

Experiencias y aplicabilidad de las normas ISO 7243 (EN 27243) e ISO 7933 (EN 12515) en Cuba y países del área del mar Caribe*



SUMARIO

Los métodos propuestos en los documentos ISO 7243: 1989, ISO 7933:1989 e ISO/FDIS 7933:2004 se aplican a 21 puestos de trabajo en La Habana (Cuba) a partir de mediciones ambientales y fisiológicas. Se recopila y analiza información sobre experiencias de la aplicación de estos métodos en países pertenecientes a la región del Caribe. A partir de la información obtenida, se puede concluir que el método de estimación del estrés térmico basado en el índice WBGT, propuesto en la norma ISO 7243:1989, es utilizado por la mayoría de los países de esta región geográfica, y no ocurre lo mismo con el método propuesto en la norma ISO 7933:1989. No existe en el área del Caribe uniformidad en el uso de los términos, las definiciones, los símbolos y las unidades relacionadas con la evaluación e influencia de las condiciones térmicas de trabajo. Se recomienda promover la asimilación del método propuesto por ISO/FDIS 7933:2004 en la región.

Palabras clave: Higiene industrial, estrés térmico, ergonomía, normativa ISO.

RUGIERE SUÁREZ CABRERA

Ingeniero Industrial.

Jefe del Departamento de Riesgos Físicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (Cuba)

INTRODUCCIÓN

Los problemas de salud que plantea el estrés térmico por calor son más graves en los países en desarrollo, situados en su mayoría en la zona tropical y regiones subtropicales, y los datos y experiencias de los países desarrollados no deben aplicarse sin reserva a las circunstancias propias de esas zonas tropicales (1).

* Este artículo es el resumen del trabajo presentado a la Fundación MAPFRE como resultado final de la investigación desarrollada durante el año 2003 a raíz de una beca LARRAMENDI concedida por la Fundación en la Convocatoria 2002.

Los trabajadores de los países con costas en la cuenca del mar Caribe, brazo del océano Atlántico, parcialmente cerrado en el norte y el este por las islas del Caribe, y delimitado en el sur por Sudamérica y Panamá y en el oeste por América Central, desarrollan sus actividades, al igual que los del resto del mundo, en un ambiente físico de trabajo determinado por condiciones termohigrométricas, ruido, iluminación, vibraciones, radiaciones y otros contaminantes que pueden afectar a su salud y/o bienestar, pero aspectos como latitud geográfica, desarrollo económico, cultura, características étnicas, hábitos alimenticios y otros hacen que esta región tenga una identidad propia.

El *estrés térmico* por calor se produce cuando el entorno de una persona (temperatura del aire, temperatura radiante, humedad y velocidad del aire), su ropa y su actividad interactúan para producir una tendencia a que la temperatura corporal aumente.

Como respuesta al estrés térmico, el sistema de regulación térmica del organismo desarrolla una respuesta de pérdida de calor, provocando una reacción fisiológica del cuerpo humano, que recibe el nombre de sobrecarga fisiológica (2).

Entre los efectos sobre la salud de los trabajadores provocada por una sobrecarga fisiológica por calor se pueden señalar: afecciones cutáneas, deshidratación, calambres, fatiga, síncope y golpe de calor (2), (3), (4), (5).

La higiene industrial, laboral, ocupacional o del trabajo y la ergonomía ambiental son disciplinas que preparan a especialistas que necesitan de métodos cualitativos y/o cuantitativos para la evaluación de los factores de riesgo físico en los ambientes de trabajo, entre ellos, métodos específicos de evaluación de los ambientes térmicos calurosos. Estos métodos deben ser asequibles para el usuario, convertirse en herramientas útiles y resultar aplicables en la práctica independientemente de su sencillez o complejidad.

Los métodos de evaluación de los ambientes térmicos calurosos se basan en índices para estimar el estrés térmico al que se someten los trabajadores e indicar cuándo este estrés térmico puede llegar a ser intolerable. Un índice térmico integra en un valor único seis parámetros básicos. Se han realizado numerosas investigaciones para determinar el índice definitivo de estrés por calor y no existe acuerdo sobre cuál es el mejor de todos ellos (6), (7), (8), (9).

La tendencia a la normalización se inclina a que se adopten índices simi-



Los métodos de evaluación de los ambientes térmicos calurosos se basan en índices para estimar el Estrés Térmico.

lares en todo el mundo, sin que esto signifique frenar la elaboración y el uso de nuevos índices.

El Comité Técnico 159 «ergonomía» de la Organización Internacional de Normalización (ISO) ha desarrollado normas dirigidas a la evaluación de ambientes térmicos calurosos y otras que las complementan. Un resumen sobre esos documentos se presenta a continuación:

ISO 7726:1985 - Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos

Especifica las características mínimas de los instrumentos para la medida de las magnitudes físicas que caracterizan un ambiente térmico, así como los métodos de medida de las magnitudes físicas. Se aplica al estudio de ambientes calurosos, confortables o fríos, en cualquier lugar ocupado por personas.

Ha sido aprobada como norma europea (EN 7726:1993) y existe su versión en español (UNE-EN 7726:1995) (10), (11).

ISO 7243:1989 - Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el índice WBGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo)

Proporciona un método, que puede emplearse fácilmente en un ambiente

industrial, para la evaluación rápida del estrés térmico al cual está sujeto un individuo en un ambiente caluroso. Se aplica a la evaluación del efecto medio del calor en el sujeto durante un período representativo de su actividad, pero no es aplicable a la evaluación del estrés térmico sufrido durante períodos muy cortos ni en la proximidad de la zona de comodidad.

Ha sido aprobada como norma europea (EN 27243:1993) y actualmente existe su versión en español (UNE-EN 27243:1995) (12), (13).

ISO 7933:1989 - Ambientes térmicos calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico, basado en el cálculo de la tasa de sudoración requerida

Especifica un método para la evaluación analítica e interpretación del estrés térmico experimentado por un sujeto en un ambiente caluroso. Describe el método de cálculo del balance térmico, así como de la tasa de sudoración que el cuerpo humano habría de producir para mantener en equilibrio ese balance: esta tasa recibe el nombre de «tasa de sudoración requerida».

Esta norma no predice la respuesta fisiológica de cada individuo en particular, sino que se refiere a un sujeto típico, de buena salud y apto para su trabajo.

En su forma actual, este método no es aplicable a los casos en los que se emplee ropa especial de protección.

Por ser el cálculo de la Tasa de Sudoración Requerida un método de evaluación complejo, la norma ISO 7933:1989 anexiona una propuesta de programa informático en lenguaje BASIC para facilitar su cálculo y uso.

Ha sido aprobada como norma europea con modificaciones (EN 12515:1997) y existe su versión en español (UNE-EN 12515:1997) (14), (15).

ISO 8996:1990 - Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico

El consumo metabólico, transformación de energía química en energía mecánica y térmica, mide el coste energético de la carga muscular y constituye un indicador cuantitativo de la actividad. El conocimiento del consumo metabólico es necesario para el cálculo de la producción metabólica de calor que interviene en la evaluación del balance térmico del organismo. Esta norma especifica los métodos para la determinación del consumo metabólico y puede utilizarse también para otras aplicaciones, por ejemplo la evaluación de las prácticas de trabajo, el coste energético de tareas específicas o actividades deportivas y el coste global de la actividad.

Ha sido aprobada como norma europea (EN 28996:1993) y actualmente existe su versión en español (UNE-EN 28296:1995) (16), (17).

