

Guía de buenas prácticas para trabajos en **espacios confinados**. Palas



Elaborado por:

Índice

Págs.

1. Introducción	3
2. Objeto	4
3. Metodología	5
4. Riesgos del acceso a la pala	5
5. Requisitos ambientales	6
5.1 Trabajo en bajas temperaturas	6
5.2 Trabajo en altas temperaturas	8
6. Requisitos geométricos	9
6.1 Posición de la pala	9
6.2 Dimensiones mínimas	10
6.2.1 Dimensión de trabajo	10
6.2.2 Dimensiones de la boca de hombre	11
7. Requisitos del trabajador	11
7.1 Vigilancia de la salud	11
7.2 Formación	12
8. Requisitos de carga física	13
9. Equipos de protección individual	14
10. Equipos de trabajo autorizados	15
11. Señalización	16
12. Organización y supervisión	17
12.1 Permisos de trabajo	17
12.2 Vigilancia exterior	18
12.3 Controles previos a la entrada y durante la ejecución de los trabajos	19
13. Gestión de emergencias	19
ANEXO 1. Selección de personal para la realización de trabajos en ambientes calurosos	20
Referencias	23
Documentación	23
Normativa	26

Con la colaboración del Grupo de Trabajo de Prevención de Riesgos Laborales – Espacios confinados.

AEE quiere transmitir su agradecimiento a todas las empresas participantes que han colaborado activamente en el desarrollo de esta guía.

1. Introducción

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable en el que, además de muchos riesgos de origen físico y mecánico, pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o haber una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no esté concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador (ref.1).

Los trabajos en recintos confinados conllevan una problemática de riesgos graves o mortales que muchas veces se ignoran y, por lo tanto, no se toman las medidas que, de haberse tomado, se hubieran evitado.

Un aerogenerador es una máquina de grandes dimensiones que dispone de distintos espacios con diferentes modos de acceso y volúmenes abiertos o cerrados que por sus características son o no espacios confinados.

A través de la experiencia en el aerogenerador se detecta un espacio que claramente debe ser considerado confinado:

- El interior de la pala del aerogenerador. Como característica especial, este elemento mantiene su calificación de espacio confinado en cualquier condición, ya sea montado en el aerogenerador, en la campa de instalación o en la planta de producción.



Fuente: LM Wind Power

Otros dos espacios, en ocasiones pueden alcanzar la definición de espacio confinado.

- La base del aerogenerador, cuando sobre la plataforma de entrada se sitúa la celda de alta tensión.
- El buje, cuando por sus condiciones de estanquidad no exista ventilación suficiente y/o en su interior se sitúen armarios de baterías.

El resto de los espacios del aerogenerador se deberán considerar de acceso dificultoso pero no espacios confinados, pues las condiciones de ventilación son más que suficientes.

2. Objeto

En el presente documento queremos establecer las recomendaciones que hay que seguir por parte del empresario y de los trabajadores para poder acceder al interior de una pala, sea cual sea su ubicación, ya sea en la planta de producción, en la campa de instalación o en el aerogenerador.



Fuente: LM Wind Power

3. Metodología

El documento se redacta presentando primero los riesgos de la operación, para pasar posteriormente a la interacción de los tres sistemas clásicos en prevención de riesgos laborales:

- El medio ambiente (requisitos ambientales).
- La máquina (requisitos geométricos).
- El hombre (requisitos del trabajador).

El elemento principal que los combina es, en este caso, la carga física.

Finalmente, se repasan los temas de elementos de protección (EPs), equipos de trabajo, señalización, organización y supervisión y gestión de emergencias.

Para redactar el documento se han consultado diversas fuentes tanto nacionales como internacionales, intentando aportar criterios de decisión al lector, para ayudarle en la gestión de los trabajos en el interior de las palas de los aerogeneradores.



Fuente: LM Wind Power

4. Riesgos del acceso a la pala

En palas, en cualquier posición (en suelo o instaladas), los principales riesgos son:

- Asfixia.
- Intoxicación.
- Aprisionamiento.
- Caídas al mismo nivel.
- Ambiente físico:
 - Frío y Calor.
 - Ruido.

- Vibraciones.
- Iluminación.
- Psicosociales.

En caso de reparaciones:

- Incendio o explosión.
- En los trabajos de reparación se utilizan resinas, catalizadores y fibras.

En palas instaladas:

- Caídas a distinto nivel.



