

Resumen de opciones para la protección de la cabeza y el cuello contra la exposición prolongada al calor: el nuevo sistema de refrigeración seca KALIS como mejor elección en equipos de protección individual (EPI).

Documento técnico técnico Autor:

Mr Rod King
Centurion Safety Products

Diploma superior nacional en ingeniería
Miembro del comité del PH2 (Comité Técnico británico para los equipos de protección para los ojos y la cara)
Miembro de la federación de la industria británica de seguridad (grupos de protección ocular y facial, auditiva y de la cabeza)



CENTURION[®]
WHEN CLARITY COUNTS

Índice

Antecedentes	3
La refrigeración húmeda frente a la refrigeración seca KALIS	4
Pensando en el futuro: calculadora de costes a cinco años vista	5
¿Cómo funciona la tecnología de refrigeración seca de KALIS?	6
Análisis del rendimiento de la tecnología de refrigeración seca KALIS	8
¿Qué material sería el más indicado para la protección contra la exposición al calor?	10
Referencias	11
Autores	12

Antecedentes de las opciones actuales

Este artículo analiza los problemas asociados con la gestión del calor en los equipos de protección individual ocupacionales. Tras ello, examina diversos métodos de refrigeración y presenta un nuevo sistema de refrigeración seca de Centurion Safety Products, una alternativa innovadora y pionera a la refrigeración húmeda, que aporta mejoras en cuanto a rendimiento, salud y costes.

Los usuarios de equipos de protección individual (EPI) que realizan trabajos pesados en entornos calurosos y húmedos no solo corren riesgo de perder capacidad de concentración, productividad y seguridad. Los principales factores que contribuyen al estrés térmico son la meteorología, el ritmo de trabajo, la indumentaria y el propio individuo. También existen factores ocultos como el aislamiento, la cultura, el control y la formación. Más del 93 % de los trabajadores experimentan estrés térmico en el puesto de trabajo*. El estrés térmico puede provocar enfermedades o lesiones; de hecho, el golpe de calor, la dolencia más grave relacionada con el calor, puede provocar la muerte si no se tratan los síntomas a tiempo.

A pesar de ello, cada año un mayor número de usuarios de EPI contrae enfermedades asociadas al calor en todo el mundo. Estas cifras muy probablemente se incrementarán debido al cambio climático, en especial en el caso de las tareas al aire libre con altas cargas de trabajo. En un estudio publicado en 2015 en el International

Journal of Environmental Research and Public Health, el 96 % de los empleados indios de los sectores de la construcción, el transporte, la metalurgia y otros afirmaron ver su salud afectada por el estrés térmico ocupacional. Más de la mitad (el 57 %) refirió pérdidas de productividad. Hasta hace poco, los sistemas de refrigeración húmeda eran la mejor solución disponible para proteger de manera adicional la cabeza y el cuello de los trabajadores contra el calor, la humedad y la luz solar directa. Los métodos de refrigeración húmeda más económicos se basan en humedecer el producto (p. ej., una almohadilla o un tejido), escurrirlo y llevarlo puesto mientras el agua se evapora. Los productos de mayor coste utilizan hielo o tubos refrigerantes. Sin embargo, en general, los sistemas de refrigeración húmeda presentan problemas durante el uso. Habitualmente, estos problemas están relacionados con la necesidad de sumergir los productos en agua, lo que impide que se encuentren 100 % secos en ningún momento, con la consiguiente incomodidad para el usuario y riesgo de

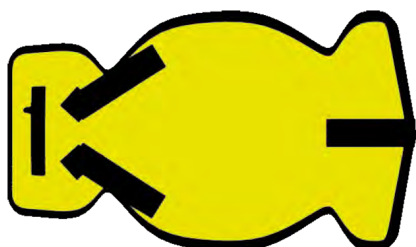
contaminación. Además, los sistemas de refrigeración húmeda evaporativa van asociados

a un alto grado de humedad, que acorta los ciclos de vida de refrigeración. Por otra parte, los sistemas de refrigeración húmeda existentes suelen ser poco compatibles con determinados tipos de EPI. La necesidad de una solución más refrescante, limpia y duradera llevó

a Centurion a asociarse con INUTEQ® para desarrollar el innovador sistema de refrigeración seca KALIS. El sistema, diseñado para gran comodidad, duración y efecto antibacteriano, mantiene al usuario muy por debajo de la denominada «zona de confort de mayor rendimiento» de 22 °C (71,6 °F) y 100 % seco durante periodos más largos. El producto tiene un grado de compatibilidad muy superior con la mayoría de los EPI y un mayor rendimiento demostrado, y está homologado para el uso con todos los cascos Centurion.