La higiene industrial, laboral, ocupacional o del trabajo y la ergonomía ambiental son disciplinas que preparan a especialistas que necesitan de métodos cualitativos y/o cuantitativos para la evaluación de los factores de riesgo físico en los ambientes de trabajo, entre ellos, métodos específicos de evaluación de los ambientes térmicos calurosos. Estos métodos deben ser asequibles para el usuario, convertirse en herramientas útiles y resultar aplicables en la práctica, independientemente de su sencillez o complejidad.

ISO 9886:1992 - Evaluación de la tensión térmica por medio de mediciones fisiológicas

Describe métodos de medida e interpretación de los siguientes parámetros fisiológicos: temperatura interna

del cuerpo, temperatura de la piel, frecuencia cardíaca, pérdida de masa corporal.

Posee anexos con la comparación de los diferentes métodos en cuanto a campo de aplicación, complejidad técnica, molestia y riesgos que podrían entrañar; condiciones que deben cumplirse para asegurar la precisión de los datos recogidos según los diferentes métodos y descripción de los métodos de medida y valores límites.

Ha sido aprobada como norma europea (EN ISO 9886:2001) y existe su versión en español (UNE-EN ISO 9886:2002) (18), (19).

ISO 9920:1995 - Ergonomía del ambiente térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa

Presenta métodos para estimar las características térmicas (resistencia a la pérdida de calor seco y a la pérdida de calor por evaporación), en régimen estable, de un conjunto de ropa a partir de los valores de las prendas y de los tejidos. La norma trata también de la influencia de los movimientos corporales y de la penetración del aire sobre el aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación (20).

ISO 11399:1995 - Principios de aplicación de las normas internacionales correspondientes

Esta norma tiene como propósito especificar la información que permita el uso correcto, efectivo y práctico de las normas internacionales relativas a la ergonomía del ambiente térmico.

La información que proporciona no basta, por sí sola, para la evaluación de ambientes térmicos.

Ha sido aprobada como norma europea (EN ISO 11399:2000) y existe su versión en español (UNE-EN ISO 11399:2001) (21), (22).

ISO 13731:2001 - Ergonomía del ambiente térmico. Vocabulario y símbolos

Define las magnitudes físicas en el campo de la ergonomía del ambiente térmico y además proporciona el vocabulario y los símbolos de las magnitudes utilizadas en las normas internacionales sobre ergonomía del ambiente térmico, de utilidad para la redacción de futuras normas y publicaciones.

Ha sido aprobada como norma europea (EN ISO 13731:2001) y existe



El consumo metabólico mide el coste energético de la carga muscular.

su versión en español (UNE-EN ISO 13731:2002) (23), (24).

Los objetivos del proyecto desarrollado consistían en aplicar los métodos propuestos en las normas ISO 7243:1989 e ISO 7933:1989 en puestos de trabajo ubicados en La Habana (Cuba), y recopilar y analizar información sobre experiencias de la aplicación de esos métodos en países pertenecientes a la región del Caribe.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de visitas a centros de producción industrial o de servicios de la ciudad de La Habana se seleccionaron 21 puestos de trabajo, situados en interiores, con ambientes térmicos calurosos de: **industria sideromecánica, industria del plástico, industria de productos lácteos y servicios a la industria turística.**

Mediciones realizadas

En los 21 puestos de trabajo se midieron variables ambientales y fisiológicas durante parte del verano. Todas las mediciones se realizaron durante el desarrollo habitual del proceso productivo y en horario diurno (10:00 am a 2:00 pm), y por consiguiente cuando las edificaciones donde estaban los puestos de trabajo evaluados recibían abundante radiación solar. La mayor o menor influencia solar sobre el ambiente térmico del local de trabajo dependía de las características arquitectónicas de cada edificio.

Las variables ambientales medidas fueron: la temperatura del aire (t_a), la temperatura de globo (t_g), la temperatura húmeda natural (t_{nw}), la velocidad del aire (v_a) y la humedad relativa (RH).

El autor de este trabajo realizó las mediciones de las variables ambientales siguiendo las recomendaciones de la norma técnica UNE-EN ISO 7726: 2002 «Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas» (ISO 7726:1985).

En todos los puestos de trabajo seleccionados las condiciones ambientales eran homogéneas respecto a la altura y se trabajaba de pie, por lo que sólo se hicieron mediciones a 1,1 m del suelo.

Las mediciones ambientales se realizaron con un instrumento portátil Testo 454, dotado de sondas para la detección de las cinco variables citadas, que fue programado para registrar de forma automática los valores cada veinte minutos.

Se recomienda continuar perfeccionando la metodología aplicada y realizar nuevos estudios que aporten un mayor conocimiento y experiencia en la evaluación del riesgo por estrés térmico en Cuba y en el área del Caribe a partir de los índices térmicos utilizados en este trabajo u otros. En particular se recomienda asimilar el método propuesto por ISO/FDIS 7933:2004, impulsar su utilización práctica como método de análisis más detallado, divulgar los resultados y experiencias de los especialistas en su uso y estudiar la posibilidad de incorporarlo a las normas nacionales y los programas de estudio dirigidos a la formación de higienistas, ergónomos y otros especialistas afines cuando sea aprobado como norma ISO.

Simultáneamente a las mediciones ambientales se fueron midiendo las variables fisiológicas, frecuencia cardíaca (HR) y temperatura oral (t_{or}) pa-

ra evaluar el riesgo a través de la sobrecarga fisiológica de origen térmico (*thermal strain*), según lo recomendado en la norma UNE EN ISO 9986:2002 «Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas» (ISO 9886:1992).

Un médico especialista en Medicina del trabajo se encargó de medir ambas variables sobre los trabajadores en sus puestos de trabajo mientras éstos realizaban su actividad.

La frecuencia cardíaca se midió con un instrumento Polar S 810 provisto de un monitor de muñeca y una banda transmisora. A cada trabajador se le colocó el monitor en la muñeca y la banda transmisora, con su superficie de contacto previamente humedecida con agua, en la región pectoral, inmediatamente por debajo de las tetillas.

Para la medición de la temperatura oral se dispuso de dos termómetros electrónicos digitales TERUMO, modelo C 402. El procedimiento de medición empleado consiste en colocar el termómetro en la boca del trabajador, debajo de la lengua, lateralmente y cerca de la base de la misma, advirtiéndole previamente que debe mantener la boca cerrada con la lengua descansando sobre el sensor y haciendo una ligera presión con los labios, pero sin morderlo. A los trabajadores se les indicó que no debían fumar ni ingerir bebidas o alimentos en los quince minutos previos a cada medición.

Determinación del consumo metabólico

Para determinar el consumo metabólico (M) se utilizó el método A. «clasifi-



Los médicos especialistas en medicina del trabajo controlaron las variables fisiológicas.

cación en función del tipo de actividad», correspondiente al Nivel I (Tabla A.1 del Anexo A) de la norma ISO 8996:1990 «Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico» (UNE-EN 28996:1995) (16), (17).

Al no ser el consumo metabólico homogéneo durante la jornada de trabajo, con un cronómetro y observando el trabajo de los operarios, se realizó un estudio de tiempos del régimen de trabajo-descanso de cada puesto de trabajo a evaluar. Se calculó el consumo metabólico promedio (\bar{M}) en una hora, realizando la media ponderada en el tiempo de los valores de consumo metabólico de las distintas tareas y las duraciones respectivas de las mismas en una hora, dato necesario para la aplicación de los métodos de evaluación aplicados.

