

Guía para desarrollo de capacidades en prevención de la enfermedad renal crónica no tradicional para docentes y estudiantes de la especialidad de salud ocupacional en Colegios Técnicos Profesionales de la Región Chorotega de Costa Rica



Guía para desarrollo de capacidades en prevención de la enfermedad renal crónica no tradicional para docentes y estudiantes de la especialidad de salud ocupacional en Colegios Técnicos Profesionales de la Región Chorotega de Costa Rica

Douglas Barraza¹, Fidelia Solano-Gutiérrez², Dusting Oreamuno-Álvarez², Tannia Araya-Solano³, Andrés Robles-Ramírez³, Yisenia Rodríguez Pérez⁴, Hazel Murillo Fallas⁵, Maritzenia López Briceño⁴, Johnnattan Sánchez López⁴, Yadith Martínez Álvarez⁶, Noilyn Mora Chinchilla⁷, Lisa Herrera Araya⁷, Tatiana Camacho Chavarría⁸, Alissa Díaz Santamaría⁶, Axel Bejarano Ugarte⁹, Meraly Ulate Morales⁹, Hazel Rodríguez Duarte⁹ y Madison Campos Miranda⁹

- 1 Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional de Costa Rica.
- 2 Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, Universidad Técnica Nacional, Sede Guanacaste, Costa Rica.
- 3 Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- 4 Especialidad de Salud Ocupacional, Colegio Técnico Profesional Cañas, Costa Rica.
- 5 Instituto Profesional de Educación Comunitaria (IPEC-Liberia), Costa Rica.
- 6 Especialidad de Salud Ocupacional, Colegio Técnico Profesional de Sardinal, Carrillo, Costa Rica.
- 7 Especialidad de Salud Ocupacional, Colegio Técnico Profesional de Carrillo, Carrillo, Costa Rica.
- 8 Instituto Profesional de Educación Comunitaria (IPEC-Cañas), Costa Rica y Colegio Técnico Profesional de Tronadora, Tilarán, Costa Rica.
- 9 Estudiantes asistentes de la carrera de Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente, Universidad Técnica Nacional Sede Guanacaste, Costa Rica.

613.62

B269g

Barraza, Douglas, autor/a.

Guía para el desarrollo de capacidades en prevención de la enfermedad renal crónica no tradicional para docentes y estudiantes de la especialidad de salud ocupacional en colegios técnicos profesionales de la Región Chorotega de Costa Rica / Douglas Barraza, Fidelia Solano-Gutiérrez, Dusting Oreamuno-Álvarez, Tannia Araya-Solano, Andrés Robles-Ramírez [y otros trece]. -- 1 edición. -- Cartago : Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2025.

75 páginas ; 21.59 x 27.94 cm : ilustraciones, diagramas, gráficos.

Referencias bibliográficas.

ISBN: 978-9930-617-99-1

ISBN: 978-9930-656-00-6 (e-book)

1. Salud ocupacional -- Enseñanza -- Región Chorotega -- Costa Rica.
2. Enfermedad renal crónica no tradicional -- Prevención. 3. Enfermedades profesionales -- Prevención. 4. Formación docente -- Costa Rica. 5. Estudiantes -- Colegios técnicos -- Costa Rica. 6. Educación en salud ocupacional -- Colegios técnicos -- Costa Rica.
7. Higiene industrial -- Enseñanza. 8. Guías. I. Solano-Gutiérrez, Fidelia, autor/a. II. Oreamuno-Álvarez, Dusting, autor/a. III. Araya-Solano, Tannia, autor/a. IV. Robles-Ramírez, Andrés, autor/a. V. Rodríguez-Pérez, Yisenia, autor/a. VI. Murillo-Fallas, Hazel, autor/a. VII. López-Briceño, Maritzenia, autor/a. VIII. Sánchez-López, Johnnattan, autor/a. IX. Martínez-Álvarez, Yadith, autor/a. X. Mora-Chinchilla, Noilyn, autor/a. XI. Herrera-Araya, Lisa, autor/a. XII. Camacho-Chavarría, Tatiana, autor/a. XIII. Díaz-Santamaría, Alissa, autor/a. XIV. Bejarano-Ugarte, Axel, autor/a. XV. Ulate-Morales, Meraly, autor/a. XVI. Rodríguez-Duarte, Hazel, autor/a. XVII. Campos-Miranda, Madison, autor/a. XVIII. Título.

