

PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO

EDITOR RESPONSABLE:

Christian Albornoz Villagra
Jefe de Sección Riesgos Químicos.
Instituto de Salud Pública.

REVISOR:

Juan Alcaíno Lara
Jefe Subdepartamento de Ambientes Laborales.
Instituto de Salud Pública

D007-PR-500-02-001

Versión 1.0
Noviembre, 2013

Para citar el presente documento:

Instituto de Salud Pública de Chile, Protocolo para la Medición de Estrés Térmico 2013, Versión 1.0.

Primera versión 2013. Disponible en:
<http://www.ispch.cl/saludocupacional>, en publicaciones de referencia.

Consultas o comentarios: Sección OIRS del Instituto de Salud Pública de Chile, www.ispch.cl.

PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO

INDICE

1.- PRESENTACIÓN	4
2.- OBJETIVO	4
3.- ALCANCE	4
3.1.- Alcance teórico	4
3.2.- Población objetivo	4
3.3.- Población usuaria	4
4.- MARCO LEGAL	4
5.- TERMINOLOGÍA	4
6.- MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS	5
7.- PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN	5
7.1.- Exposición ocupacional al calor	5
7.1.1.- Observaciones generales	5
7.1.2.- Verificación inicial	6
7.1.3.- Descripción de las actividades	6
7.1.4.- Estabilización del equipo	6
7.1.5.- Ubicación del equipo	6
7.1.6.- Determinación del TGBH	7
7.1.6.1.- Variación de temperaturas	7
7.1.7.- Verificación final	8
7.1.8.- Costo energético	8
7.1.9.- Comparación limite permisible	9
8.- BIBLIOGRAFÍAS	10
9.- PARTICIPANTES	10
10.- ANEXOS	11

1. PRESENTACIÓN.

La exposición ocupacional al calor y los problemas de sobrecarga térmica que de ella pueden derivar son comunes en algunos lugares de trabajo, y producen en el organismo dos tipos de carga térmica: Carga externa o ambiental y carga interna o metabólica.

La carga térmica ambiental es, básicamente, el resultado de la acción de dos mecanismos: intercambio calórico por convección-conducción e intercambio por radiación. Además, el organismo genera calor debido al calor metabólico que es una combinación del calor generado por el metabólico basal y el resultado de la actividad física.

En este sentido, se establece el siguiente documento de referencia, el cual permite establecer una metodología de evaluación, basado en lo establecido en el D.S. N° 594/99 del Ministerio de Salud, "Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo".

2. OBJETIVO.

Establecer una metodología estandarizada para facilitar el uso de equipo monitor de estrés térmico en la evaluación de Exposición Ocupacional al Calor, establecida en el Decreto Supremo N° 594 de 1999, del Ministerio de Salud.

3. ALCANCE.

3.1. Alcance Teórico

Este protocolo comprende la forma de utilizar el equipo monitor de estrés térmico, para evaluar operaciones y actividades en condiciones térmicas elevadas, especialmente en las siguientes situaciones:

- Verificación de cumplimiento del límite permisible del Índice de TGBH.
- Estudios epidemiológicos de exposición y programas de vigilancia de ambiente laboral.

3.2. Población Objetivo

Trabajadores expuestos a condiciones térmicas elevadas en sus puestos de trabajo.

3.3. Población Usuaría

Profesionales que se desempeñan en el área de la higiene ocupacional.

4. MARCO LEGAL.

- DFL N° 1 de 2005, del Ministerio de Salud, refunde el texto del Decreto con Fuerza de Ley N° 2.763 de 1979 y las Leyes N° 18.933 y N° 18.469.
- Decreto Supremo N° 1.222 de 1996 del Ministerio de Salud, Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile.
- Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

5. TERMINOLOGÍA.

5.1.- Estrés Térmico: El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

5.2.- TGBH: Temperatura de globo y bulbo húmedo.