Estimación del aislamiento térmico de la ropa

Se observó y anotó la combinación de prendas de vestir que utilizaba cada trabajador el día en que se realizaron las mediciones y se calculó posteriormente, en cada caso, el aislamiento de la vestimenta, según las tablas de las normas ISO 7933:1989 (14); UNE EN 12515:1997 (15); ISO 9920:1995 (20).

Selección de los sujetos

Se estableció como criterio de selección de los sujetos el siguiente: «más de seis meses en activo en el puesto de trabajo y no haber interrumpido el trabajo más de tres días antes de la medición».

Métodos de evaluación aplicados

En los 21 puestos de trabajo se aplicaron los métodos propuestos en las normas ISO 7243:1989 (12) (UNE EN 27243:1995) (13) e ISO 7933:1989 modificada (14) (UNE EN 12515:1997) (15).

Además, se utilizó el nuevo método de evaluación propuesto en la última revisión de la norma ISO 7933:1989, actualmente en fase de ISO/FDIS 7933:2004 (25).

Método basado en el índice WBGT (ISO 7243:1989)

Se calculó el índice WBGT cada veinte minutos utilizando la ecuación para interiores o exteriores sin sol.

$$WBGT = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g$$

donde: t_g = temperatura de globo

t_{nw} = temperatura húmeda natural



Se estableció un criterio para seleccionar a los trabajadores.

Se determinaron «los peores sesenta minutos» para cada puesto de trabajo, y se calculó el valor medio de WBGT (WBGT), ponderando en el tiempo los valores de WBGT obtenidos cada veinte minutos de la hora seleccionada. Se utilizó la ecuación:

$$\overline{WBGT} = \frac{(WBGT_1 \cdot T_1) + (WBGT_2 \cdot T_2) + (WBGT_3 \cdot T_3)}{T_1 + T_2 + T_3}$$

$$T_1 = T_2 = T_3 = 20 \text{ minutos}$$

$$T_1 + T_2 + T_3 = 60 \text{ minutos}$$

Teniendo en cuenta que los trabajadores llevaban ropa de verano y que estaban aclimatados, una vez calculados los consumos metabólicos medios de cada puesto de trabajo para la hora seleccionada se interpretaron los resultados de acuerdo con los valores o criterios de referencia de la norma ISO 7243:1989 (12).

Método de evaluación basado en el cálculo de la tasa de sudoración requerida (ISO 7933:1989 modificada)

Las normas técnicas ISO 7933:1989 (14) y UNE-EN 12515:1997 (15) incluyen programas en BASIC; en nuestro estudio se sometió a prueba una aplicación elaborada en el Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSTA) utilizando ambos documentos. También se aplicó el programa informático «Evaluación del ambiente término del trabajo: versión 3.0», elaborado de

acuerdo con la norma ISO 7933:1989 por J. Malchaire y A. Piette, de la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica. Este programa realiza los cálculos e interpreta los resultados a partir de la introducción de los valores de las variables ambientales medidas y de las variables «consumo metabólico» y «aislamiento térmico de la vestimenta» estimados a partir de las tablas.

Método de evaluación basado en el cálculo de predicted heat strain (ISO/FDIS 7933:2004)

ISO/FDIS 7933:2004 (25) incluye un programa informático elaborado por J. Malchaire y A. Piette, de la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica, cuya versión en soporte magnético se denomina «Evaluación del ambiente térmico del trabajo: versión 4.0» (PHS). Este programa, disponible en Internet, en la dirección: <<www.mducl.ac.be/hytr/Download/iso7933n.txt>>, realiza los cálculos e interpreta los resultados a partir de la introducción de los valores de las variables ambientales medidas y de las variables «consumo metabólico» y «aislamiento térmico de la vestimenta» estimados a partir de las tablas.

Método basado en mediciones fisiológicas (ISO 9886:1992)

La interpretación de las mediciones fisiológicas se realizó a partir de la

norma ISO 9886:1992 y UNE-EN ISO 9886:2002 (18), (19), que forma parte de la serie de normas elaboradas por ISO para la evaluación del estrés térmico y la sobrecarga fisiológica de causa térmica.

La localización y obtención de documentos de experiencias y aplicación de los métodos propuestos en las normas ISO 7243:1989 e ISO 7933:1989 en países pertenecientes a la región del Caribe llevó consigo la búsqueda, la adquisición y el análisis de publicaciones impresas y en formato electrónico relacionadas con la evaluación de ambientes térmicos calurosos de áreas de trabajo en países situados en la cuenca del mar Caribe. En el caso de Cuba, además, se amplió a la revisión de trabajos inéditos. La localización de normas nacionales recibió la máxima atención.

Fueron utilizadas en la búsqueda de la información las siguientes vías: Internet, la revisión personal de catálogos de normas de algunos de los países del área y de organismos internacionales, la búsqueda personal en los centros de información y documentación del INSAT, el INSHT de Madrid y la Fundación MAPFRE Estudios, así como las comunicaciones a través del correo electrónico y postal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta información de los 21 puestos de trabajo si-

tuados en el interior de edificaciones industriales o de servicios en La Habana, capital de la República de Cuba, donde fue evaluado el riesgo por estrés térmico debido al calor.

La Tabla 2 muestra para cada puesto de trabajo los resultados de las mediciones ambientales y fisiológicas durante «los peores sesenta minutos» del período evaluado, es decir, cuando las variables ambientales alcanzaron los valores más elevados y la actividad era máxima o normal. Lamentablemente existieron dificultades que impidieron obtener el 100 por ciento de los registros fisiológicos.

Previo al proceso de evaluación del ambiente térmico en los puestos de trabajo, se determinó para cada trabajador el consumo metabólico medio (\bar{M}) y se estimó el aislamiento térmico de la ropa (I_{cl}) que llevaban, resultados que se presentan en la Tabla 3. Como puede apreciarse, sólo en uno de los puestos de trabajo puede considerarse que el consumo metabólico era alto. En el resto era bajo o moderado, ya que en algunos de ellos los períodos de descanso ocupaban hasta el 50 por ciento del tiempo de exposición. En la vestimenta de los trabajadores predominaba la ropa ligera, pantalones cortos habitualmente y, en ocasiones, torso desnudo, por lo que la mayoría de los valores de (I_{cl}) estaban por debajo de 0,60 clo.

El 100 por ciento de los trabajadores estudiados a partir del criterio de se-

lección pueden considerarse como aclimatados y con dominio de la actividad que realizaban. El registro por edad y sexo de cada uno de los sujetos se muestra en la Tabla 4.

A partir de los valores de las variables ambientales de la Tabla 2, de la estimación de \bar{M} y de I_{cl} que aparecen en la Tabla 3, se aplicaron los métodos de evaluación del riesgo por estrés térmico propuestos en las normas ISO 7243:1989 (UNE EN 27243:1995) e ISO 7933:1989 modificada (UNE EN 12515:1997), y además el nuevo método de la ISO/FDIS 7933:2004.

La aplicación del método de evaluación de la norma ISO 7243:1989 (UNE EN 27243:1995) arrojó como resultado que «sí» se superaban los valores de referencia en 11 puestos de trabajo y «no» se superaban los valores de referencia en los 10 restantes (véase Tabla 5).

