4.- AMBIENTE TÉRMICO

El método de los perfiles de puestos no lo recoge como punto de análisis.

El método LEST analiza el ambiente térmico estudiando los siguientes indicadores:

- temperatura en el puesto de trabajo
- nivel de esfuerzo del trabajador en la relación de una tarea
- tiempo de exposición a la temperatura del puesto
- variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza
- manipulación de materiales (calientes o fríos) y utilización de medios de protección

El análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas (NTP 242) recomienda los siguientes valores:

	INVIERNO	**VERANO**
TEMPERATURA	19-21	20-24
HUMEDAD RELATIVA	40-60	40-60
VELOCIDAD AIRE	0,15	0,25
DIFERENCIA TEMPERATURA ENTRE 1,1 Y 0,1 m DEL SUELO	< 3º	< 3º

Tabla 16. Valores NTP 242. INSHT

El método EWA:

En un trabajo con radiación térmica o en trabajos con exposición continuada a temperaturas que excedan los 28º C la evaluación se basa en el índice WBGT (ISO 7243).

Guía de las mediciones

- Mida la temperatura del aire del puesto de trabajo (sentado o de pie) a la altura de la cabeza y los tobillos del trabajador. Para un trabajador que se mueva durante su trabajo, mida la temperatura del aire a 1 m de la pared exterior, a 1m de la pared opuesta y en el centro del espacio de trabajo, a una altura de 10 cm y 170 cm.

- Compare la media de las mediciones obtenidas con los valores de la tabla de acuerdo a la intensidad del trabajo.
- Estime el efecto de la indumentaria usada por el trabajador. Los valores dados en la tabla están dados para personas que trabajen en interiores y con indumentarias ligeras. La puntuación obtenida puede aumentar o disminuir en un nivel en función del tipo de ropa usada.
- Mida o estime la velocidad del aire y la humedad relativa. Para temperaturas del aire y humedad elevadas y para temperaturas bajas y elevadas velocidades del aire se incrementará, la puntuación en un nivel.

Velocidad del aire y humedad relativa para condiciones térmicas confortables:

Velocidad del aire (m/s): Humedad relativa: 20-50%

Trabajo ligero: < 0,15
Trabajo medio: 0,2-0,5
Trabajo pesado: 0,3-0,7
Trabajo muy pesado: 0,4-1,0

RD 486/1997

CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS LUGARES DE TRABAJO

LOCALES DE TRABAJO CERRADOS			
Temperatura	Trabajos sedentarios	Trabajos ligeros	Locales riesgos eléctricos
	Invierno 17< 27º C Verano 23 < 27º C	Entre 14 y 25º C	< 50%
Humedad	Entre el 30 y el 70 %		
Velocidad del aire	Trabajos en ambientes no calurosos	Trabajos sedentarios en ambientes calurosos	Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos
	0,25 m/s	0,5 m/s	0,75 m/s
Excepción	• Corrientes de aire para evitar estrés térmico • Corrientes de aire acondicionado		
	Trabajos sedentarios		Demás casos
	0,25 m/s		0,35 m/s
Renovación mínima del aire	Trabajos sedentarios ambientes no calurosos, no contaminados		Casos restantes
	$30m^3$/h/trabajador		$50m^3$/h/trabajador

Tabla 17. Condiciones Ambientales de los lugares de trabajo. Anexo III. Real Decreto 486/1997