Índice de contenidos

Glosario	7
Introducción.....	9
Comprendiendo la ERCnt: protegiendo nuestra salud de una amenaza invisible.....	9
¿Qué es el calor?	11
¿Cómo se transfiere el calor?	11
¿Quiénes se exponen al calor?	12
Metodología	13
Unidad 1. Generalidades	14
¿Cuáles son las consecuencias de la exposición a calor?	14
Diferencia entre enfermedad renal crónica y enfermedad renal crónica no tradicional.....	16
Actividad 1. “El Calor”	17
Actividad 2 “Marco legal”	18
Actividad 3. Exposición al calor.	19
Actividad 4. Consecuencias negativas del calor.....	20
Unidad 2. Enfermedad Renal Crónica no tradicional.	21
Tema 1: Diferencia entre la ERC y la ERCnt.	21
Actividad 1. Cuadro comparativo.	21
Tema 2. Situación actual de la ERC y la ERCnt a nivel mundial, mesoamericano y nacional.	22
Actividad 2. Termómetro de la situación.	22
Tema 3. Medición de la Enfermedad Renal Crónica no Tradicional.	23
Actividad 3. Experimentos de parámetros biológicos.	23
Percepción del riesgo a la ERCnt	25
Unidad 3. Métodos de evaluación.....	27
Tema 1. Casos de evaluación de exposición al calor - Método TGBH (WBGT siglas en inglés).	27
Cálculo de metabolismo y determinación de exposición a estrés térmico por calor.....	34
CASO 1. CTP Carrillo – Sección Nocturna.....	34
CASO 2. CTP Cañas – Sección Diurna.....	35
CASO 3. CTP Cañas – Sección Nocturna	36
CASO 4. CTP Sardinal – Sección Nocturna	37
CASO 5. CTP Tronadora, Tilarán.....	38
Estudio DE CASOS	39
CASO 1: Cocineras en Feria Gastronómica al aire libre.	40
CASO 2: Equipo de mantenimiento de zonas verdes en parques públicos.....	40
CASO 3: Obrero en reparación de calles.....	41
CASO 4: Recolectores agrícolas en campo abierto.	41
CASO 5: Equipo de jardinería escolar.	42
CASO 6: Pintores de señalamiento vial.	42
CASO 7: Guarda parques en patrullaje.....	43
CASO 8: Personal de limpieza de playas.....	43
CASO 9: Técnicos en instalación de paneles solares.	44
Tema 2. Métodos alternativos.....	45
Tema 3. Índice de Calor	45
CASO 1: Tareas en el exterior	49
CASO 2: Mantenimiento en el Valle Central	49
CASO 3: Labores agrícolas en la Región Chorotega	49
CASO 4: Trabajo de Oficina en un Muelle de Carga	50
Referencias.....	51

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Comparativo entre ERC tradicional y ERCnT	16
Cuadro 2.	Valores de tasa metabólica (UNE-EN ISO 7243:2017)	28
Cuadro 3.	Suplemento para la tasa metabólica debida a las posturas del cuerpo	29
Cuadro 4.	Tasa metabólica para la carga de trabajo según la parte del cuerpo implicada.....	30
Cuadro 5.	Tasa metabólica para actividades específicas.	30
Cuadro 6.	Valores de los CAV según la vestimenta (UNE-EN ISO 7243:2017).	31
Cuadro 7.	Criterios de selección para el TLV y valores de acción para la exposición al estrés térmico según la actividad (TLVs® and BEIs® ACGIH 2018).	33
Cuadro 8.	Nivel de riesgo según el índice de Calor.....	46
Cuadro 9.	Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo.	47

Índice de figuras

Figura 1.	Riesgo percibido a la ERCnT en conjunto secciones nocturnas y diurnas (n=90).....	25
Figura 2.	Riesgo percibido por los estudiantes de las secciones diurnas (Cañas, Sardinal y Tronadora) (n=45).	26
Figura 3.	Riesgo percibido por los estudiantes de las secciones nocturnas (Cañas, Sardinal y Carrillo) (n=45).....	26
Figura 4.	Valores de referencia del TGBHeff (UNE-EN ISO 7243:2017)	32
Figura 5.	Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Carrillo, Guanacaste (nocturno) – 24/09/2024	34
Figura 6.	Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Cañas, Guanacaste (diurno) – 26/09/2024.....	35
Figura 7.	Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Cañas, Guanacaste (nocturno) – 26/09/2024	36
Figura 8.	Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Sardinal, Guanacaste (nocturno) – 26/09/2024	37
Figura 9.	Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Tronadora, Tilarán - Guanacaste (diurno) – 27/09/2024	38
Figura 10.	Índice de calor relación entre la temperatura y humedad relativa	46