Figura 1

Ejemplo de producto del sistema de refrigeración seca KALIS, la almohadilla para casco fuera y dentro de un casco



Introducción a la comparación entre la refrigeración «húmeda» y la «seca»

Se ha demostrado que el sistema de refrigeración seca KALIS mantiene al usuario a una temperatura 15 °C (27 °F) inferior a la temperatura ambiente y completamente seco. Se mantiene frío durante un tiempo cuatro veces superior y ofrece un confort excelente en comparación con las tecnologías de refrigeración húmeda.

El principio en que se basa el sistema de refrigeración seca KALIS consiste en introducir agua dentro de la almohadilla y retenerla entre dos capas de material, que mantienen al usuario fresco y 100 % seco. Además, el producto tiene propiedades antibacterianas para una mayor higiene. Estas características contrastan con las de la refrigeración húmeda, en la que el producto se sumerge en agua y permanece mojado sobre la piel del usuario, lo que genera incomodidad y facilita la contaminación. La figura 2 muestra las ventajas de la refrigeración seca sobre la húmeda.

Figura 2

Comparación entre sistemas: la refrigeración seca KALIS frente a la refrigeración húmeda

	El problema Tecnologías de refrigeración húmeda	La solución Tecnología de refrigeración seca
1	Se sumergen en agua y mantienen la piel mojada, con la consiguiente incomodidad	La tecnología de refrigeración seca de Centurion es 100 % seca y por lo tanto, muy comfortable para el usuario
2	Solo ofrecen refrigeración durante unas pocas horas (dependiendo de la humedad)	La refrigeración seca dura entre 1 y 3 días gracias a las membranas interior y exterior
3	Puede activarse 100 veces*, por lo que, si se activa dos veces por jornada laboral, dura solo entre 2 y 3 meses	Puede activarse 750 veces, por lo que puede durar hasta 5 años en función de la frecuencia de reactivación
4	Solo ofrecen al usuario una refrigeración entre 6 y 12 °C (48,2-53,6 °F)	Puede ofrecer al usuario una refrigeración de hasta 15 °C (59 °F)
5	Suelen tener que lavarse a mano (con cepillo y jabón)	La refrigeración seca se puede lavar a máquina
6	No suelen ser antibacterianas, por lo que pueden contaminarse y ensuciarse	La refrigeración seca es antibacteriana

*Según la marca utilizada

Pensando en el futuro: calculadora de costes a cinco años vista

Las innovaciones pendientes de patente del sistema de refrigeración seca KALIS en comparación con las tecnologías de refrigeración húmeda están pensadas para ir más allá de la comodidad y el rendimiento.

Ciertas ventajas de KALIS, como la refrigeración hasta cuatro veces más duradera y el rendimiento hasta cinco veces más prolongado en general, pueden beneficiar en gran medida a los operadores desde el punto de vista de la inversión. También es posible reducir a la mitad el coste por uso con cada sistema de refrigeración seca. La figura 3 resume las importantes reducciones de costes de la tecnología INUTEQ DRY® (en la que se basan los sistemas de refrigeración seca KALIS) en comparación con las tecnologías de refrigeración húmeda. Los datos explican por qué la refrigeración seca constituye una propuesta de valor atractiva.

Figura 3

Húmeda frente a seca: calculadora de costes a cinco años vista

	Producto competidor de refrigeración húmeda	Sistema de refrigeración seca Kalis de Centurion
Número de activaciones	100*	750
Vida útil estimada	1 año	5 años
Duración de la refrigeración	entre 5 y 10 horas (según datos de los fabricantes)	entre 1 y 3 días
Coste por uso de cada refrigeración seca y húmeda	£0.08	£0.04
Precio estimado (GBP, £) para un periodo de 5 años**	£194.40	£30.00

*Válido para la mayoría de las marcas de otros fabricantes

**Basado en 150 activaciones al año según estudios de Centurion e INUTEQ®

¿Cómo funciona la tecnología de refrigeración seca de KALIS?