5.3.- Carga Calórica Ambiental: El efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad, velocidad del aire y calor radiante.

5.4.- Humedad Relativa: Es la relación entre la cantidad de agua que contiene el aire y la cantidad máxima que puede contener a la misma temperatura.

5.5.- Kcal/h: Kilocalorías por hora.

5.6.- Verificación: Procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que “debiera indicar” de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.

6. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.

- a) Monitor de estrés térmico.
- b) Cables de extensión del sensor.
- c) Trípode.
- d) Agua destilada.
- e) Planilla de Evaluación de Exposición Ocupacional al Calor.
- f) Dispositivo de suministro de energía (cable de conexión y/o batería alcalina).

7. PROCEDIMIENTO DE MEDICION.

7.1. Exposición Ocupacional al Calor

Para efectos de aplicación del Decreto Supremo N° 594, de 1999, del Ministerio de Salud, se entenderá como carga calórica ambiental el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad, velocidad del aire y calor radiante.

El equipo de medición de temperatura que se utilizará deberá cumplir con las características especificadas en la Norma Chilena Oficial 2634-2002.

- a) Sensor de Temperatura Natural de Bulbo Húmedo (TBH): Dispositivo cubierto con una mecha humedecida, que es ventilado naturalmente, es decir, colocado sin ventilación forzada en el ambiente. La medición de temperatura del bulbo húmedo permite medir la influencia de la humedad en la sensación térmica. El sensor debe cumplir con las siguientes características:
 - Zona sensible del sensor, en forma cilíndrica.
 - La parte sensible completa debe estar provista de una mecha blanca de un material altamente absorbente de agua (algodón).
 - La mecha debe estar tejida en forma de manga y debe quedar ajustada con pre-

cisión sobre el sensor.

- La mecha se debe mantener limpia.
- La parte inferior debe estar sumergida en agua destilada. La parte libre deberá tener 20 mm a 30 mm (ver manual del equipo).

NOTAS:

Se debe considerar que en el mercado existen equipos monitores de estrés térmico, con sensor de Bulbo Húmedo que no necesita humedecerse.

- b) Sensor de Temperatura de Globo (TG): Dispositivo que determina la temperatura de globo, que es la temperatura radiante indicada por un sensor colocado en el centro de un globo de cobre, pintado de negro.
- c) Sensor de Temperatura del Bulbo Seco (TBS): Dispositivo que mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire. Cuando el bulbo está en contacto con el aire del medio ambiente este debe estar protegido del calor radiante, sin que esto impida la circulación del aire alrededor del sensor.

7.1.1. Observaciones Generales del Procedimiento de Medición

- Para las ecuaciones del límite permisible (punto 7.1.6.1 letra b y punto 7.1.8 letra a), el tiempo de la actividad evaluada (t), se debe trabajar en unidad de horas.
- La evaluación debe realizarse en los momentos que se presenten las peores condiciones térmicas, en la hora u horas de mayor temperatura de la jornada laboral.
- Cada lectura de evaluación tendrá una duración de una hora.
- Siempre se deberá calcular la unidad de temperatura en °C (grados Celsius).
- Chequear estado de batería u otra conexión que pueda tener el equipo.

7.1.2. Verificación Inicial

Antes de iniciar las mediciones para obtener el valor de TGBH, se debe verificar que las lecturas de TBS (temperatura de bulbo seco), TG (temperatura de globo) y TBH (Temperatura de bulbo húmedo), se encuentren dentro de los parámetros normales del equipo. Para realizar este proceso se debe conectar el modulo de verificación e iniciar la detección de la lectura. Si esta tiene una precisión dentro de +/- 0.5°C de los valores entregados por el fabricante, el equipo puede ser utilizado en la medición de estrés térmico. En caso de no aprobar la verificación inicial, no se podrá continuar con la medición y el equipo debe ser enviado a mantención y posterior calibración a un servicio técnico autorizado por el fabricante.