Fuente: Gamesa

5. Requisitos ambientales

5.1 Trabajo en bajas temperaturas

El principal problema de trabajar en ambientes muy fríos es el riesgo de congelación de las personas expuestas a la acción del viento.

Seguidamente presentamos una propuesta de planificaciones de trabajo en bajas temperaturas que se pueden aplicar en los trabajos en pala:

Para realizar los trabajos a las temperaturas relacionadas las ropas deben ser EPI.

Deberemos considerar siempre la opción de viento inapreciable para trabajos realizados en campa, y la opción de la velocidad de viento en palas instaladas, en las que para entrar o salir del buje se deba pasar por el exterior. En este caso, deberemos contemplar que la velocidad de viento en el exterior es la que marca el tiempo de rescate, pues la persona accidentada podría sufrir congelación durante el proceso de rescate.

Tabla 1
Programación de periodos de trabajo y descanso para trabajadores en exterior basado en turnos de trabajo de 4 horas

Temperatura del Aire – Cielo despejado		Viento inapreciable		Viento 8 km/h		Viento 16 km/h		Viento 24 km/h		Viento 32 km/h	
°C (aprox)	°F (aprox)	Período máx. trabajo	Número de Descansos	Período máx. trabajo	Número de Descansos	Período máx. trabajo	Número de Descansos	Período máx. trabajo	Número de Descansos	Periodo máx. trabajo	Número de Descansos
-26° a -28°	-15° a -19°	(Descansos normales) 1		(Descansos normales) 1		75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4
-29° a -31°	-20° a -24°	(Descansos normales) 1		75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5
-32° a -34°	-25° a -29°	75 min.	2	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5	Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente	
-35° a -37°	-30° a -34°	55 min.	3	40 min.	4	30 min.	5	Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente			
-38° a -39°	-35° a -39°	40 min.	4	30 min.	5	Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente					
-40° a -42°	-40° a -44°	30 min.	5	Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente							
-43° & inferiores	-45° & inferiores	Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente			Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente		Los trabajos que no sean de emergencia deben pararse inmediatamente				

*TLV y BEIs de 2008. Valores límites ambientales (TLV) para sustancias químicas y agentes físicos e Índices de exposición biológica (BEI). Cincinnati. Conferencia Americana de higienistas industriales gubernamentales (ACGIH), 2008 – página 213

La ACGIH ha adoptado las directrices elaboradas por la Organización de Trabajo en Saskatchewan (provincia de Canadá) para trabajar al aire libre con tiempo frío. Las presentes directrices recomiendan ropa de protección y límites en el tiempo de exposición (Tabla 1). Los tiempos de exposición recomendados se basan en el factor del viento, una escala basada en la temperatura del aire y velocidad del viento. La planificación de periodos de trabajo-descanso se aplica a cualquier período de cuatro horas de actividad moderada o fuerte. Los periodos de descanso de "calentamiento" son de 10 minutos de duración en un lugar cálido. La planificación asume que "las pausas normales" se toman una vez cada dos horas. Al final de un período de 4 horas, se recomienda un descanso (por ejemplo, pausa para almorzar) en un lugar cálido. Más información está disponible en las publicaciones ACGIH "2008 TLV y BEI" (o más reciente) y "La documentación de los TLV y BEI" en la página web de Trabajo en Saskatchewan "Directrices condiciones de frío para los trabajadores al aire libre" (ref. 2)



Fuente: Vestas

5.2 Trabajo en altas temperaturas

El trabajo en altas temperaturas presenta como principal riesgo el incremento de la temperatura interior del cuerpo humano. En ciertas condiciones, el cuerpo no es capaz de eliminar el calor que se produce en su interior al realizar el trabajo, provocando una fiebre momentánea. Esta fiebre en un periodo corto de tiempo, puede provocar pérdidas de concentración y debilidad generalizada sobre la persona que la sufre, aumentando las posibilidades de accidentes laborales. El mantenimiento a lo largo del tiempo de esta fiebre puede causar daños irreparables sobre el cuerpo humano.



Fuente: Vestas

En el interior de la pala el problema es el ambiente porque es imposible de prever. Por lo general, la pala se calentará bajo la acción del sol hasta alcanzar en su interior temperaturas muy superiores a las ambientales. Asimismo, las condiciones de humedad en el interior de la pala pueden ser muy cambiantes: durante la noche pueden condensar agua en su interior, y en las primeras horas de la mañana, la humedad del interior de la pala puede ser muy superior a la ambiental por la pronta evaporación de los condensados.