El agua es un ingrediente esencial tanto para la refrigeración húmeda como para el sistema de refrigeración seca KALIS, pero los resultados son muy diferentes. Gracias a la tendencia del agua a evaporarse en entornos calurosos, KALIS obtiene un rendimiento máximo de refrigeración que dura hasta tres días, en comparación con las entre cinco y diez horas de la refrigeración húmeda.

El sistema de refrigeración seca KALIS está diseñado para entornos donde se requiere refrigeración, pero los recursos son limitados. Para activar la tecnología, el usuario introduce un volumen limitado de agua en la almohadilla. Como muestra la figura 4, tras ello el agua se almacena entre dos membranas: la capa exterior es semipermeable y deja pasar el vapor de agua; la capa interior, en cambio, es impermeable, a fin de proteger la piel del usuario y mantenerla 100 % seca.

El sistema KALIS refrigera al usuario aprovechando la energía liberada por el agua que se encuentra dentro de la almohadilla. El vapor de agua sale a través del material poroso y se evapora, enfriando así al usuario. Por ello, el sistema de refrigeración seca KALIS funciona mejor en entornos húmedos; cuanto más circulación de aire, mayor efecto refrigerante se obtiene. Concretamente, el sistema KALIS es un «sumidero de calor» activado por la tendencia del agua a evaporarse cuando se combina con la energía (calor) del entorno local. Dado el elevado nivel de capacidad térmica del agua (4,184 J/g/°C) y el

calor latente de evaporación (2260 KJ/kg), la activación interna del producto se logra de un modo muy innovador y eficaz.

Además, el agua es segura, no daña el medio ambiente y es relativamente fácil de obtener, lo que permite rellenar el sistema de refrigeración seca KALIS fácilmente sin costes adicionales. Cuando se agrega agua para activar el sistema de refrigeración seca KALIS, el grado de refrigeración que ejerce sobre el usuario depende de dos factores. El primero es el tamaño de los orificios (o poros) de la membrana semipermeable, que actúa como «puerta». Cuanto mayores son los orificios, más rápidamente atraviesa el vapor la puerta, y por lo tanto se refrigera al usuario más velozmente.

El segundo factor es la interacción entre la humedad relativa (HR) ambiente y el aire que circula en torno al producto. Cuando aumenta la diferencia entre el interior de la almohadilla (que retiene el 100 % de la HR) y la atmósfera ambiente (incluida la velocidad de movimiento del aire), se genera una mayor fuerza

de impulso para la evaporación y se incrementa la velocidad de refrigeración.

La almohadilla de casco Kalis de Centurion funciona mejor en los cascos ventilados. Una ventaja del sistema de refrigeración seca KALIS consiste en que solo necesita una pequeña cantidad de agua para obtener un gran rendimiento de refrigeración. Sin embargo, esto también significa que el volumen de agua en el interior del producto es bajo, y en consecuencia se limita la capacidad de refrigeración.

Para entender mejor el movimiento del agua en relación con la humedad, del que depende la activación interna del sistema KALIS, puede imaginarse el proceso como un tobogán de parque infantil. Dado que el movimiento del agua fluye siempre de modo natural desde la parte superior del tobogán hacia la inferior, cuanto mayor sea la pendiente, mayor será el diferencial de humedad relativa.

Figura 4

Membranas de refrigeración seca.