Glosario

- **Aclimatación:** Adaptaciones fisiológicas del cuerpo humano, para hacer frente a las condiciones ambientales (calor) del lugar de trabajo (Consejo de Salud Ocupacional, 2025).
- **Bebida isotónica:** Se llaman bebidas isotónicas, a las bebidas con gran capacidad de rehidratación. Incluyen en su composición bajas dosis de sodio, normalmente en forma de cloruro de sodio o bicarbonato sódico, azúcar o glucosa y, habitualmente, potasio y otros minerales (Decreto N°39147, 2015).
- **ERC:** Enfermedad Renal Crónica (Ministerio de Salud, 2018).
- **ERCnt:** Enfermedad Renal Crónica no tradicional. (Ministerio de Salud, 2018).
- **Estrés térmico por calor:** Corresponde a la carga neta de calor a la que las personas trabajadoras están expuestas y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan (Decreto N°39147, 2015).
- **Factor de riesgo:** Es toda circunstancia o situación que aumenta las probabilidades para una persona o grupo de personas de sufrir un daño a su salud (Decreto N°39147, 2015).
- **Índice de calor:** Es la combinación de la temperatura en grados centígrados y la humedad relativa en un solo valor. Es una herramienta sencilla y útil para evaluar y cualificar la sensación térmica (Decreto N°39147, 2015).
- **La humedad relativa:** Es una medida que muestra la cantidad de humedad en el aire (Vera, 2018).
- **Manifestaciones clínicas por sobrecarga térmica:** Insolación, agotamiento por calor, calambres por calor, sarpullido, golpe por calor (Decreto N°39147, 2015).
- **Metabolismo basal:** Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.) (Nogareda, 2014).
- **Metabolismo:** Se entiende como metabolismo el proceso químico que hace el cuerpo para transformar los alimentos que ingerimos en energía, el cual es la energía que necesita el cuerpo para poder moverse (Nogareda, 2014).
- **Nivel de riesgo:** Es el grado de probabilidad de que las personas trabajadoras puedan sufrir manifestaciones clínicas por exposición a sobrecarga térmica. Estos valores se dividen, según el Índice de calor, en cuatro niveles de riesgo donde en el nivel I es posible que exista fatiga con exposiciones prolongadas y actividad física; nivel II posible insolación, calambres y agotamiento por exposición prolongada y actividad física; nivel III donde hay

probable insolación, calambres y agotamiento por exposición prolongada y actividad física, en el nivel IV probabilidad de golpe de calor.

- **Prevención:** Medida o disposición que se toma de manera anticipada para evitar que se den los efectos negativos en la salud y seguridad de los trabajadores (Decreto N°39147, 2015).
- **Pruebas de función renal:** Son pruebas vitales para la determinación de la capacidad de operación de los riñones (Decreto N°39147, 2015).
- **Sobrecarga térmica:** Es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico por calor, que implica la cantidad del calor que ha de intercambiar el organismo con el medio ambiente, para que este permanezca en equilibrio térmico (Decreto N°39147, 2015).
- **Tasa metabólica:** La tasa metabólica, o gasto metabólico es un proceso biológico que transforma la energía química de los alimentos en energía, esta tasa mide el gasto energético del cuerpo y se expresa en unidades como kilocalorías (kcal) (Nogareda, 2014).
- **Temperatura de globo y bulbo húmedo (TGBH):** Índice simple del ambiente que se considera junto con la tasa metabólica para evaluar el potencial de estrés térmico por calor entre los expuestos a condiciones de calor, esta definición también se puede encontrar con las siglas en inglés WBGT (INTE/ISO 7243, 2022).
- **Temperatura efectiva de globo y bulbo húmedo (TGBH efectiva):** Valor TGBH ajustado por los efectos de la ropa (INTE/ISO 7243, 2022).
- **Valor de ajuste de la ropa (CAV, por sus siglas en inglés):** Ajuste del valor TGBH para tener en cuenta los efectos de la ropa que tiene propiedades térmicas diferentes de las de la ropa de trabajo estándar (INTE/ISO 7243, 2022).
- **Vulnerabilidad:** Se refiere a cuán susceptibles somos, a los peligros que nos rodean (Blanco et al., 2010).

Introducción

Comprendiendo la ERCnt: protegiendo nuestra salud de una amenaza invisible

En los últimos años, las comunidades en Costa Rica —especialmente en la Región Chorote-ga— han enfrentado un creciente desafío de salud: una condición llamada Enfermedad Renal Crónica de causas no tradicionales, o ERCnt. A diferencia de las formas más comunes de enfermedad renal, que a menudo están relacionadas con la diabetes o la presión arterial alta, la ERCnt afecta a personas que no padecen estas condiciones. Muchos de los afectados son hombres jóvenes y previamente sanos que trabajan al aire libre en la agricultura, la construcción u otros oficios de alta exigencia física bajo el sol intenso.