7.1.3. Descripción de las Actividades

Se deberá especificar en una planilla todas las actividades que se realicen en los puesto de trabajo a evaluar, donde exista la exposición a condiciones térmicas elevadas.

7.1.4. Estabilización del Equipo de Estrés Térmico

Antes de instalar el equipo y realizar la medición el sensor de TBH debe humedecerse, revisando que el algodón tenga contacto con el agua destilada y esperar al menos 30 minutos para que el sensor de globo se ambiente (estabilice), teniendo presente lo indicado en la letra (a), del punto 7.1.

En el caso que la temperatura del lugar a evaluar pueda dañar los componentes del equipo (sobre los 60°C o según especificaciones del fabricante), es recomendable utilizar un cable de extensión u otro elementos que provea el fabricante para mantener conectado el sensor, con el fin de alejar los componentes críticos del equipo y evitar posibles daños (consultar el manual de instrucciones del fabricante). Si las condiciones dificultan el procedimiento mencionado en el punto anterior, El equipo se debe ubicar en un lugar donde la influencia de las condiciones ambientales sea similar al puesto de trabajo.

NOTAS:

La persona a cargo de la evaluación deberá supervisar en todo momento la variación de los rangos de temperatura, y estar atento a las condiciones ambientales.

7.1.5. Ubicación del Equipo

Para determinar la ubicación (altura) del equipo y número de lecturas, se debe comprobar la homogeneidad de la temperatura en los alrededores del puesto de trabajo a distintas alturas (desde nivel de piso), tomando tres lecturas de preferencia en forma simultánea utilizando trípode y extensiones a:

- a) Lectura 1: 170 centímetros.
- b) Lectura 2: 110 centímetros.
- c) Lectura 3: 10 centímetros.

Si la variación de temperatura de los parámetros TG, TBH, TBS, es superior al 5% entre cada lectura tomada (Lectura 1, 2, 3), se procederá a seguir lo indicado en el punto 7.1.6.1.

Si no existen variaciones importantes entre cada lectura (a, b, c), muestra que el medio ambiente es prácticamente homogéneo (heterogeneidad $\leq 5\%$ entre cada lectura tomada), se puede adoptar un procedimiento simple, que consiste en determinar el índice TGBH a una altura de entre 1,0 a 1,5 metros. (Altura abdomen) para trabajadores que realicen su trabajo de pie, y a 0,5 metros para aquellos que efectúen su trabajo sentados. En caso de discusión en la interpretación del análisis, se procede a utilizar el procedimiento de tres mediciones (punto 7.1.6.1)

La ubicación del equipo debe estar lo más cercano posible al puesto de trabajo, y donde no interfiera con el normal desarrollo de las actividades.

Se deberá considerar la diferencia de espacios cerrados sin carga solar y lugares al aire libre, de acuerdo a lo señalado en el punto 7.1.6.

NOTAS:

Los puntos de ubicación del equipo, serán determinados por el evaluador, quien tendrá que argumentar su estrategia.

NOTAS:

En el caso que el equipo no posea extensiones para tomar tres lecturas en forma simultánea, se podrán tomar mediciones individuales, procurando que los intervalos de tiempo entre las mediciones sean lo más corto posible.

7.1.6. Determinación del TGBH

La evaluación se debe realizar en las distintas áreas de trabajo, actividades y descanso, en las que el trabajador permaneció durante la hora u horas de mayor temperatura de la jornada laboral. Se deberá diferenciar si la evaluación se realizó al aire libre con carga solar, al aire libre sin carga solar o bajo techo, utilizando las siguientes ecuaciones:

- a) Al aire libre con carga solar:

$$TGBH = 0,7 \times TBH + 0,2 \times TG + 0,1 \times TBS$$

- b) Al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

$$TGBH = 0,7 \times TBH + 0,3 \times TG$$

Correspondiendo

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C.
 TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C.
 TG = Temperatura de globo, en °C.