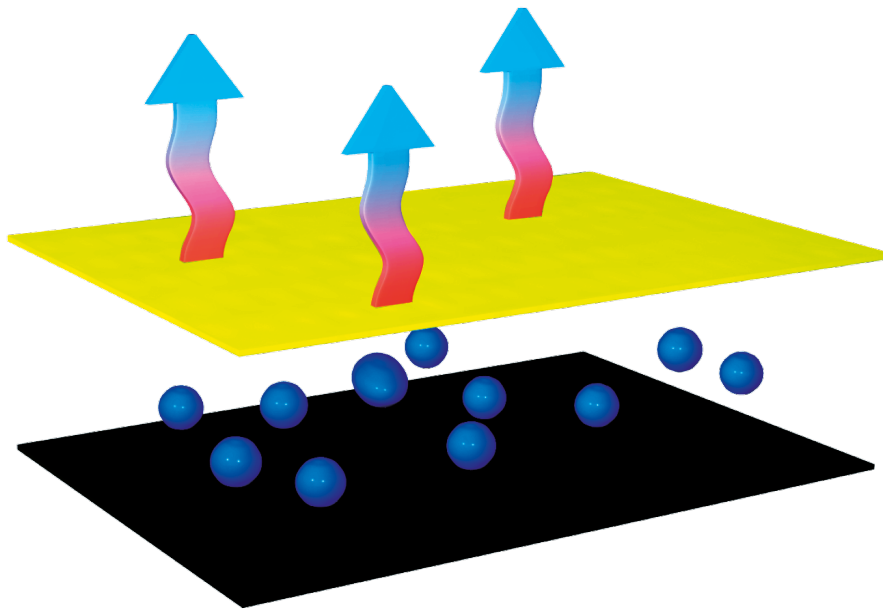
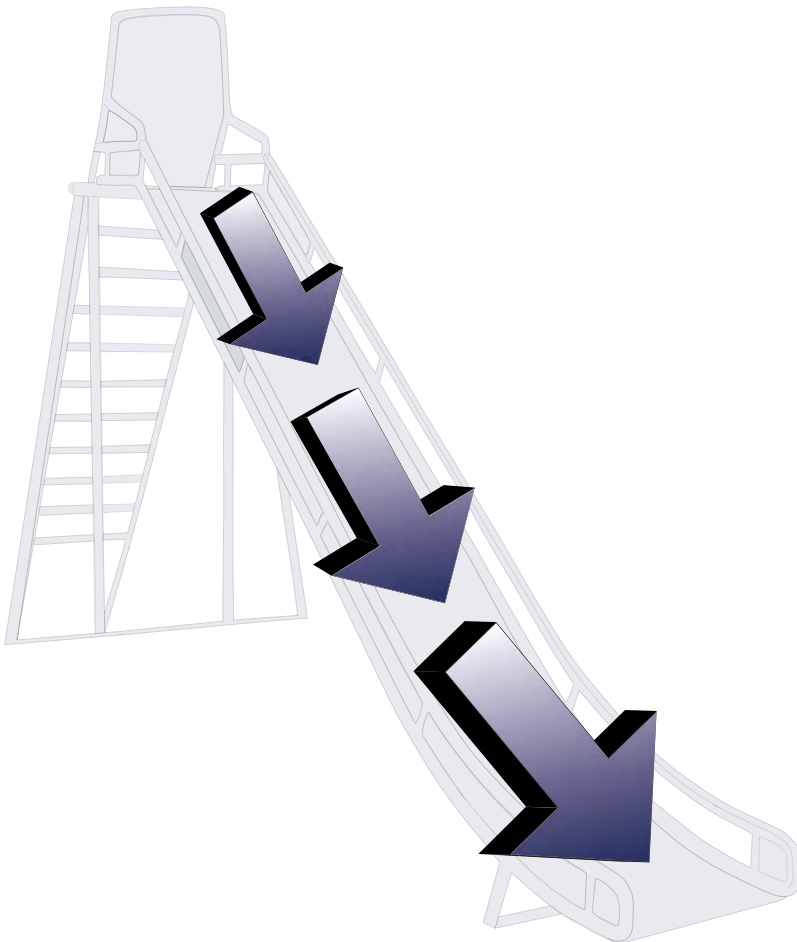


Figura 5

Movimiento del agua en relación con la humedad.



Cómo funciona la tecnología de refrigeración seca de KALIS

¿En qué puede beneficiar a los usuarios finales de equipos de protección para la cabeza o el cuello?

De los amplios estudios de opinión realizados entre usuarios y prescriptores, se deducen claramente las cuatro propiedades básicas que debe reunir todo producto.