Para la aplicación del método propuesto en la norma ISO 9733:1989 se utilizaron dos aplicaciones informáticas. Una de ellas, elaborada en el INSAT a partir de los programas informáticos en BASIC anexados a las normas ISO 9733:1989 y UNE-EN 12515:1997, y la otra, denominada «Evaluación del ambiente térmico del trabajo: versión 3.0», realizada por J. Malchaire y A. Piette, de la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica, a partir de la misma norma. Tras ser probada, la versión elaborada en el INSAT fue desechada, pues presentó algunos pro-

TABLA 1. Información de los puestos de trabajo seleccionados.

Sector de la economía	Área de trabajo o tipo de producción	Cantidad de puestos de trabajo estudiados	Identificación de los puestos de trabajo	Fecha de la mediciones
Industria sideromecánica	Taller de forja	5	1, 2, 3, 4 y 5	09/9/2003 10/9/2003
Industria del plástico	Producción de tanques plásticos por el método de rotomoldeo	4	6, 7, 8 y 9	17/9/2003 18/9/2003
Industria del plástico	Producción de componentes de sillas y bidones por inyección de plástico	5	10, 11, 12, 13 y 14	23/9/2003 24/9/2003 25/9/2003
Industria de productos lácteos	Producción de vapor y cultivos	2	15 y 16	01/10/2003 02/10/2003
Industria turística	Centros de elaboración de alimentos	3	17, 18 y 19	07/10/2003 08/10/2003
Industria turística	Lavandería	2	20 y 21	09/10/2003

TABLA 2. Resultados de la medición de los parámetros ambientales y fisiológicos

PUESTO DE TRABAJO N.º	N.º DE LA MEDICIÓN EN LOS PEORES 60 MINUTOS	VARIABLES MEDIDAS							
		tg (°C)	tw _n (°C)	Va (m/s)	ta (°C)	RH (%)	tw (øC)	HR (latidos · min ⁻¹)	t _{or} (°C)
1	1	33,8	26,1	0,24	31,7	58,3	25,2		37,2
1	2	39,2	27,0	1,05	34,8	50,5	25,2		37,4
1	3	34,8	26,8	0,35	32,4	56,2	25,2		
2	1	33,8	26,1	0,24	31,7	58,3	25,2		36,9
2	2	39,2	27,0	1,05	34,8	50,5	25,2		37,1
2	3	34,8	26,8	0,35	32,4	56,2	25,2		
3	1	32,5	26,3	0,97	31,5	68,4	26,0	96	36,8
3	2	32,2	26,5	0,30	30,8	67,6	25,8	79	37
3	3	33,1	26,6	0,38	31,5	64,9	25,8		
4	1	32,5	26,3	0,97	31,5	68,4	26,0	76	37,1
4	2	32,2	26,5	0,30	30,8	67,6	25,8	82	37,1
4	3	33,1	26,6	0,38	31,5	64,9	25,8		
5	1	44,1	28,0	0,76	34,5	45,6	26,2	105	37,1
5	2	43,3	27,2	0,68	34,1	49,0	26,2	101	36,8
5	3	48,3	28,7	1,80	35,4	46,7	26,2	78	36,5
6	1	39,8	27,6	0,00	34,1	51,0	26,0	98	36,9
6	2	38,9	26,4	0,61	33,5	53,1	26,0	97	37,1
6	3	36,0	26,9	0,69	33,4	55,8	26,9		
7	1	39,8	27,6	0,00	34,1	51,0	26,0	92	36,6
7	2	38,9	26,4	0,61	33,5	53,1	26,0	96	36,6
7	3	36,0	26,9	0,69	33,4	55,8	26,9		
8	1	38,4	27,1	0,86	34,0	54,8	26,2	95	36,8
8	2	39,7	27,3	0,59	34,8	51,7	26,4	105	36,5
8	3	39,8	27,8	0,23	35,6	48,7	26,8	104	36,4
9	1	38,4	27,1	0,86	34,0	54,8	26,2	97	37
9	2	39,7	27,3	0,59	34,8	51,7	26,4	84	37,1
9	3	39,8	27,8	0,23	35,6	48,7	26,8	92	37,2
10	1	32,3	26,0	0,41	31,7	62,7	25,4	63	37,2
10	2	32,0	26,2	0,39	31,8	64,5	25,4	68	36,9
10	3	32,1	26,0	0,42	31,4	65,3	25,4	60	37,0
11	1	32,3	26,0	0,41	31,7	62,7	25,4	78	37,2
11	2	32,0	26,2	0,39	31,8	64,5	25,4	76	37,0
11	3	32,1	26,0	0,42	31,4	65,3	25,4	68	37,0
12	1	34,3	26,4	1,54	33,5	59,2	26,2	108	37,3
12	2	34,5	27,0	1,30	34,0	59,4	26,6	110	37,0
12	3	34,3	26,7	1,18	33,6	59,7	26,2	116	37,3
13	1	33,6	26,0	1,11	33,9	55,4	26,0	99	37,0
13	2	33,7	26,5	1,13	33,1	61,5	26,2	87	37,3
13	3	32,9	26,8	1,06	32,2	67,4	26,6	102	37,3
14	1	33,6	26,0	1,11	33,9	55,4	26,0	98	37,5
14	2	33,7	26,5	1,13	33,1	61,5	26,2	98	37,2
14	3	32,9	26,8	1,06	32,2	67,4	26,6	94	37,2
15	1	33,7	27,3	0,46	33,1	62,5	26,6	79	36,8
15	2	34,2	29,2	0,45	34,6	65,3	28,8		
15	3	34,5	27,7	0,28	32,5	61,8	26,8		
16	1	29,9	28,9	0,19	31,3	92,0	29,4	80	36,9
16	2	30,5	29,9	0,15	31,9	90,6	30,0	82	37,1
16	3	30,8	30,5	0,06	31,7	99,9	30,6	73	37,0
17	1	34,6	27,9	0,14	33,0	65,0	27,4	141	37,5
17	2	33,9	28,1	0,16	33,1	66,8	27,6	119	37,1
17	3	33,5	28,4	0,07	32,6	68,7	27,2	132	37,4
18	1	32,8	26,8	0,22	32,9	63,1	26,0	98	37,0
18	2	33,2	26,2	0,44	32,0	60,3	25,4	108	37,2
18	3	33,4	27,2	0,38	32,8	66,8	26,2	102	37,3
19	1	32,8	26,8	0,22	32,9	63,1	26,0	114	37,5
19	2	33,2	26,2	0,44	32,0	60,3	25,4	112	37,1
19	3	33,4	27,2	0,38	32,8	66,8	26,2	101	37,3
20	1	42,4	28,3	0,54	38,6	38,1	26,4	81	36,9
20	2	41,9	28,5	0,42	37,9	40,3	26,8		
20	3	41,4	28,3	0,39	38,2	39,5	26,8	77	36,5
21	1	42,4	28,3	0,54	38,6	38,1	26,4	99	37,1
21	2	41,9	28,5	0,42	37,9	40,3	26,8	94	37,0
21	3	41,4	28,3	0,39	38,2	39,5	26,8		

blemas difíciles de solucionar en corto tiempo.