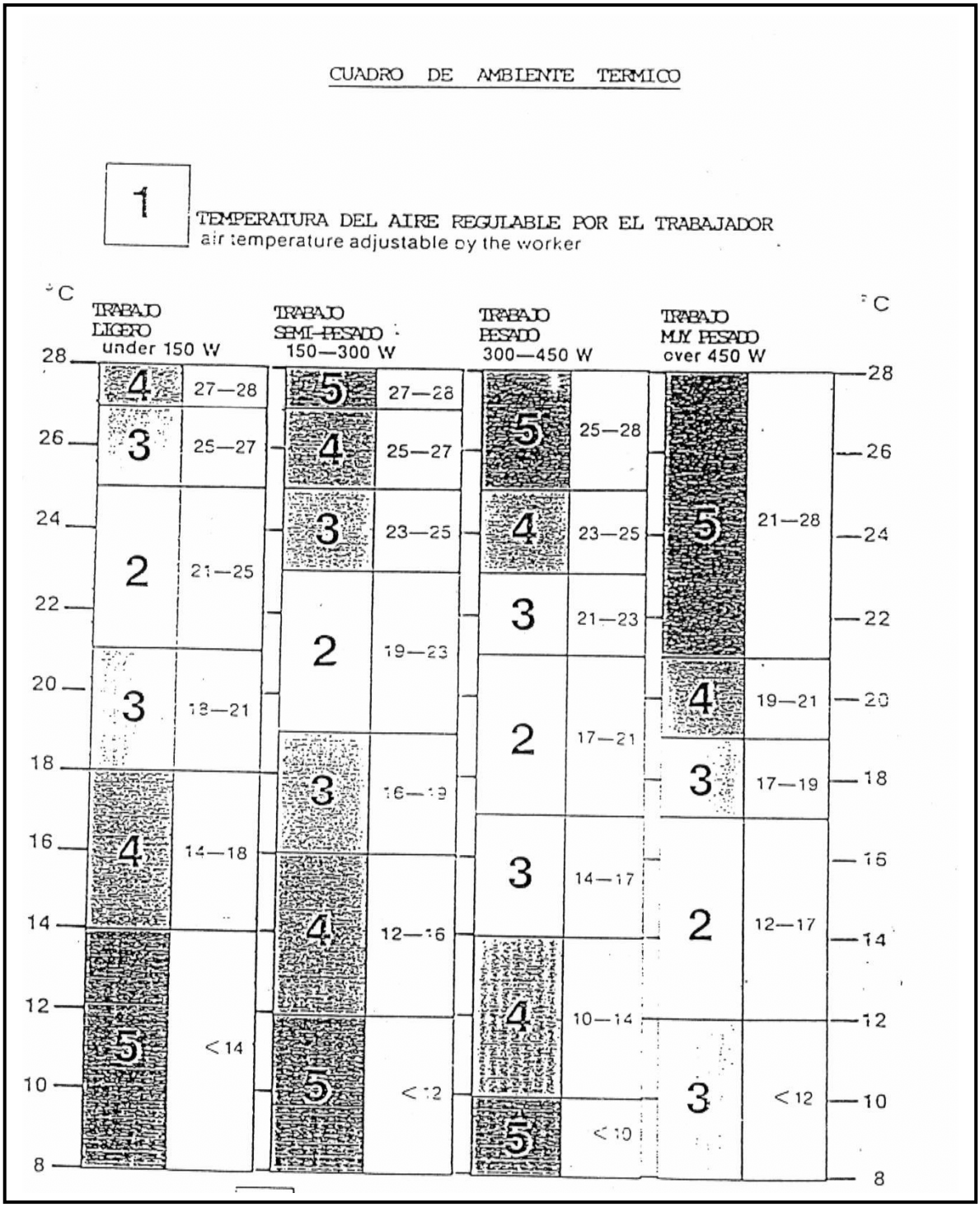

Figura 16. Cuadro de Ambiente Térmico. Método EWA

Estrés térmico

Se puede producir el riesgo de estrés térmico por calor en ambientes con temperatura del aire alta (zonas de clima caluroso, verano), radiación térmica elevada (fundiciones, acerías, fábricas de ladrillo y de cerámica, plantas de cemento, hornos, panaderías, etc), altos niveles de humedad (minas, lavanderías, fábricas de conservas, etc), en lugares donde se realiza una actividad intensa o donde es necesario llevar prendas de protección que impiden la evaporación del sudor.

El riesgo de estrés por frío puede darse en mataderos, industrias agroalimentarias, industria farmacéutica, etc.

En trabajos en el interior también pueden darse las condiciones que favorezcan el estrés térmico por calor o por frío.

Para la evaluación del riesgo de estrés térmico hay que tener en cuenta, además de las condiciones ambientales, la actividad realizada y la ropa que se lleve.

Condiciones individuales

A.- Consumo metabólico durante el trabajo.

El consumo metabólico puede estimarse mediante tablas; estos sistemas a pesar de que no son muy precisos, son los más utilizados en la práctica. También se utilizan métodos que parten de la medición de parámetros fisiológicos (frecuencia cardiaca, consumo de oxígeno, etc.). Son más precisos pero suponen mayor dificultad.