- a) Refrigeración del usuario hasta una temperatura suficientemente baja
- b) Refrigeración rápida y durante un periodo de tiempo «razonable»
- c) Confort de uso y sequedad de la piel
- d) Propiedades antibacterianas y facilidad de lavado

Centurion diseña y fabrica los sistemas de protección para la cabeza más avanzados e intuitivos del mundo. La refrigeración seca Kalis, pendiente de patente, es el resultado de la innovadora colaboración en diseño y usabilidad con INUTEQ®, líder mundial en tecnologías y productos de refrigeración personal. Antes de sellar esta alianza se realizó una amplia

consulta a los usuarios, que puso de relieve los problemas actuales de los sistemas industriales de refrigeración personal. A fin de evaluar de manera exhaustiva la mayor eficacia del sistema de refrigeración seca KALIS de Centurion en comparación con los productos de refrigeración húmeda existentes, se sometió la tecnología DRY® de INUTEQ (en la que se basa el sistema) a amplios ensayos en un entorno climático controlado y estabilizado de 21 °C (69,8 °F) y 50 % de humedad relativa (HR). En la Universidad de Ciencias Aplicadas de Múnich (Alemania) se realizaron análisis de termorregulación para medir las condiciones climáticas reales imperantes entre la piel humana y el sistema a lo largo del tiempo, tanto en periodos de actividad física como durante en estado de reposo.

El sujeto del ensayo fue un individuo de sexo masculino, entre 45 y 55 años de edad, de 185 cm de altura y un peso aproximado de 90 kg, con una condición física moderada y

experiencia previa en el análisis de termorregulación. El sujeto se sometió al mismo ensayo en dos ocasiones a lo largo de un periodo de tiempo total de 45 minutos, durante el cual utilizó tecnología INUTEQ® en forma de protección refrigerante para la cabeza. El proceso de ensayo en sí ocupa dos periodos de 10 minutos de pausa y otros 10 de actividad, equivalentes a un trabajo de 80 W en un ergómetro de pedales, seguidos por otros cinco de pausa para finalizar la sesión. Entre ambos ensayos se realizó una pausa de dos horas a fin de permitir al individuo recobrar su estado «normal».

Se aplicó la tecnología especial DRY® de refrigeración seca de INUTEQ® con un inserto absorbente que, una vez empapado en agua, proporcionaría refrigeración evaporativa en el interior y el contorno de las capas textiles. En ausencia del agua necesaria para activar la tecnología de refrigeración seca, el producto no desplegó ninguna propiedad refrigerante. Por ello, en el primer ciclo de ensayo se analizó al sujeto usando el producto «con carga de agua», y en el otro, «sin carga de agua», a fin de conocer en detalle la influencia del líquido en el proceso de refrigeración seca.

Con la carga de agua aplicada, la tecnología INUTEQ® fue valorada como «muy cómoda» por el usuario. El sujeto no refirió en ningún momento que la tecnología produjera una sensación demasiado fría. El resultado con el producto sin carga de agua fue diferente. La figura 6 muestra las diferencias en temperatura (T) entre ambos productos durante el periodo de ensayo total de 45 min.

Figura 6

Diferencias de temperatura (T) entre ambas gorras durante el periodo de ensayo total de 45 min

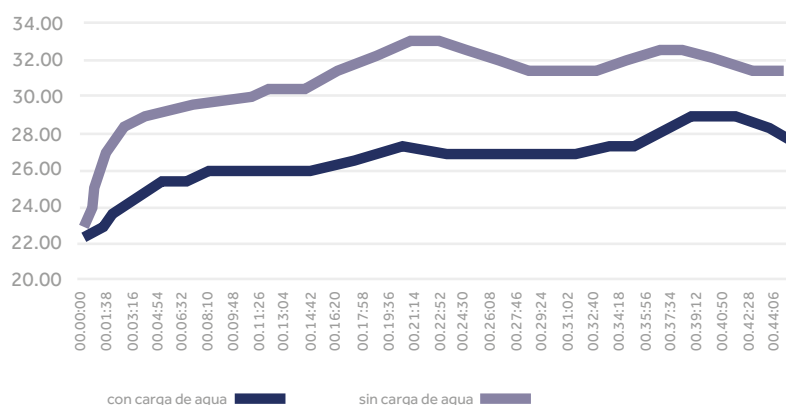
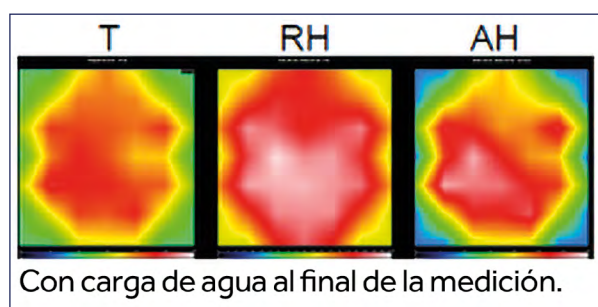
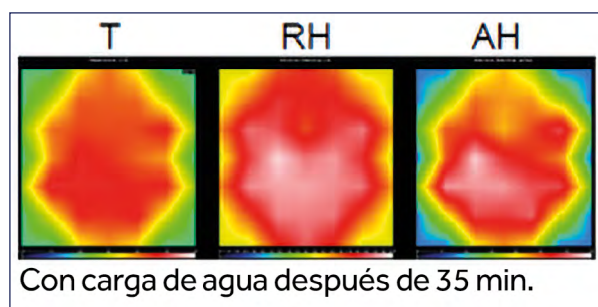
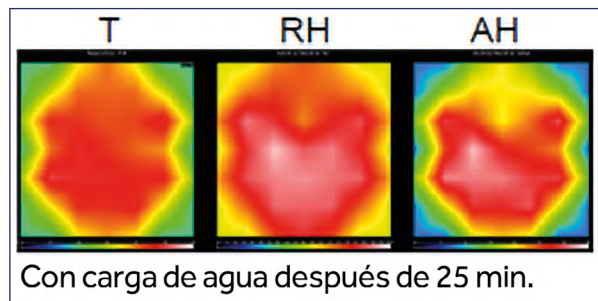