En la Tabla 5 se muestra un resumen de la interpretación al aplicar el programa informático «Evaluación del ambiente térmico del trabajo: *versión 3.0*», elaborado por J. Malchaire y A. Piette, de la Universidad Católica de Lovaina, en Bélgica, de acuerdo con la norma ISO 7933:1989 modificada. Sólo en el caso del puesto de trabajo 17, la sobrecarga fisiológica por estrés térmico podría superar a la de referencia si el sujeto no estuviese aclimatado, por lo que el riesgo se calificaría como intolerable. En nuestro caso, al tratarse de una trabajadora aclimatada, el nivel de riesgo resultante es menor, y su calificación es de «alarma». La elevada carga metabólica de este puesto de trabajo ($230 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) tiene una influencia determinante en los resultados de la evaluación del riesgo.

Las diferencias entre los resultados obtenidos en la aplicación de los métodos de evaluación mediante los índices WBGT y SWreq confirman que este último método es más preciso que el basado en el índice WBGT. Sin embargo,

hay que señalar que su aplicabilidad como herramienta de evaluación para higienistas y ergónomos, directamente a partir de la norma ISO 7933:1989, es menor que la del nuevo índice térmico, *Predicted Heat Strain* (PHS), que se presenta en ISO/FDIS 7933:2004, ya que esta revisión incorpora una dirección de Internet, donde puede descargarse un programa informático que lo aplica (8) (25) (26) (27) (28).

El tercer método aplicado, fue el nuevo método basado en el índice PHS. Este nuevo índice térmico ha pasado por una etapa de validación en laboratorios de diferentes países. En ISO/FDIS 7933:2004 se brinda al usuario la oportunidad de acceder al programa informático «Evaluación del ambiente térmico del trabajo: *versión 4.0*», elaborado también por J. Malchaire y A. Piette, para aplicar dicho método a través del sitio <<www.mducl.ac.be/hytr/Download/iso7933n.txt>> (25). Los resultados obtenidos con este método se muestran así mismo en la Tabla 5. Como se puede apreciar, hay una coincidencia entre estos resultados y los obtenidos con el del SWreq, y sólo el puesto de trabajo 17 excede los lí-

mites de sobrecarga fisiológica por estrés térmico.

El programa «Evaluación del ambiente térmico del trabajo: *versión 4.0*», que utiliza el índice PHS, brinda la posibilidad de usar el idioma inglés o francés y ha demostrado aplicabilidad práctica.

Para corroborar los resultados obtenidos con esos tres métodos de evaluación (ISO 7243:1989; ISO 7933:1989; ISO/FDIS 7933:2004) se realizaron mediciones fisiológicas en las que se trataba de determinar si los trabajadores de los puestos de trabajo estudiados experimentaban una sobrecarga fisiológica superior a la admitida.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la medición de la temperatura oral y la frecuencia cardíaca. En ella se puede apreciar que el valor máximo de t_{or} fue de $37,5 \text{ }^\circ\text{C}$, es decir, en ningún momento se rebasaron los $38,0 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura central del cuerpo, límite recomendado en la norma ISO 9886:1992 (18).

En el caso de la frecuencia cardíaca, los valores máximos correspondieron al puesto de trabajo 17. Según la norma ISO 9886:1992 (18) «El valor límite de

TABLA 3. Consumo metabólico medio (\bar{M}) y estimación del aislamiento térmico de la ropa.

PUESTO DE TRABAJO N.º	TIEMPO DE TRABAJO - DESCANSO POR HORA (%)	CONSUMO METABÓLICO							I_{cl} (clo)
		BAJO (%)	MODERADO (%)	ALTO (%)	MUY ALTO (%)	DESCANSO (%)	\bar{M} ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	\bar{M} (W)	
1	50 - 50		50			50	115	207	0,75
2	50 - 50		50			50	115	207	0,50
3	50 - 50		50			50	115	207	0,80
4	50 - 50		50			50	115	207	0,50
5	50 - 50		50			50	115	207	0,75
6	75 - 25	25	50			25	124	223	0,45
7	75 - 25	25	50			25	124	223	0,50
8	75 - 25	25	50			25	124	223	0,45
9	75 - 25	25	50			25	124	223	0,50
10	100 - 0	100				0	100	180	0,40
11	100 - 0	100				0	100	180	0,25
12	100 - 0		165			0	165	297	0,40
13	75 - 25	25	50			25	124	223	0,40
14	75 - 25	25	50			25	124	223	0,46
15	25 - 75	25				75	74	133	0,54
16	50 - 50	25	25			50	99	178	0,54
17	100 - 0			100		0	230	414	0,50
18	100 - 0		100			0	165	297	0,65
19	100 - 0		100			0	165	297	0,65
20	75 - 25	25	50			25	124	223	0,46
21	75 - 25	25	50			25	124	223	0,32

TABLA 4. Información relacionada con los trabajadores: edad, sexo y HR_L

PUESTO DE TRABAJO N.º	EDAD DEL TRABAJADOR (AÑOS)	SEXO	HR _L (latidos · min ⁻¹)
1	56	M	148,6
2	40	M	159
3	48	M	153,8
4	32	M	164,2
5	44	M	156,4
6	35	M	162,25
7	65	M	142,75
8	28	M	166,8
9	30	M	165,5
10	26	M	168,1
11	44	F	156,4
12	29	M	166,15
13	29	M	166,15
14	45	M	155,75
15	42	M	157,7
16	55	M	149,25
17	48	F	153,8
18	42	M	157,7
19	39	M	159,65
20	38	M	160,3
21	38	M	160,3

Leyenda: HR_L Frecuencia cardíaca límite (185-0,65A).

la frecuencia cardíaca (HR_L) en el puesto de trabajo no debería exceder del valor máximo de la persona reducido en unos 20 latidos.min⁻¹ (bpm). Idealmente este valor personal máximo debería determinarse mediante un test individual. Si esto no es posible, puede predecirse mediante la siguiente expresión: $HR_L = 185 - 0,65A$, donde A es la edad de la persona, en años.» Los límites calculados de HR_L para cada trabajador utilizando la expresión anterior, se muestran en la Tabla 4. Comparando los resultados de la Tabla 2 con los valores límite de frecuencia cardíaca, se aprecia que ninguno de los trabajadores de los puestos de trabajo estudiados los supera. No obstante, el puesto de trabajo 17 se aproxima de forma significativa, lo cual, teniendo en cuenta que el valor individual puede desviarse en más de 20 latidos.min⁻¹ respecto a los valores calculados de HR_L, podría dar lugar a un riesgo intolerable.

No fue posible obtener la frecuencia cardíaca en reposo en un ambiente térmicamente neutro (HR_O) por razones de tipo organizativo, lo que nos impidió poder calcular el componente de la fre-

cuencia cardíaca ligado a la sobrecarga térmica experimentada por el sujeto HR_T (18).

Por tanto, de acuerdo con la norma ISO 9886:1992 (18), a partir de los registros de HR y considerando que el puesto de trabajo 17 supera ese límite durante toda una hora de forma importante, se podría decir que sólo la trabajadora que labora en el puesto de trabajo 17 puede presentar un riesgo intolerable de sobrecarga fisiológica.

Como conclusión se puede añadir que, al analizar los resultados de la aplicación de los tres métodos de evaluación, se puede confirmar y/o asegurar que el basado en el índice WBGT es un método de diagnóstico simple y rápido para determinar el riesgo por estrés térmico debido a condiciones de trabajo calurosas. La aplicabilidad práctica del método del índice SWreq, tal como aparece en ISO 7933:1989, es pequeña, ya que no se brinda al usuario acceso a una aplicación informática del mismo, y además el programa que adjunta presenta errores. El índice PHS incluido en la ISO/FDIS 7933:2004, a pesar de mantener la alta complejidad

que presentaba el SWreq, tiene mayor aplicabilidad por ofrecer al usuario la posibilidad de acceder a un programa informático ya elaborado y, además, por la forma de presentar los resultados. Los tres métodos coinciden en predecir riesgo intolerable por estrés térmico en el puesto de trabajo, donde también las determinaciones fisiológicas indican un riesgo significativo de sobrecarga fisiológica.