Por todo ello, se recomienda la utilización de sistemas de ventilación externa por presión negativa para igualar las condiciones de temperatura y humedad de la pala con las exteriores.

Para establecer la planificación de periodos de trabajo/descanso y de las cantidades de líquido a ingerir para compensar la pérdida de fluidos corporales por la transpiración, existen diversos métodos. El método más comúnmente utilizado es el WGBT (ver Anexo 1).

6. Requisitos geométricos

Existen distintos requisitos geométricos que deben cumplirse para poder acceder a la pala.

6.1 Posición de la pala

La posición para trabajar dentro de las palas es la horizontal. En esta posición se reducen riesgos como el de caídas a mismo y distinto nivel.

La pala en la campa debe encontrarse perfectamente asentada sobre bases que garanticen su completa inmovilidad, aún cuando se produzcan esfuerzos en su interior, o se vea sometida a la acción del viento.

- En el caso en que la pendiente de la pala empuje a los cuerpos hacia la raíz, se deberán implementar medidas de seguridad idénticas al trabajo en altura.
- En caso en que la pendiente de la pala empuje a los cuerpos hacia la punta, se deberán implementar medidas de seguridad idénticas al trabajo en cuerda. Debe evitarse el acceso a la pala cuando esta se encuentre en posición vertical, y, en caso de realizarse se debe realizar siguiendo las máximas precauciones, pues, en caso de accidente, existe el riesgo de atrapamiento del trabajador dentro de la pala.



Fuente: LM Wind Power

Asimismo, debe comprobarse la estabilidad del terreno sobre el que se encuentra asentada antes de poder acceder a ella.

6.2 Dimensiones mínimas

En los trabajos dentro de la pala existen dos dimensiones importantes:

- La dimensión de trabajo, que es la que debe permitir a un trabajador realizar algunas tareas dentro de la pala. Debe entenderse que no toda la pala es accesible, pues en la punta, la estrechez es máxima. Algunas palas, principalmente las de las máquinas de menor potencia, tienen palas que no son accesibles.
- La dimensión de la boca de hombre, que es la que debe permitir acceder al interior de la pala.

6.2.1 Dimensión de trabajo

Para trabajar en la pala deben garantizarse como mínimo las dimensiones calculadas según la Norma EN 547:

- La media de espesor del cuerpo humano para abertura de paso horizontal en posición erguida (percentil 95) = 342 mm.
- Dimensión de anchura de codos = 545 mm.

A esta dimensión mínima (342 x 545 mm) hay que unirle los suplementos marcados por la norma:

- Uso de EPIs = 100 mm.
- Ropa de trabajo = 20 mm.
- Espacio libre para movimiento de brazos = 20 mm.

En caso de un trabajador que use ropa de trabajo y EPIs necesite una mínima movilidad de brazos, la dimensión mínima sería 482 x 685.



Fuente: LM Wind Power

En caso de no disponer de estas dimensiones para trabajar, se recomienda realizar los trabajos en el suelo a fin de evitar atascos del cuerpo dentro de la pala que podrían dar lugar a rescates muy dificultosos.

6.2.2 Dimensiones de la boca de hombre

Para acceder a través de una boca de hombre, en la norma EN 547 se establecen las siguientes dimensiones:

- 342x545 mm en huecos ovalados.
- Se suplementan en 50 mm por espacio libre de acceso.

Las dimensiones resultantes mínimas son:

- 392x595 mm en huecos ovalados.

Estas dimensiones coinciden con lo establecido en la EN 50308 (norma no armonizada) que son de 400 x 600 mm.

En caso de ser una boca de hombre circular, se acepta comúnmente que pueda ser de hasta 500 mm de diámetro como mínimo, pero hay que tener en cuenta que, según lo calculado, será de muy difícil acceso. Se recomienda en este caso optar por un diámetro mínimo de 550 mm.

7. Requisitos del trabajador

7.1 Vigilancia de la salud

Los protocolos de vigilancia de la salud referidos a trabajos en altura y en espacios confinados se centran en:

- Comportamiento: Claustrofobia, estrés.
- Afecciones cardíacas, epilepsia, diabetes...
- Para palas instaladas:
 - Vértigo en trabajo en altura.
 - Grandes esfuerzos físicos.