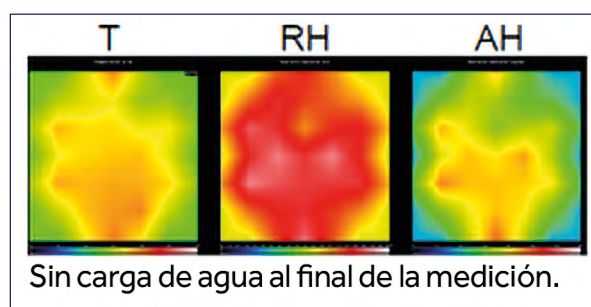
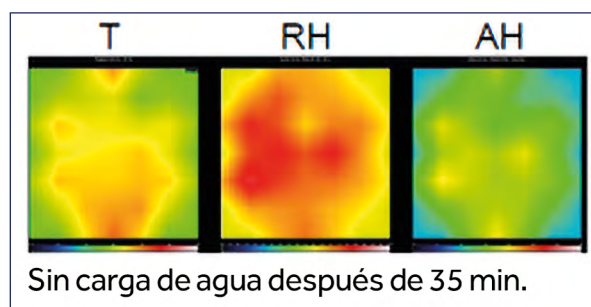
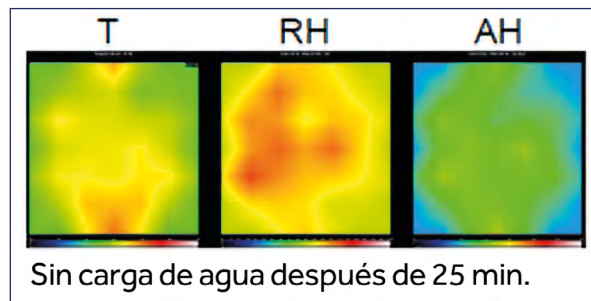
Figura 7

Imágenes térmicas que revelan el efecto refrigerante de la evaporación y su impacto sobre la actividad humana de termorregulación.

Con carga de agua



Sin carga de agua



Las imágenes térmicas de la figura 7 revelan el efecto refrigerante de la evaporación y su impacto sobre la actividad humana de termorregulación. La interacción climática entre el ser humano y el objeto de ensayo se monitorizó con un sensor THG BodyView 14 y un equipo de tres sensores, a fin de medir y analizar datos de temperatura (T), humedad relativa (HR) y humedad real (HRe) a lo largo del periodo de ensayo.

Las imágenes térmicas revelan en tiempo real la evolución climática entre el producto usado en cada ciclo de ensayo y la cabeza del sujeto, con una representación de la zona de la cabeza vista desde encima de la frente. La escala de color mensurable abarca desde el negro (frío y seco) hasta el azul, el verde, el amarillo y, por último, el blanco (caliente y húmedo).

Cada franja muestra el estado climático cambiante durante el ensayo, medido a la hora del inicio y posteriormente a intervalos de 10, 25, 35 y, finalmente, 45 minutos. La columna de la izquierda (T) muestra la evolución térmica en °C, la columna central mide la HR en % y la columna derecha muestra la HRe en g/kg.