7.1.6.1. Variación de Temperatura

Cuando los parámetros (TG, TBH, TBS) no tienen un valor constante (o homogénea como se indica en 7.1.5) en los alrededores del puesto de trabajo, como se indica en el punto 7.1.5, es necesario determinar el índice TGBH en tres posiciones en relación al piso, correspondientes a la altura de la cabeza, abdomen y tobillos, según las siguientes alturas:

Trabajador de pie (medidas sobre nivel del piso)

- Medición 1: Cabeza, 170 cm.
- Medición 2: Abdomen, 110 cm.
- Medición 3: Tobillos, 10 cm.

Trabajador sentado (medidas sobre nivel del piso)

- Medición 1: Cabeza, 110 cm.
- Medición 2: Abdomen, 60 cm.
- Medición 3: Tobillos, 10 cm.

Las mediciones utilizadas para determinar los índices, se deben realizar en forma simultánea (utilizando trípode y extensiones). En el caso de equipos que no posean extensiones o trípode, ver nota del punto 7.1.5.

NOTAS:

En caso que el trabajador posea una altura distinta a 170 cm. se deberán adaptar las medidas de abdomen y cabeza a la realidad del trabajador, no considerando las indicadas en el punto anterior.

Posteriormente se debe obtener el valor medio del índice TGBH (tres índices ponderados), para lo cual, se utiliza la siguiente ecuación:

a)

$$TGBH = \frac{TGBH_{cabeza} + 2(TGBH_{abdomen}) + TGBH_{tobillos}}{4}$$

Los límites permisibles del índice TGBH están definidos para el promedio ponderado de sus valores en el periodo de una hora. Para obtener este promedio de todas las actividades evaluadas, en relación al tiempo, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$b) \quad TGBH_{(promedio)} = \frac{(TGBH)_1 \cdot t_1 + (TGBH)_2 \cdot t_2 + \dots + (TGBH)_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde

TGBH1, TGBH2.....TGBHn = Son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso en las que el trabajador permaneció durante la jornada de trabajo.

t1, t2..... tn = Los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas evaluadas incluyendo el periodo de descanso.

7.1.7. Verificación Final

Terminadas las lecturas se procede a verificar, si los valores de TBS, TG y TBH, se encuentran dentro de los parámetros normales del equipo. Se deberá conectar el modulo de verificación e iniciar la detección de la lectura. Los valores deberán ser similares (+/- 0.5°C) a los obtenidos en la verificación inicial. Si los valores coinciden, se podrá concluir la evaluación. En caso contrario, la medición no se considerará representativa, por lo tanto se deberá realizar nuevamente la evaluación. Si después de tres intentos de verificación final, el problema persiste, se pierde la evaluación y el equipo debe ser enviado a mantención y posterior calibración.

7.1.8. Costo Energético

El decreto supremo N° 594, en su artículo N° 98, establece un listado de actividades con su respectivo costo energético en Kilocalorías por hora. La actividad evaluada se deberá relacionar a una especificada en la tabla.

COSTO ENERGETICO SEGÚN TIPO DE TRABAJO	
Sentado	90 Kcal/h
De pie	120 Kcal/h
Caminando (5 Km/h sin carga)	270 Kcal/h
Escribir a mano o máquina	120 Kcal/h
Limpiar ventanas	220 Kcal/h
Planchar	252 Kcal/h
Jardinería	336 Kcal/h
Andar en bicicleta (16 km/h)	312 Kcal/h
Clavar con martillo (4,5 Kg.15 golpes/min.)	438 Kcal/h
Palear (10 veces por minuto)	468 Kcal/h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal/h
Trabajo con hachas (35 golpes / minuto)	600 Kcal/h

Fuente: Tabla de consumo según Costo Energético del Artículo N° 98, DS N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud

Si las actividades realizadas, poseen distintos costo energético, se debe obtener un promedio ponderado de la carga de trabajo (M), utilizando la siguiente ecuación:

$$M_{(promedio)} = \frac{M_1 \cdot t_1 + M_2 \cdot t_2 + \dots + M_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Donde

M1, M2....Mn = El costo energético de las diversas actividades.

t1, t2.....tn = Periodos de tiempo (horas) para las diversas actividades y descansos del trabajador.