Además, para inspectores de palas o técnicos de reparación:

- Control de resinas, fibra de vidrio, catalizadores (son muy similares a los de los trabajadores que fabrican las carcasas).



Fuente: LM Wind Power

7.2 Formación

Genérica:

- Trabajo en espacios confinados: Permisos de trabajo.
- Emergencias y rescate en espacios confinados.
- Ergonomía y Posturas forzadas. Carga física.
- Uso y manipulación de herramientas y máquinas en espacios confinados.
- EPIs Categoría 3: Equipos filtrantes o Sistemas de respiración autónoma o semi-autónoma.
- Sistemas de comunicación.
- Reconocimiento de los síntomas producidos por trabajar en condiciones extremas de temperatura.

Esta formación debe contener como mínimo un 50% del tiempo en prácticas, con simulaciones de emergencia y rescate.

Para la persona que realice los controles de calidad del aire, además de la genérica, es necesaria:

- Formación básica en prevención de riesgos laborales.

- Formación en utilización de equipos de medición de calidad del aire, específica para el equipo utilizado en las mediciones.

En caso de reparaciones, además de la genérica:

- Específica en manejo de productos químicos.
- EPIs de protección química.

En caso de trabajos en altura y/o en cuerda, además de la genérica:

- Trabajo en altura y/o trabajo en cuerda.
- Rescate en altura.
- EPIs Categoría 3: Sistemas de prevención contra el riesgo de caída de altura.

Esta formación debe contener como mínimo un 50% del tiempo en prácticas, con simulaciones de emergencia y rescate.

Formación específica del equipo de supervisión. Además de la genérica:

- Formación específica para realizar rescate de heridos en espacios confinados.
- Formación adicional en primeros auxilios.
- Formación en gestión de situaciones de emergencia.

Esta formación debe contener como mínimo un 50% del tiempo en prácticas, con simulaciones de emergencia y rescate.

8. Requisitos de carga física

Como hemos visto en el punto *Requisitos ambientales*, conocer la carga física de los trabajos a realizar es muy necesario, pues nos permite establecer la posibilidad de realizar los trabajos dentro de la pala en condiciones extremas.

Existen diversos métodos para calcular la carga física de los trabajos, pero se deben desechiar aquellos que establecen cargas físicas por tipologías de categorías laborales, por ser muy poco precisos. Deberemos tender a los que establecen la carga física por tareas u operaciones, que siempre serán mucho más precisos.

Como vemos en muchas de las tablas de cálculo de estos métodos, se referencian los valores en w/m^2 , surgiendo la pregunta de cuál es la superficie del cuerpo humano. Podemos establecer que la superficie del cuerpo humano puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} \times \text{altura}}{3600}}$$

Donde x es en metros cuadrados, peso en kilogramos y altura en centímetros.

Finalmente, y en caso de estar en disposición de ello, podemos realizar mediciones directas de la carga física de los trabajos. Serán las más fiables y nos establecerán claramente la carga física.

Por las características de la zona de trabajo, la pala, recomendamos los métodos de medición de la frecuencia cardíaca, pues son poco aparatosos, y permiten la normal realización de los trabajos.

Recomendamos la lectura del documento *Méthodologie générale d'interprétation des enregistrements continus de fréquence cardiaque aux postes de travail* (ref.4), pues en él se establecen criterios para evaluar el consumo energético de la tarea a partir de la frecuencia cardíaca del trabajador, así como su adaptación a ese puesto de trabajo. Si un trabajador no dispone de la capacidad física para realizar estos trabajos, debe ser sustituido por otro que sí la tenga.

9. Equipos de protección individual

Para introducirse en la pala se deberá llevar siempre:

- Arnés para poder efectuar el rescate.
- Casco de protección para la cabeza.
- Ropa completa o en su caso mono de trabajo.
- Gafas de protección contra polvo.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Sistema de medición de oxígeno.
- Botas de seguridad con protector antideslizante (No EPI).

En caso de que los trabajos vayan a durar mucho tiempo, se debe incluir el sistema de respiración. Puede ser:

- Equipo de respiración autónoma.
- Equipo de respiración semiautónoma.
- Sistema de extracción de aire por presión negativa, para asegurar la concentración del 20,5% de O₂.
- No obstante, en la medida de lo posible hay que intentar evitar tanto los equipos de respiración autónoma como los de protección semiautónoma, pues dificultan el acceso al interior de la pala y aumentan el estrés del usuario.
- Protección respiratoria: En los trabajos de reparación, y siempre que no se utilicen sistemas de respiración autónoma, se deben utilizar filtros de protección A2P3, ligados a una evaluación higiénica del trabajo. En este caso, se deberá hacer uso sistemático de detectores de niveles de oxígeno.