¿Qué material sería el más indicado para la protección contra la exposición al calor?

El sistema de refrigeración seca KALIS no solo aprovecha la evaporación del agua de una manera innovadora, sino que también ofrece ventajas amplias y tangibles desde el punto de vista operativo. El sistema está equipado para mantener al usuario a una temperatura 15 °C (27 °F) por debajo de la temperatura ambiente y se mantiene frío hasta cuatro veces más tiempo en comparación con las tecnologías de refrigeración húmeda. Se mantiene 100 % seco y ofrece una excelente comodidad. Estos factores, sumados al bajo coste de propiedad y a las homologaciones del sistema Centurion, convierten a KALIS en la mejor opción para obtener amplios niveles de protección de la cabeza y el cuello dentro de los EPI.

El sistema de refrigeración seca KALIS acaba de llegar al mercado de EPI para zonas por encima del cuello, por lo que todavía no ha desplegado todo su potencial. Pero lo que está claro es que se trata de la primera tecnología de su clase que ofrece a los trabajadores una protección tan fiable para estas zonas. El producto puede ayudar a mejorar la concentración y el rendimiento, reducir la transpiración y evitar los síntomas de estrés térmico. Además, es el único sistema compatible con todos los cascos Centurion, demostrado mediante los correspondientes ensayos de rendimiento. Aunque los productos de tecnología húmeda son relativamente económicos en el momento de la compra, cuando se trata de proteger a los empleados contra las serias consecuencias en productividad y salud de las dolencias asociadas al calor, lo más recomendable es invertir un poco más en refrigeración seca para alcanzar un nivel de protección más elevado y garantizar el bienestar y la confianza de todos.

REFERENCES:

Venugopal, V., Chinnadurai, J., Lucas, R. and Kjellstrom, T. (2016). «Occupational Heat Stress Profiles in Selected Workplaces in India». International Journal of Environmental Research and Public Health 2016, [en línea] vol. 13(89), pp. 1-13. Disponible en: www.mdpi.com/journal/ijerph [consultado el 25 de abril de 2018].

www.hse.gov.uk, (2013). Health and Safety Executive (HSE) – Heat stress in the workplace, a brief guide. [en línea] Disponible en: www.hse.gov.uk/pubns/indg451.htm [consultado el 25 de abril de 2018].

Inside Climate GmbH. Russ, C. (2018). «Evaluation of "dry cap" – Microclimate measurement between human skin and test objects over time under physical activity». Universidad de Ciencias Aplicadas de Múnich (Alemania).



AUTOR: ROD KING

Rod es un ingeniero mecánico plenamente cualificado que inició su carrera profesional en el Ministerio de Defensa británico, donde trabajó en áreas muy diversas, como la aviación, los sistemas hidráulicos, los sistemas de combustibles y los sistemas de filtrado.

Posteriormente trabajó como ingeniero sénior de ensayo y desarrollo, responsable de monitorización de estado, en numerosos sectores industriales como la aviación, los sistemas hidráulicos, la generación de energía y las plataformas petroleras y gasísticas. Mientras trabajaba en esos sectores se convirtió en jefe de ensayo de productos para normas ISO, incluida la certificación CE y ATEX, junto con el desarrollo de nuevos productos. Rod ha sido miembro del Comité Técnico TC6 «Control de contaminación» de la British Fluid Power Association (BFPA), desde donde ha redactado y perfeccionado diversas normas y directivas británicas.

Desde que forma parte de Centurion, Rod se ha convertido en el representante técnico en numerosos proyectos de sistemas de seguridad para zonas por encima de la cabeza y es responsable de ensayos dentro de esos equipos de proyecto. También es miembro del PH2, el comité británico para la protección de los ojos y la cara.



DIRECTOR/COPROPIETARIO DE INUTEQ® INTERNATIONAL B.V. ERIC PELLIS

INUTEQ® es una empresa con sede en Holanda, líder mundial en el desarrollo y fabricación de tecnologías innovadoras de refrigeración personal.

INUTEQ® lleva en su ADN el empeño por crear las mejores soluciones posibles para un entorno cómodo y fresco para personas y animales.

Eric es un ejecutivo internacional de ventas y operaciones, con experiencia sobre el terreno, que se encarga de proyectos especiales en INUTEQ®.