7.1.9. Comparación Limite Permissible

Obtenido el costo energético ponderado en el tiempo, se deberá establecer el tipo de carga de trabajo (liviana, moderada o pesada) y el Tipo de Trabajo que se realiza, considerando el porcentaje de trabajo y descanso, por cada hora de actividad.

Con estas dos variables se define el valor del Límite de Índice TGBH, que se compara con el TGBH promedio ponderado calculado.

VALORES LIMITES PERMISIBLES DEL INDICE TGBH EN °C			
Tipo de Trabajo	Carga de Trabajo según Costo Energético (M)		
	Liviana inferior a 375 Kcal/h	Moderada 375 a 450 Kcal/h	Pesada Superior a 450 Kcal/h
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Fuente: Tabla de Limite Permissible del Índice TGBH del Artículo N° 96, DS N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud

NOTAS:

Se entenderá como porcentaje de trabajo y descanso, al periodo transcurrido durante una hora cronológica (60 minutos), no pudiendo ser acumulables en una jornada de trabajo.

8. BIBLIOGRAFIA.

- 8.1 Ministerio de Salud; "Decreto Supremo N° 594, de 1999: Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo".
- 8.2 Instituto de Salud Pública, "Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional", 2013.
- 8.3 NCh2634.Of2002 Ergonomía - Medioambientes calurosos - Estimación del estrés calórico sobre el trabajador, basada en el índice TGBH (Temperatura de globo y bulbo húmedo).
- 8.4 NTP 322 INSHT Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- 8.5 NTP 279 INSHT Ambiente térmico y deshidratación.
- 8.6 NTP 18 INSHT Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas.
- 8.7 NTP 922 INSHT Estrés Térmico y Sobrecarga Térmica: Evaluación de los Riesgos (I).
- 8.8 ISO 7243 Hot Environments-Estimation of the Heat Stress on Working Man, based on the Wbgt-index (wet bulb globe temperature 1992).

9. PARTICIPANTES.

Agradecemos la participación y contribución del Comité de Expertos:

Rómulo Zúñiga R. Asociación Chilena de Seguridad.

Marcelo Molina I. Mutual de Seguridad C.CH.C.

Felipe Chinchón L. 3M.

Luis Caroca M. Instituto de Salud Pública de Chile.

Pedro Quintanilla B. Instituto de Salud Pública de Chile.

Rolando Vilasau D. Instituto de Salud Pública de Chile.

10. ANEXOS.

Anexo 1: Planilla de Evaluación de Exposición Ocupacional al Calor.

Nombre o Razón social			R.U.T.	
Fecha de muestreo		Dirección	Comuna	
Teléfono		Correo electrónico	Fax	
Número trabajadores		N° de Hombres	N° de Mujeres	

Descripción de la actividad del trabajador expuesto.

N°	NOMBRE TRABAJADOR EXPUESTO	ACTIVIDAD QUE REALIZA	COSTO CALÓRICO APROX. (KCAL/H)
1			
2			
3			
4			
5			

Índice de TGBH

N°	Actividad	TBS	TBH	TG	Tiempos (h)	TGBH	TGBH
		°C	°C	°C		°C (interior)	°C (exterior)
1							
2							
3							
4							
5							
TGBH (promedio) =				Costo energético (promedio) =			

Verificación del equipo

	TBS	TBH	TG
	°C	°C	°C
Verificación inicial			
Verificación final			
Diferencia de T° (+/- 0.5 °C)			

Realizado por		Firma	
Institución			