-TGBH

- TGBH – TEMPERATURA GLOBO BULBO HÚMEDO.

Mediciones ambientales:

- • tbhn: temperatura de bulbo húmedo natural
- • tg: temperatura de globo
- • tbs: temperatura de bulbo seco.

TGBH

- Ambientes exteriores con carga solar:

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ tbhn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs}$$

- Ambientes exteriores o int. s/carga solar:

$$\text{TGBH} = 0,7 \text{ tbhn} + 0,3 \text{ tg}$$

adiciones al TGBH por tipo de ropa

Tipo de ropa	Adición al TGBH (1)
Uniforme de trabajo de verano	0
Buzos de tela (material tejido)	+ 3,5
Buzos de doble tela	+ 5
	(1) No adicionar para trajes herméticos

GASTO_ENERGÉTICO-tabla-Res-295

Categorías	Ejemplo de actividades
Reposada	<ul style="list-style-type: none">•Sentado sosegadamente.•Sentado con movimiento moderado de los brazos.
Ligera	<ul style="list-style-type: none">•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 un trabajo ligero o moderado en una máquina o banco y algún movimiento a su alrededor.
Moderada	<ul style="list-style-type: none">•Limpiar estando de pie.•Levantar o empujar moderadamente estando en movimiento.•Andar en llano a 6 km/h llevando 3 Kg. de peso.
Pesada	<ul style="list-style-type: none">•Carpintero aserrando.•Mover con una pala tierra seca.•Trabajo fuerte de montaje discontinuo.•Levantamiento fuerte intermitente empujando o tirando.
Muy pesado	<ul style="list-style-type: none">•Mover con una pala tierra pesada.

ESTIMACION_CALOR_METABÓLICO

M = MB + MI + MII	
Metabolismo basal	70 W
MI: Posición del cuerpo	
Acostado o sentado	21
De pie	42
Caminando	140
Subiendo	210
MII: Tipo de trabajo	
Trabajo manual ligero	28
Trabajo manual pesado	63
Trabajo con un brazo ligero	70
Trabajo con ambos brazos ligero	189
Trabajo con el cuerpo pesado	490



TIPO DE TRABAJO	
LIVIANO	MENOS DE 230 W
MODERADO	230 – 400 W
PESADO	MAS DE 400 W



Tabla-2-Res.295

Exigencias del 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

ANÁLISIS DETALLADO-

- Para el segundo nivel del análisis detallado podría seguirse el modelo racional de estrés térmico de la tasa de sudoración específica (ISO 7933, 1987), de la Organización Internacional de Normalización (International Standards Organization; ISO).

Indice de sobrecarga termica (IST)

Norma UNE EN ISO 7933:2005 (NTP 923)

- Objeto y campo de aplicación
 - El método de la sobrecarga térmica estimada, establecido en la norma UNE-EN ISO 7933:2004, permite valorar el riesgo de estrés térmico que experimenta un individuo en un ambiente caluroso.
 - Se basa en la estimación de la tasa de sudoración y la temperatura interna que el cuerpo humano alcanzará en respuesta a las condiciones de trabajo
- Permitiendo
- = Identifica las causas de la exposición
 - = Calcular el tiempo máximos de permanencia en esascondiciones
 - = Organizar el trabajo en etapas de formal tal que se puedancompensar períodos de actividad y de recuperación

ETAPA-CONTROL

- Para aplicar medidas correctivas adecuadas se deben calcular o estimar el calor intercambiado por convección, radiación y el calor metabólico.
- Las medidas de ingeniería deben implementarse en base a los cálculos anteriores: ej. Si el calor intercambiado por convección es positivo y elevado, se podría aplicar la ventilación general como medida correctiva.
- La res. 295/03 determina la aplicación de control fisiológico de la tensión térmica, controles y controles de trabajo específicos.

CONTROLES GENERALES

- • Informar al trabajador acerca de estrés térmico.
- • Fomentar la ingesta de agua.
- • Considerar previamente la selección médica.
- • Permitir la autolimitación de las exposiciones.

CONTROLES ESPECÍFICOS

- Controles de ingeniería (ventilación, pantallas reflectoras o absorbentes, cabinas refrigeradas, mecanización, automatización)
- • Controles administrativos (limitar tiempo exp., rotac. del personal)
- • Protección personal.

CONTROLES FISIOLÓGICOS

- CONTROL (FISIOLÓGICO) DE LA TENSION TÉRMICA
- Controles sobre el trabajador

PONDERACION

- Si los trabajadores realizan actividades en varios sectores, se calculará el TGBH de cada sector y con éstos, el TGBH ponderado.
- Con el TGBH ponderado, se determinará, según tabla, si se superan o no los límites legales.

$$TGBH_{ponderado} = \frac{\sum (TGBH_i \times t_i)}{\sum t_i}$$

- $M_{ponderado} = \frac{\sum M_i \times t_i}{\sum t_i}$

donde:

TGBH_i = TGBH de cada sector

t_i = tiempo de exposición en cada sector

M_i = calor metabólico en cada sector

ESTRES_POR-FRIO

TEMPERATURA (Grados Centígrados)	SÍNTOMAS CLÍNICOS
37	Temperatura Normal
36	El metabolismo aumenta, en un intento de compensar la pérdida de calor
30-29	Pérdida progresiva de la consciencia; aumento de rigidez muscular; disminuye la frecuencia respiratoria
26-24	La víctima está consciente en pocos momentos- Edema pulmonar
20	Paro cardíaco
18	Hipotermia accidental mas baja para recuperar al paciente.

Temperaturas Equivalentes

Desarrollado por el Instituto de Investigación de Medicina del Medio Ambiente del Ejército de EEUU

V	Temperatura (grados centígrados)													
	K/h	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51	
	Temperatura Equivalente de Enfriamiento													
0	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		
	POCO PELIGROSO				PELIGRO CRECIENTE (congelamiento)				GRAN PELIGRO (El cuerpo se puede congelar en 30 segundos)					

TLV s (plan trabajo/ calentamiento para un turno de 4 hs.

T- cielo despejado	Sin viento		Viento 8 Km/h		Viento 16 Km/h		Viento 24 Km/h		Viento 32 Km/h	
	P máx min	N int.	P máx min	N int.	P máx min	N int.	P máx min	N int.	P máx min	N int.
-25 a -28		1		1	75	2	55	3	40	4
-29 a -31		1	75	2	55	3	40	4	30	5
-32 a -34	75	2	55	3	40	4	30	5	Sólo trabajo de emergencia	
-35 a -37	55	3	40	4	30	5	Sólo trabajo de emergencia			
-38 a -39	40	4	30	5	Sólo trabajo de emergencia					
-40 a -42	30	5	Sólo trabajo de emergencia							
-43 e inf.	Trab. emergencia									