En caso de que el acceso a la pala se realice con ésta instalada:

- Equipos para trabajos en altura o trabajo sobre cuerda (sistemas anticaídas, cuerdas de retención...).
- Los otros equipos de protección individual deberán adaptarse a esta situación (arnés para trabajo en posición o anticaídas en sustitución de arnés de rescate, casco de trabajos en altura en sustitución de casco...).

En caso de que la intervención se realice en condiciones ambientales extremas se debe usar ropa de protección contra el frío o el calor.

10. Equipos de trabajo autorizados

Para acceder a la pala siempre hay que hacerlo equipados con equipos de alumbrado portátiles, aún cuando por la envergadura de los trabajos se haya instalado un sistema de iluminación interior.

Los equipos de trabajo que se introduzcan en el interior de la pala para hacer mediciones, controles o reparaciones deben cumplir con la normativa ATEX siempre que sea posible.

11. Señalización

Dado que se define el interior de la pala como un espacio confinado, se deberá incluir en la entrada señalización específica, incluido el acceso restringido. Se recomienda (ref.5) que exista también bloqueo con control de llaves para poder acceder al interior de la pala, para así poder garantizar los procedimientos de seguridad.

Aunque varias de estas señales ya poseen una amplia implantación no han sido regladas, por lo que a título orientativo y con el fin de facilitar su conocimiento y difusión, referiremos algunas de las de uso habitual, clasificándolas según su naturaleza:



Se podrá complementar con la señalización necesaria en base a la evaluación de riesgos:



Paneles de señalización; aplicación de técnicas de control:



Paneles de señalización; medidas de prevención básicas:



Señales de prohibición en espacios confinados:



12. Organización y supervisión

12.1 Permisos de trabajo

Un permiso de trabajo garantiza que se ha establecido un control formal para asegurar que se han seguido todos los elementos de un sistema seguro de trabajo antes de la entrada de los trabajadores para realizar las operaciones encomendadas en el espacio confinado. Es también un medio de comunicación entre la dirección del sitio, los supervisores y el personal encargado de los trabajos peligrosos. Las características esenciales de un permiso de trabajo son las siguientes:

- Identificación clara de quién puede autorizar a determinados trabajadores para realizar las operaciones (y los límites a su autoridad).
- Identificación clara de quién es responsable para especificar las medidas preventivas necesarias (por ejemplo, aislamiento, las mediciones de la calidad del aire, medidas de seguridad y emergencia, etc.).

- Establecimiento de las disposiciones para que las personas contratadas para realizar trabajos hayan sido tenidas en cuenta y estén informadas.
- Establecimiento de la formación y capacitación necesarias en el tema de las operaciones.
- Establecimiento de puntos de control y auditoría para asegurar que el sistema funciona según lo previsto.

Recomendamos seguir modelos de permiso de trabajo que respondan a todas las preguntas que aparecen en la *Guía y en el Protocolo de Actuación Inspectoría en Espacios Confinados* (ref.5).

12.2 Vigilancia exterior

Durante todos los trabajos, ya sean en su fase de preparación como en su fase de ejecución, y mientras existan trabajadores en el interior de la pala siempre tiene que haber al menos una persona de apoyo, ya sea en el exterior o en la góndola. Esta persona deberá tener la calificación de recurso preventivo y estará designada en el permiso de trabajo como tal.

ATENCIÓN: Esta persona NO debe situarse sobre la boca de hombre ni en sus inmediaciones, para evitar quedar afectada por posibles incendios o explosiones que se produzcan en el interior de la pala.

Esta persona deberá disponer de:

- Los medios de comunicación necesarios para estar en contacto vocal permanente con los trabajadores que realizan los trabajos .
- Los medios de comunicación necesarios para establecer contacto con los medios de rescate externos que sean necesarios.
- El material necesario para realizar el rescate de los operarios.
- Formación específica para realizar el rescate.
- Formación adicional en primeros auxilios.
- Formación en gestión de situaciones de emergencia.