El hecho de que, de once puestos de trabajo diagnosticados con riesgos de estrés térmico por el método propuesto por ISO 7243:1989, sólo uno fuera confirmado por los otros métodos empleados, muestra la necesidad de aplicar análisis más detallados en los casos en que el índice WBGT del ambiente térmico supere o esté próximo al valor de referencia. Además, nuestros resultados y las conclusiones de Srivastava (29) nos hacen pensar en la necesidad de continuar realizando estudios que permitan conocer si los límites de WBGT propuestos en esta norma son los adecuados para las condiciones de Cuba y, en general, para regiones tropicales y subtropicales.

Se recomienda continuar perfeccionando la metodología aplicada y realizar nuevos estudios que aporten un mayor conocimiento y experiencia en la evaluación del riesgo por estrés térmico en Cuba y en el área del Caribe a partir de los índices térmicos utilizados en este trabajo u otros. En particular, se recomienda asimilar el método propuesto por ISO/FDIS 7933:2004, impulsar su utilización práctica como método de análisis más detallado, divulgar los resultados y experiencias de los especialistas en su uso, y estudiar la posibilidad de incorporarlo a las normas nacionales y los programas de estudio dirigidos a la formación de higienistas, ergónomos y otros especialistas afines cuando sea aprobado como norma ISO.

A continuación se presentan los resultados de la recopilación y el análisis de información sobre experiencias de la aplicación de los métodos propuestos en las normas ISO 7243:1989 e ISO 7933:1989 en países pertenecientes a la región del Caribe, otro de los objetivos planteados, se presentan a continuación.

Recopilación de experiencias en Cuba

El Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT), denominado anteriormente Instituto de Medicina del Trabajo (IMT), es el centro nacional de referencia de salud para los trabajadores cubanos y tiene como objetivo fundamental garantizar que la aten-

ción médica integral de los mismos se sustentante en una política rigurosamente científica, en correspondencia con el nivel actual de desarrollo de la ciencia contemporánea, las concepciones éticas y morales de nuestra sociedad y las posibilidades y los recursos de que ha dispuesto el país en cada momento de su desarrollo.

El INSAT, es un Centro, es Centro Colaborador para la Salud Ocupacional de la Organización Mundial de la Salud y de la Organización Panamericana de la Salud para la subregión de América Latina y el Caribe.

Teniendo en cuenta que no se localizó ninguna publicación elaborada por personal de otras instituciones cubanas, se utilizó solamente la información disponible en el INSAT sobre experiencias en la aplicación de los métodos propuestos en las normas ISO 7243:1989 (EN 27243:1993) e ISO 7933:1989 (EN 12515:1997) en Cuba, fueron seleccionados 11 trabajos desarrollados a partir de 1979, la mayor parte de ellos inéditos.

EN 1979 se menciona por primera vez la utilización del índice TGBH (WBGT) y su comparación con otros

índices térmicos en un estudio que tenía por objetivos:

- Ensayar la aplicabilidad en el terreno de indicadores experimentales de estrés (*thermal stress*) y tensión (*thermal strain*) propuestos en el extranjero.

- Contribuir a la selección de índices de estrés calórico aplicables en Cuba en ambientes laborales con condiciones de estrés térmico.

- Proponer un patrón metodológico para la determinación de las reacciones fisiológicas en ambiente laboral de sobrecarga térmica.

Los autores del estudio comprobaron la aplicabilidad del índice térmico TGBH (WBGT) para las condiciones termohigrométricas de Cuba, a partir de las posibilidades materiales con que contaban (30).

En la década de los ochenta se trabajó en el INSAT en el diseño y la producción de estaciones tradicionales, dotadas de sensores para determinar los parámetros básicos necesarios para calcular el índice WBGT. Esto amplió la capacidad del Sistema Nacional de Higiene y Epidemiología del Ministerio

de Salud Pública para realizar evaluaciones de ambientes térmicos laborales, y estableció unas condiciones materiales mínimas necesarias para utilizar el índice WBGT en Cuba.

Hasta la actualidad, y a pesar de que no ha sido incorporado a la normativa nacional, se ha continuado aplicando en trabajos de campo realizados por el INSAT el método de evaluación basado en el índice WBGT de forma conjunta con determinaciones fisiológicas, estas últimas útiles para evaluar la aplicabilidad de dicho método y tener datos sobre la adaptación del trabajador cubano (31)-(38).

La crisis económica iniciada en la década de los noventa, la apertura de la economía cubana e importantes cambios internos de la misma hicieron necesario que el Sistema de Normalización del país en el campo de la seguridad y salud de los trabajadores se modificara, lo cual detuvo y retrasó la revisión y actualización de algunas normas como «NC 19-01-03:80. Aire en la zona de trabajo. Requisitos higiénico-sanitarios». En estos momentos se avanza en el plan de recuperación del Sistema de Normalización, de acuerdo con las nuevas realidades del país, destacándose la incorporación y activa participación de Cuba en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (C.O.P.A.N.T.) (39).

Se destaca entre los trabajos desarrollados en el INSAT el de Padilla (36), que tenía como objetivo «Comprobar la aplicabilidad de la norma ISO 7243:1989 como paso previo para su generalización» a partir de varios estudios independientes ejecutados en la industria, la construcción y los servicios. Los resultados de ese importante trabajo permiten reforzar la seguridad de la aplicabilidad del método propuesto en ISO 7243:1989 (EN 27243:1993). Este criterio fue reforzado posteriormente con los resultados presentados por Díaz (37) y Suárez (38).

Respecto al método presentado en ISO 7933:1989 (EN 12515:1997), sólo se encontró un estudio donde fue aplicado (38). El estudio, basado en un proyecto del INSAT en cooperación con Bélgica, tenía entre sus objetivos: «Evaluar estrés térmico por calor en dos empresas de producción textil en La Habana y Santiago de Cuba a partir de la aplicación de los índices térmicos Temperatura de globo y de bulbo húmedo y Tasa de sudoración requerida». Este estudio tiene el mérito de haber iniciado la asimilación del método propuesto por ISO 9733:1989 en los trabajos ejecutados por el INSAT a partir de la adquisición de tecnología punta para mediciones termohigrométricas y procesamiento de la información.

TABLA 5. Interpretación de la aplicación de los métodos

PUESTO DE TRABAJO N.º	ESTRÉS TÉRMICO SEGÚN			SOBRECARGA FISIOLÓGICA SEGÚN VARIABLES FISIOLÓGICAS
	ISO 7243	ISO 7933 (Versión 3.0)	ISO/FDIS 7933 (PHS)	
1	NO	NO	NO	NO
2	NO	NO	NO	NO
3	NO	NO	NO	NO
4	NO	NO	NO	NO
5	SÍ	NO	NO	NO
6	SÍ	NO	NO	NO
7	SÍ	NO	NO	NO
8	SÍ	NO	NO	NO
9	SÍ	NO	NO	NO
10	NO	NO	NO	NO
11	NO	NO	NO	NO
12	NO	NO	NO	NO
13	NO	NO	NO	NO
14	NO	NO	NO	NO
15	NO	NO	NO	NO
16	NO	NO	NO	NO
17	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
18	SÍ	NO	NO	NO
19	SÍ	NO	NO	NO
20	SÍ	NO	NO	NO
21	SÍ	NO	NO	NO



Se confirma que el método basado en el índice WBGT, es un método simple y rápido para determinar el riesgo por Estrés Térmico en el puesto de trabajo.