CLASE	CONSUMO METABOLICO (Kcal/h)	WBGT (valor de referencia ºC)				EJEMPLOS
		Persona aclimatada		Persona no aclimatada		
0 DESCANSO	100	33		32		Descanso
1 C.M. BAJO	100-200	30		29		Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad), trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección, reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal) Estar de pie: taladrar (pequeñas partes); máquinas de moler (pequeñas partes); bobinado de bobinas; bobinado de pequeñas herramientas; trabajo con herramientas; trabajo con herramientas de baja potencia; paseos ocasionales (velocidad hasta 3.5 km/h)
2 C.M. MODERADO	200-300	28		26		Trabajo de sostenimiento con manos y brazos (martilleado, rellenado) trabajo con brazos y piernas (camiones, tractores o equipo de construcción); trabajos con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, enyesar, manejo manual de material moderadamente pesado, escardar, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3.5 – 5.5 km/h; forjar
3 C.M. ALTO	310-400	**V=0**		**V=0**		Trabajo intenso de brazos y tronco; transporte de material pesado; manejo de pala, serrar; tallado de madera dura; siega a manos; excavado; caminar a una velocidad de 5.5 – 7 km/h Empujar o tirar carretas o carretillas con cargas muy pesadas, vaciar moldes de gravillas; tendido de bloque de hormigón
		25	26	22	23	
4 C.M. MUY ALTO						Actividad muy intensa realizada con un ritmo forzado; trabajo con un hacha; manejo de pala o cavado intenso; subir escaleras, rampas escalar; caminar rápidamente con pequeños pasos, correr, caminar a velocidad superior de 7 km/h

Tabla 18. Consumo metabólico y valores de referencia para el WBGT

Cuando se utilizan tablas para determinar el consumo metabólico deben considerarse los tiempos respectivos en que se realizan las diferentes actividades o esfuerzos, la suma de los cuales debe corresponderse con el tiempo total durante el cual el individuo trabaja.

Por tanto:

$$M = \frac{M_1 \times T_1 + M_2 \times T_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots M_n \times T_n}{T_1 + T_2 \ldots\ldots\ldots\ldots + T_n}$$

M: consumo para cada tarea

T: tiempo de duración de cada uno

El confort térmico se alcanza cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética, y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente, por lo tanto, tiene su interés saber como influye la ropa y en concreto, su capacidad aislante respecto al calor.

B.- Vestido

La capacidad de aislar térmicamente que poseen las prendas de vestir se denomina “Resistencia térmica del vestido” y se mide en unidades llamadas “clo”.

Prenda de vestir	**Resistencia térmica I_{cl} (clo)**
Calcetines ligeros	0.03
Calcetines gruesos	0.04
Camiseta ligera	0.20
Camiseta gruesa	0.25
Jersey	0.37
Pantalón ligero	0.26
Pantalón grueso	0.44

Tabla 19. Resistencia térmica del vestido. Ergonomía. INSHT. Página 142

Condiciones de confort recomendadas

Se sabe que es incorrecto hablar de situaciones térmicamente confortables para todos los individuos, puesto que en el concepto de confort térmico intervienen, de alguna forma, variables individuales.

La aportación de **Fanger** al estudio objetivo de esta problemática ha sido hasta la fecha decisivo. Constituye la base de la valoración asumida y reflejada en la norma: UNE-EN-ISO-7730:96. Ambientes térmicos moderados. ECOTER aplicación informática del INSHT.

Se define IMV (índice medio de valoración) que indica la sensación térmica que experimentan la mayoría de las personas sometidas a una misma situación.

IMV	Sensación térmica que produce
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

Tabla 20. Índice Medio de Valoración. Ergonomía. INSHT. Página 143

Se considera aceptable, a la hora de valorar el confort térmico, que el IMV esté situado entre –0.5 y +0.5, lo que supone un porcentaje menor del 10 % de personas insatisfechas.

IMV	Porcentaje de insatisfechos	
	Por calor	Por frío
+2	75%	0%
+1	25%	0%
0	5%	5%
-1	0%	25%
-2	0%	75%

Tabla 21. Porcentaje de Insatisfechos. Ergonomía. INSHT. Página 143

El cálculo del IMV es complicado y se realiza a partir de las variables:

Ta: temperatura del aire (ºC)

HR: humedad relativa (%)

TRM: temperatura radiante media(ºC)

TG: temperatura de globo (ºC)

V: velocidad del aire (m/s)

I_{cl}: resistencia térmica del vestido (clo)

M: consumo metabólico (Watts/m^2)

Condiciones recomendadas para trabajos de actividad ligera. Trabajos de oficina

CONDICIONES	INVERNALES	VERANIEGAS
Temperatura operativa: T seca del aire + T radiante media / 2	20º - 24º C	23º - 26º C
Velocidad del aire	< 0.15 m/s	< 0.25 m/s
Humedad relativa	50%	50%
Resistencia térmica del vestido	1 clo	0.5clo

Tabla 22. Condiciones para trabajos en oficina

- temperatura pavimento 19º - 26º C. Calefacción suelo 29ºC
- diferencia temperatura seca cabeza – tobillos < 3º C
- diferencia radiación térmica techo – suelo < 5º C (plano horizontal)
- diferencia radiación térmica paramentos verticales (ventana – pared) <10ºC

Patologías derivadas de exposiciones a ambientes térmicos

La exposición a condiciones térmicas extremas pondrá en marcha todos los mecanismos de los que dispone el cuerpo humano para regular el desequilibrio producido, y todo ello con el objetivo de preservar la temperatura interna. Pero los recursos de los que disponemos no son ilimitados, es decir, en ocasiones el cuerpo aun poniendo los medios, no podrá mantener de manera constante la temperatura interna. A partir de este momento, el organismo podrá sufrir ciertos trastornos, ya sean debidos a la pérdida de calor (estrés por frío) o bien a la ganancia de éste (estrés por calor).