12.3 Controles previos a la entrada y durante la ejecución de los trabajos

En el caso de que no se utilicen medios de respiración semiautónomos o autónomos, se deberán realizar mediciones de las condiciones del aire en el interior de la pala:

- El responsable de la ejecución de dichos controles será como mínimo técnico básico en prevención de riesgos laborales.
- Es conveniente disponer de un estudio de contaminantes en el interior de pala.
- Los técnicos deben disponer de equipo portátil de medición para gases inflamables (según el estudio de contaminantes en el interior de la pala y nivel de oxígeno).

Se deberán realizar mediciones iniciales y periódicas de las condiciones termohigométricas del interior de la pala para poder establecer el índice WGBT para los trabajos.

En el caso de operaciones en palas instaladas, se deberá vigilar la velocidad del viento, pues ésta limita la capacidad de rescate mediante el uso de grúas. A modo de referencia, indicaremos que muchas grúas disponen de limitadores de viento calibrados a 12 m/s.

13. Gestión de emergencias

Previamente al inicio de los trabajos, deben redactarse todos los procedimientos relativos a la gestión de las emergencias en el interior de la pala.

Estos procedimientos deben ser conocidos por los trabajadores involucrados en las operaciones.

Los procedimientos deberán contemplar como mínimo los siguientes temas:

- Accidentes:
 - Incendio o explosión en el interior de la pala:
 - o Necesidad de equipos de extinción de incendios.
 - o Heridas o fractura de huesos del trabajador.
 - o Pérdida de conocimiento de los trabajadores en el interior de la pala.
- Como extraer a un trabajador del interior de la pala hasta alcanzar el suelo (nivel de terreno colindante) sufriendo diversas patologías:
 - Contenido del equipo de rescate.

- Contenido del equipo de primeros auxilios.
- Información al centro de control de las tareas específicas que se están realizando.

Se deberán formar en emergencias a los trabajadores que participen en estas actividades. Estas formaciones deberán contener prácticas y simulacros, a ser posible en instalaciones lo más próximas a la realidad.

ANEXO 1. Selección de personal para la realización de trabajos en ambientes calurosos

Por su exhaustividad y dado que la vestimenta de un trabajador en el interior de una pala es muy semejante a la vestimenta que emplean los trabajadores que aparecen en el documento reverenciado, proponemos el siguiente documento para establecer las políticas de trabajo en ambiente caluroso: *Heat stress control and heat casualty management*. TBMED AFPAM 48-152 (I). United States Army. (ref.3)

Resumiendo podemos establecer:

- La ropa de trabajo del operario debe ser:
 - Mono de trabajo.
 - Botas de seguridad.
 - Arnés anticaídas.
 - Casco.
 - Guantes.



Fuente: GAMEESA



Fuente: GAMESA

Esta ropa es equiparable a la descrita en el documento.

- Se deben realizar mediciones en el interior de la pala para poder calcular el índice WBGT.
- Se debe evaluar la carga física de las tareas a realizar.
- Se calcula la temperatura final del cuerpo humano que se alcanzará con ese ritmo de trabajo. Es muy recomendable mantener el trabajo dentro de la zona CHS (estrés por calor compensado), y evitar entrar en la zona UCHS (estrés por calor descompensado).

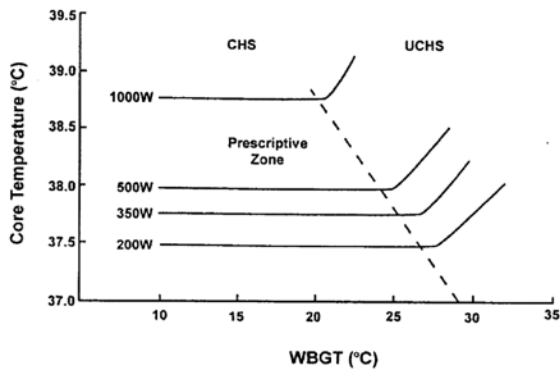


Figura 1. Ilustración de las respuestas de temperatura durante el trabajo físico con estrés por calor compensado (CHS) y estrés por calor descompensado (UCHS) (ref.3)

- Una vez establecidas las dos variables, se calculan la cantidad de líquidos a aportar y la planificación de tiempos de trabajo descanso. Se respetarán las limitaciones establecidas en los puntos adjuntos a la tabla:

Tabla 2. Directrices para la reposición de líquidos y trabajo/descanso en condiciones de formación cálidas. (Para la persona de tamaño medio con equipo aclimatado al calor).