Baqués y colaboradores presentaron su experiencia en llevar al ordenador el programa informático para el cálculo automatizado de la tasa de sudoración requerida incluido en la norma ISO 7933:1989. Resultó altamente trabajoso dados los errores informáticos con los que se publicó dicha norma, por lo que ésta resulta poco práctica para profesionales y técnicos que no posean los conocimientos de informática y la experiencia necesarios para trasladar el programa escrito en BASIC al ordenador.

Un resultado o criterio que se encontró en la información consultada es el excelente nivel de adaptación del trabajador cubano a los ambientes tér-

micos calurosos que le rodean (31) (34) (40).

A partir de la información recopilada, podemos concluir que en Cuba, a pesar de que el método recomendado por la norma ISO 7243:1989 no ha sido aprobado como norma nacional, existe experiencia en su utilización, se ha demostrado su aplicabilidad como método para la evaluación rápida del estrés térmico y existen condiciones para recomendar su inclusión en una nueva norma cubana. Respecto al método propuesto por la norma ISO 7933:1989 sólo se comenzó a trabajar en su asimilación, que no continuará, al proponerse un nuevo método: el ISO/FDIS 7933:2004 (25).

Localización de normas nacionales y experiencias desarrolladas en otros países de la cuenca del Caribe

Se logró localizar y obtener un grupo de documentos en papel o soporte electrónico entre los que se destacan como los más importantes las normas nacionales de: México, NOM-015-STPS-2001 (41); Costa Rica, INTE 31-08-09-97 (42) y Venezuela, COVENIN 2254:1995 (43).

Otros documentos de interés consultados fueron: «Reglamento técnico colombiano para la evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros de trabajo» (44), de El Salvador; «Carga térmica y salud», del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (45), y «Anteproyecto. Norma ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo», de Nicaragua (46).

A partir de la información obtenida se puede concluir que el método de estimación del estrés térmico basado en el índice WBGT, propuesto en la norma ISO 7243:1989 y usado por la ACGIH, se aplica en la mayoría de los países de esta región geográfica. No ocurre lo mismo con el método propuesto en la norma ISO 9733:1989, del cual no se pudieron obtener evidencias de utilización práctica por especialistas de la región.

En la información analizada se pudo apreciar que no existe uniformidad en el uso de los términos, las definiciones, los símbolos y las unidades que se emplean en la región, así como que existen diferencias importantes con las normas ISO específicas y complementarias relacionadas con la evaluación de los ambientes térmicos. Esto puede obstaculizar la interpretación, el intercambio y el uso adecuado de la información relacionada con el tema entre especialistas y no especialistas, y, con ello, la generalización y aplicación de métodos de evaluación, por lo que se recomienda a especialistas e instituciones nacionales y regionales del área del Caribe la posibilidad de unificar el vocabulario y los símbolos que actualmente se utilizan, pudiéndose tomar como referencia para ello las normas ISO 13731:2001 (23), UNE-EN ISO 13731:2002 (24) y otras fuentes de influencia en la región.

CONCLUSIONES

1.ª Se confirma que el método basado en el índice WBGT es un método de diagnóstico simple y rápido para determinar el riesgo por estrés térmico debido al calor en puestos de trabajo.

2.^a El método propuesto por ISO 7933:1989, basado en el índice de la sudoración requerida, SWreq, además de haber quedado obsoleto, posee poca aplicabilidad práctica a partir de la información brindada por ese documento.

3.^a El método propuesto por ISO/FDIS 7933:2004 mediante el índice *predicted heat strain*, PHS, que sustituirá al índice SWreq en la futura norma ISO, tiene una mayor aplicabilidad que la actual ISO 7933:1989, al brindar al usuario la posibilidad de obtener una aplicación informática mediante su descarga en Internet y también por la forma de presentar los resultados.

4.^a Los métodos recomendados en las normas ISO 7243:1989, ISO 7933:1989 e ISO/FDIS 7933:2004 coinciden en predecir riesgo intolerable por estrés térmico debido al calor en el único puesto de trabajo con sobrecarga fisiológica elevada.

5.^a En Cuba, a pesar de que el método recomendado por la norma ISO 7243:1989 no ha sido aprobado como norma nacional, existe experiencia en su utilización, se ha demostrado su aplicabilidad como método para la evaluación rápida del estrés térmico y existen condiciones para incorporarlo a la legislación nacional.

6.^a A diferencia de lo que ocurre con el método de estimación del estrés térmico basado en el índice WBGT de la norma ISO 7243:1989 y usado por la ACGIH que se aplica en la mayoría de los países del Caribe, no se obtuvieron evidencias de utilización del método propuesto en la norma ISO 7933:1989 en esta región.

7.^a De once puestos de trabajo diagnosticados con estrés térmico intolerable al aplicar el método de ISO 7243:1989, sólo en uno se confirmó el riesgo por estrés térmico debido al calor al aplicar los otros métodos.

8.^a No existe en el área del Caribe uniformidad en el uso de los términos, las definiciones, los símbolos y las unidades relacionadas con la evaluación e influencia de las condiciones térmicas de trabajo sobre la salud y seguridad de los trabajadores.

RECOMENDACIONES

1.^a Continuar las investigaciones de campo y de laboratorio en Cuba, aplicando los métodos de las normas ISO específicas para evaluar los ambientes térmicos calurosos y las normas complementarias.

2.^a Proponer que se incorpore a la norma cubana el método de la norma ISO 7243:1989 para la evaluación de estrés térmico por calor.

3.^a Promover la asimilación del método propuesto por ISO/FDIS 7933:2004 en nuestra región, impulsar su utilización práctica como un método de análisis más detallado, divulgar experiencias de su uso y analizar su incorporación a las normas nacionales y los programas de estudio dirigidos a la formación de higienistas, ergónomos y otros especialistas cuando sea aprobada como norma ISO.

4.^a Unificar en la región del Caribe el vocabulario, los símbolos y las unidades utilizados para la evaluación de la influencia de los ambientes térmicos en las personas, tomando como documen-