Los trastornos provocados por situaciones de exposición a niveles elevados de temperatura se pueden clasificar en tres tipos de alteraciones:

1.- Alteraciones sistémicas: golpe de calor, agotamiento por calor (síncope de calor), deshidratación, déficit de sales, calambres por calor y sudoración insuficiente.

2.- Alteraciones cutáneas: erupción por calor

3.- Trastornos psíquicos: fatiga crónica leve por calor, pérdida aguda del control emocional.

1.- Alteraciones sistémicas:

Golpe de calor. Se produce cuando la combinación de la producción metabólica de calor y el estrés térmico ambiental es lo suficientemente intensa como para que el organismo no lo pueda soportar. El cuerpo no puede intercambiar con el exterior todo el calor necesario para mantener el equilibrio y comienza a aumentar su temperatura interna.

Antes de sobrevenir el golpe, la persona se siente desorientada, delira, sufre agitaciones y convulsiones. Como consecuencia de esta patología, la mayoría de los casos de fallecimientos se producen dentro de las primeras veinticuatro horas y el resto se dan en un periodo de 12 días después de sufrir el golpe de calor.

Agotamiento por calor. Con exposiciones menos severas que las que producen el golpe de calor, se pueden encontrar situaciones donde se produzcan desvanecimientos, pulso debilitado y lento, piel fría y húmeda y caída de la tensión arterial.

Deshidratación. Se produce cuando la pérdida de líquidos del cuerpo humano no ha sido compensada con la reposición de agua.

Déficit salino. Tras largos periodos de sudoración con deficiente reposición de sales. Se pueden producir cefaleas, astenia, irritabilidad y debilidad muscular, náuseas y vómitos.

PÉRDIDAS EN TANTOS POR 100 DEL PESO CORPORAL	CONSECUENCIAS
< 5%	Sed ligera
5 – 8%	Elevación del pulso y de la temperatura, reducción de la excreción de orina, pérdida del rendimiento, inquietud, irritabilidad, somnolencia y sed.
> 10%	Pérdida de la capacidad para la realización de cualquier trabajo.
> 15%	Puede sobrevenir la muerte

Tabla 23. Consecuencias por pérdidas en tantos por 100 del peso corporal de líquido corporal.

Calambres de calor. Este trastorno es ocasionado por la pérdida excesiva de sales, produciendo espasmos dolorosos severos en músculos de las zonas abdominales y de las extremidades.

Sudoración insuficiente. El trabajador se siente caluroso y agotado debido a que una gran superficie de su cuerpo no suda y por tanto pierde la principal vía de cesión de calor al exterior.

2.- Alteraciones cutáneas.

Erupción por calor. Un mal funcionamiento de las glándulas sudoríparas impide la secreción de sudor. Cuando el organismo intenta perder calor sudando en estas áreas de la piel se producen sensaciones molestas de prurito, cosquilleo y quemazón.

3.- Trastornos psíquicos.

Fatiga tropical. Falta de motivación, laxitud, irritabilidad e insomnio son los síntomas que han sido detectados en europeos que trabajan en los trópicos durante periodos prolongados.

Distrés agudo. Pérdida repentina y dramática del control emocional caracterizado por llanto incontrolable o ira violenta.

La exposición a temperaturas frías disminuirá la temperatura corporal. Cuando la temperatura cerebral disminuye, produce confusión y pérdida de la coordinación. Las extremidades sentirán entumecimiento y torpeza, además de pérdida de habilidad. En exposiciones prolongadas a frío extremo se podrían producir:

a) congelaciones (principalmente en nariz, orejas, rostro y dedos de pies y manos)

b) pie de trinchera

c) hipotermia (posibilidad de fallecimiento).

Pie de trinchera. Se caracteriza por intenso dolor y palidez del pie, pudiendo causar lesiones permanentes. Es debido a la inmersión prolongada de los pies en agua fría.

Hipotermia. Debida a la pérdida de calor corporal. Comienza manifestándose con comportamientos extravagantes, aletargamiento e incapacidad de continuar con el ritmo de trabajo. Si no se interrumpe el proceso de pérdida de calor podría sobrevenir la pérdida de conciencia, seguida de la muerte.