Heat Category	WBGT ^{4,5} Index (° F)	Easy Work (250 W)		Moderate Work (425 W)		Hard Work (600 W)	
		Work/Rest ³	Water ^{6,7} Intake (qt/hr)	Work/Rest	Water Intake (qt/hr)	Work/Rest	Water Intake (qt/hr)
1	78 – 81.9	No Limit (NL) ²	½	NL	¾	40/20 min	¾
2 (green)	82 – 84.9	NL	½	50/10 min	¾	30/30 min	1
3 (yellow)	85 – 87.9	NL	¾	40/20 min	¾	30/30 min	1
4 (red)	88 – 89.9	NL	¾	30/30 min	¾	20/40 min	1
5 (black)	>90	50/10 min	1	20/40 min	1	10/50 min	1
		Easy Work	Moderate Work		Hard Work		
		<ul style="list-style-type: none"> • Weapon maintenance • Walking hard surface at 2.5 mph, <30 pound (lb) load • Manual of arms • Marksmanship training • Drill and ceremony 	<ul style="list-style-type: none"> • Walking loose sand at 2.5 mph, no load • Walking hard surface at 3.5 mph, <40 lb load • Calisthenics • Patrolling • Individual movement techniques, that is low crawl, high crawl • Defensive position construction 		<ul style="list-style-type: none"> • Walking hard surface at 3.5 mph, 240 lb load • Walking loose sand at 2.5 mph with load • Field Assaults 		

Notes:

1. The work/rest times and fluid replacement volumes will sustain performance and hydration for at least 4 hours of work in the specified heat category. Fluid needs can vary based on individual differences (± ¼ qt/hr) and exposure to full sun or full shade (± ¼ qt/hr).
2. NL equals no limit to work time per hour (up to 4 continuous hours).
3. Rest means minimal physical activity (sitting or standing), accomplished in shade if possible.
4. CAUTION: Hourly fluid intake should not exceed 1 ½ quart.
5. Daily fluid intake should not exceed 12 quarts.
6. If wearing body armor, add 5° F to WBGT index in humid climates.
7. If wearing NBC clothing (mission-oriented protective posture (MOPP 4)), add 10° F to WBGT index for easy work, and 20° F to WBGT index for moderate and hard work.

- Se calcula la probabilidad de desfallecimiento de una persona sometida a ese ritmo de trabajo, y se adecuan los trabajadores mejor preparados para realizar el trabajo:

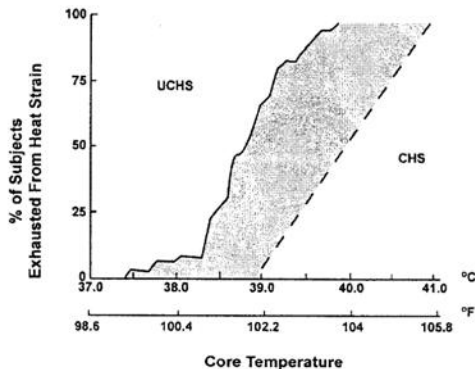


Figura 2. Relación entre la temperatura y el incidente de agotamiento por calor durante el trabajo físico en UCHS y CHS. (ref.3)

En el documento se establecen, además, políticas para aclimatar a los trabajadores.

Referencias

(ref.1) *INSHT- NTP 223: Trabajos en recintos confinados*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

(ref.2) *Hot Environments - Control Measures*. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.

(ref.3) *Heat stress control and heat casualty management. TBMED AFPAM 48-152 (I). United States Army*. Estrés por calor y gestión de las bajas por calor. TBMED AFPAM 48-152 (I). Ejército de los Estados Unidos de América.

(ref.4) *Méthodologie générale d'interprétation des enregistrements continus de fréquence cardiaque aux postes de travail*. Metodología general de interpretación de las mediciones continuas de la frecuencia cardíaca en los lugares de trabajo. Cahiers de médecine du travail, vol XXV, 4, 181-186.