tos de referencia las normas ISO 13731:2001, UNE-EN ISO 13731:2002 y otras fuentes de influencia en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1969): *Problemas de salud con el trabajo en condiciones de sobrecarga térmica* (serie de informes técnicos Nº 412).
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO (2002): *Curso de técnico superior en prevención de riesgos laborales. Versión electrónica*. Madrid.
- (6) GALÍNDEZ, I., y MALCHAIRE, J. (1991): «Evaluación de las condiciones de trabajo en ambiente caluroso». *Salud y Trabajo* 83:28-34.
- (7) PARSONS, K. C. (1998): *Assesment of heat stress and heat stress indices*. En: STELLMAN J. M., editor. *Encyclopaedia of occupational health and safety*. 4th ed. Geneva: IOL; V.II, p. 42.15-42.23.
- (3) TOKUO OGAWA (1998): *Trastornos producidos por el calor*. En: STELLMAN, J. M., editor. *Encyclopaedia of occupational health and safety*. 4th ed. Geneva: IOL; V.II, p. 42.8-42.11.
- (4) BERNARD, E. T.: *Thermal stress. Fundamentals of industrial hygiene*. Fourth edition. National Saety Council, Illinois. Chapter 12, p. 319-345.
- (5) BERNARD, E. T. (1996): *Occupational heat stress. Occupational ergonomics, theory and applications*. Edited by Bathattacharya and McGlothing, N. York.
- (8) PARSONS, K. C. (2002): «The development of a practical heat stress assessment methodology for use in UK industry». United Kingdom: Loughborough University Leicestershire. *Research Report* 008.
- (9) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (1995): *Normativa para la evaluación de los ambientes térmicos de trabajo*. Documentos divulgativos. Madrid.
- (10) ISO 7726:1985. *Thermal environments- Instruments and methods for measuring physical quantities*.
- (11) UNE-EN 27726:1995. *Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos*.
- (12) ISO 7243:1989. *Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (wet bulb globe temperature)*.
- (13) UNE-EN 27243:1995. *Ambientes cálidos - Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT*.
- (14) ISO 7933:1989. *Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate*.
- (15) UNE-EN 12515:1997. *Ambientes cálidos - Determinación analítica del estrés térmico mediante el cálculo de la tasa de sudoración requerida*.
- (16) ISO 8996:1990. *Ergonomics. Determination of metabolic heat production*.
- (17) UNE-EN 28996:1995. *Ergonomía - Determinación de la producción de calor metabólico*.



La totalidad de los trabajadores evaluados dominaban la actividad que realizaban.



Los problemas de salud que plantea el Estrés Térmico por calor, son mas graves en los países situados en la zona tropical.

- (18) ISO 9886:1992. Ergonomics - Evaluation of thermal strain by physiological measurements.
- (19) UNE-EN ISO 9886:2002. Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas.
- (20) ISO 9920:1995. Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.
- (21) ISO 11399:1995. Ergonomics of the thermal environment - Principles and application of relevant International Standards.
- (22) UNE-EN ISO 11399:2001. Ergonomía del ambiente térmico - Principios de aplicaciones de las normas internacionales correspondientes.
- (23) ISO 13731:2001. Ergonomics of the thermal environment - Vocabulary and symbols.
- (24) UNE-EN ISO 13731:2002. Ergonomía del ambiente térmico - Vocabulario y símbolos.
- (25) ISO/FDIS 7933:2004. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain. Disponible en: URL:<http://www.mducl.ac.be/hytr/Download/iso7933n.txt>
- (26) MALCHAIRE, J.; KAMPMANN, B.; HAVENITH, G.; MEHNERT, P.; y GEBHARDT, H. J. (2000): «Criteria for estimating acceptable exposure times in hot working environments: a review». *Int Arch Occup Environ Health*; 73:215-20.
- (27) MALCHAIRE, J.; KAMPMANN, B.; MEHNERT, P.; GEBHARDT, H.; PIETTE, A.; HAVENITH, G.; HOLMER, I.; PARSONS, K.; ALFANO, G., y GRIEFAHN, B. (2000): «Assessment of the risk of heat disorders encountered during work in hot conditions it». *Arch Occup Environ Health*; 75:153-62.
- (28) MALCHAIRE, J.; PIETTE, A.; KAMPMANN, B.; MEHNERT, P.; GEBHARDT, H.; HAVENITH, G.; HARTOR, E.; HOLMER, I.; PARSONS, K.; ALFANO, G., y GRIEFAHN, B. (2001): «Development and validation of the predicted heat strain model». *Ann Occup Hyg*, Mar; 45(2):123-35.
- (29) SRIVASTAVA, A.; KUMAR, R.; JOSEPH, E., y KUMAR, A. (2000): «Heat exposure study in the workplace in a glass manufacturing unit in India». *Ann Occup Hyg*, Sep; 44(6): 449-53.
- (30) CORDERO, P. J. C. (1979): Estudio de diversos parámetros fisiológicos en 16 obreros expuestos a sobrecarga térmica en la fundición «Vanguardia Socialista». Informe de tesis para optar por el título de especialista de primer grado en medicina del trabajo (Inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (31) LINARES, F. M. E. (1982): «Microclima y variables fisiológicas en trabajadores de talleres de laminado». *Informe de tesis para optar por el título de especialista de primer grado en medicina del trabajo* (inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (32) WONG, K. C. (1983): «Criterios fisiológicos de aclimatación al calor». *Informe de tesis para optar por el título de especialista de primer grado en medicina del trabajo* (inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (33) SÁNCHEZ, V. M. del C. (1983): «Ruido, microclima y variables fisiológicas en algunos puestos de trabajo en una industria sideromecánica». *Informe de tesis para optar por el título de master en salud ocupacional* (inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (34) MOULOT, M. D. de la C. (1984): «Trabajo continuo en ambientes calurosos. Un estudio fisiológico». *Informe de tesis para optar por el título de especialista de primer grado en medicina del trabajo* (inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (35) PAULINO, G. G. T. (2000): «Repercusión de las condiciones ambientales en trabajadores de la Refinería Azucarera «Manuel Martínez Prieto» Ciudad de la Habana». *Informe de tesis para optar por el título de master en salud ocupacional* (inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (36) PADILLA, M. C. (2000): «Aplicabilidad de la Norma ISO 7243 en la normalización de ambientes térmicos». *Informe de tesis para optar por el título de master en salud ocupacional* (Inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (37) DÍAZ, A. A. J. (2003): «Característica de las edificaciones industriales en Cuba y su influencia en la conformación del ambiente térmico laboral». *Informe de tesis para optar por el título de master en salud ocupacional* (Inédito). Disponible en la Biblioteca del INSAT (inédito).
- (38) SUÁREZ, C. R.; BAQUÉS, M. R., y SUÁREZ B. R. (2004): «Evaluación de estrés térmico en una empresa de producción textil». *Revista Cubana Salud y Trabajo* (En prensa).
- (39) SUÁREZ, C. R. (1999): «Los avances de la legislación de prevención en Iberoamérica. La legislación en prevención en Cuba». En: V Encuentro Euroamericano, *Riesgo y Trabajo*, 1999; Salamanca; p. 43-6.
- (40) POMMERENCK, C.; ORDUÑA, L.; MOULOT, A., y GONZÁLEZ, J. (1985): «Efecto fisiológico del ambiente laboral caluroso en trabajadores cubanos». En: *Congreso Nacional de Higiene y Epidemiología*, 2: Oct 13-17; La Habana:INHEM;1985.
- (41) NOM-015-STPS-2001. *Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene*, 2001.
- (42) INTE 31-08-09-97. *Higiene y seguridad ocupacional. Exposición a ambientes con sobrecarga térmica*. Instituto de normas técnicas de Costa Rica, 1997.
- (43) COVENIN 2254. *Calor y frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo*, 1995.
- (44) *El reglamento técnico colombiano para la evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo*. Asociación Colombiana de Higienistas Ocupacionales (ACHO). Disponible en URL: <http://www.aciem.org/bancoconocimiento/RTtemp/RT%20TEMPERATURA.doc>
- (45) LILIANA, G. R.: *Carga térmica y salud*. El Salvador: Centro de Investigación y Desarrollo en Construcciones. Sistema de Centros del Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Disponible en URL:<http://www.google.com/>
- (46) MINISTERIO DEL TRABAJO (Nicaragua) (2000): Anteproyecto. Norma ministerial sobre higiene industrial en los lugares de trabajo. Managua. Disponible en URL: <http://www.google.com/>