(ref.5) *Guía de Actuación Inspectoral en Espacios Confinados*. Dirección General de Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España. *Protocolo de Actuación Inspectoral en Espacios Confinados*. Dirección General de Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

Documentación

INSHT- NTP 030: Permisos de trabajos especiales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_030.pdf

INSHT- NTP 223: Trabajos en recintos confinados. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_223.pdf

INSHT - TP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_295.pdf

INSHT- NTP 323: Determinación del metabolismo energético. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

INSHT- NTP 340: Riesgo de asfixia por suboxigenación en la utilización de gases inertes. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_340.pdf

INSHT- NTP 560: Sistema de gestión preventiva: procedimiento de elaboración de las instrucciones de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_560.pdf

Guía de Actuación Inspectora en Espacios Confinados. Dirección General de Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.mtin.es/itss/web/Atencion_al_Ciudadano/normativa_y_Documentacion/Documentacion_Riesgos_Laborales/002/001/columna1/2.1GUIA_Espacios_Confinados.pdf

Protocolo de Actuación Inspectora en Espacios Confinados. Dirección General de Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Gobierno de España.

http://www.mtin.es/itss/web/Atencion_al_Ciudadano/normativa_y_Documentacion/Documentacion_Riesgos_Laborales/002/001/columna2/2.1PROTOCOLO_espacios_confinados.pdf

Heat stress control and heat casualty management. TBMED AFPAM 48-152 (I). United States Army. Estrés por calor y gestión de las bajas por calor. TBMED AFPAM 48-152 (I). Ejército de los Estados Unidos de América.

Prevention on health illness in mines. Prevención de daño por temperatura en minas. HSE Information Services, Caerphilly Business Park, Caerphilly CF83 3GG, UK.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/mines07.pdf>

Heat stress in the workplace. What you need to know as an employer. Estrés por calor en los lugares de trabajo. Qué debes conocer como empleador. HSE Information Services, Caerphilly Business Park, Caerphilly CF83 3GG, UK.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/geis1.pdf>

Extreme Hot or Cold Temperature Conditions . Condiciones extremadamente calurosas o frías. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.

http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/hot_cold.html

Hot Environments - Control Measures. Ambientes calurosos – Medidas de control. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.

http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/heat_control.html

Confined Space – Introduction. Espacios Confinados – Introducción. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.

http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_intro.html

Confined Space – Program. Espacios Confinados – Programa. Canadian Centre for Occupational Health & Safety.

http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/confinedspace_program.html

Safe work in confined spaces. Trabajo seguro en espacios confinados. HSE Information Services, Caerphilly Business Park, Caerphilly CF83 3GG, UK.

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg258.pdf>

Méthodologie générale d'interprétation des enregistrements continus de fréquence cardiaque aux postes de travail. Metodología general de interpretación de las mediciones continuas de la frecuencia cardíaca en los lugares de trabajo. Cahiers de médecine du travail, vol XXV, 4, 181-186.

http://www.deparisnet.be/Ergonomie/physiologie/francais/art_malchaire_interpretation_enregistrement_fc.pdf

EN 547-1/2/3:1996+A1:2008 Safety of machinery - Human body measurements.

- o Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery.
- o Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings.
- o Part 3: Anthropometric data.

EN ISO 8996:2004 Ergonomics of the thermal environment – Estimation of metabolic rate production.

EN 27243:1993 Hot environments – Estimation of heat stress on a working man, based on the WBGT – Index (Wet Bulb Globe Temperature) (ISO 7243:1989).

EN ISO 11079:2007 IREQ Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects.

EN ISO 7730:2005 Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

EN ISO 10551:2001 Ergonomics of the thermal environment – assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.

EN ISO 12894:2001 Ergonomics of the thermal environment - Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments.

EN ISO 7933:2004 Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain (ISO 7933:2004).

EN 14058:2004 Protective clothing garments for protection against cool environments.

EN ISO 15265:2004 Ergonomics of the thermal environment - Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions (ISO 15265:2004).

EN 511:2006 Protective gloves against cold.

EN ISO 11399:2000 Ergonomics of the thermal environment - Principles and application of relevant International Standards (ISO 11399:1995).

EN ISO 9920:2009 Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble (ISO 9920:2007, Corrected version 2008-11-01).

EN ISO 15743:2008 Ergonomics of the thermal environment - Cold workplaces - Risk assessment and management (ISO 15743:2008).

ISO 9886:2004 Evaluation of thermal strain by physiological measurements.

ISO 13732 – 1/2/3: 2008 Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces.

- o Part 1: Hot surfaces.

- o Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature.

- o Part 3: Cold surfaces.

BS 7915 Ergonomics of the thermal environment - Guide to design and evaluation of working practices in cold indoor environments.

BS 7963 Ergonomics of the thermal environment - Guide to the assessment of heat strain in workers wearing personal protective equipment.