Los riñones son órganos vitales que filtran los desechos y el exceso de agua de nuestra sangre, ayudando a mantener nuestros cuerpos equilibrados y saludables. Cuando los riñones se dañan, no pueden realizar bien estas funciones, lo que lleva a acumulaciones peligrosas de desechos en el cuerpo. En la enfermedad renal crónica, este daño ocurre lentamente, a lo largo de meses o años, a menudo sin síntomas claros al principio. Cuando una persona se siente enferma, es posible que los riñones ya hayan perdido gran parte de su función.

Investigadores y profesionales de la salud en Costa Rica y otros países de Centroamérica han estado estudiando la ERCnt durante más de dos décadas. Han descubierto que esta forma de enfermedad renal parece estar relacionada con el estrés térmico por calor y la deshidratación, especialmente entre los trabajadores que pasan largas horas bajo altas temperaturas sin suficiente descanso, sombra, agua y protección. Otros posibles factores contribuyentes incluyen la exposición a agroquímicos, el acceso deficiente a agua potable y el esfuerzo físico del trabajo intenso. Estas condiciones son particularmente comunes en regiones agrícolas como Guanacaste, donde se cultivan la caña de azúcar y otros productos.

La ERCnt no es sólo un problema médico, también es un problema social y ambiental. Afecta a familias, comunidades y economías locales. Cuando los trabajadores jóvenes se enferman, es posible que ya no puedan trabajar, lo que impacta el bienestar de sus familias. En muchos casos, hay pocas opciones de tratamiento, especialmente en zonas rurales, y la insuficiencia renal puede ser fatal sin diálisis o un trasplante.

Por eso la educación y la prevención son tan importantes. Al aprender desde temprana edad cómo proteger nuestros riñones, podemos reducir el riesgo de ERCnt en el futuro. Tomar suficiente agua, tomar descansos en la sombra, evitar la exposición innecesaria al calor o a productos químicos tóxicos y reconocer las señales tempranas de deshidratación pueden marcar una gran diferencia. Las escuelas, los colegios, las familias y las comunidades tienen

un papel que desempeñar en la promoción de hábitos saludables y condiciones de trabajo seguras.

Esta iniciativa educativa, financiada parcialmente por CONARE (Consejo Nacional de Rectores) en Costa Rica, dentro de la Comisión de Vicerrectores de Docencia y con la participación de las tres universidades públicas que atienden la salud ocupacional en el país a saber: la Universidad Nacional de Costa Rica por medio del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), la Universidad Técnica Nacional Sede Guanacaste mediante la carrera de Ingeniería en Salud Ocupacional y Ambiente (ISOA) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica por medio de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental (EISLHA) en colaboración con las y los docentes de la especialidad de Salud Ocupacional de los Colegios Técnicos Profesionales (CTP) de Cañas, Tronadora, Sardinal y Carrillo en Guanacaste tiene como objetivo ayudar a los jóvenes a comprender qué es la ERCnt, por qué es importante y cómo pueden ayudar a prevenirla, tanto para ellos mismos como para sus comunidades.

Aunque este programa se enfoca en la Región Chorotega, estamos seguros que su aplicabilidad se puede dar en todos los CTP que brindan la especialidad en todo el país. Al sensibilizar hoy, podemos ayudar a proteger la salud de los trabajadores, las familias y las comunidades del mañana.

¿Qué es el calor?

El calor está definido como una forma de energía que se mueve o se transfiere entre diferentes cuerpos que se encuentran a una distinta temperatura, siempre fluyendo del objeto de mayor temperatura a otro que se encuentre a una menor temperatura.

¿Cómo se transfiere el calor?

El calor tiene tres diferentes maneras de conducirse, a continuación se detallan:

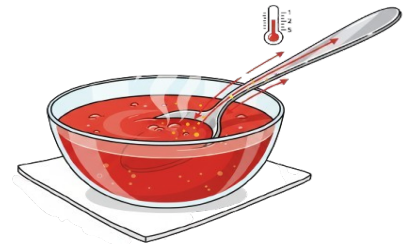
- **Conducción:**

La conducción consiste en la propagación de calor entre dos cuerpos o en diferentes partes de un mismo cuerpo en diferentes temperaturas debido a una agitación térmica. Siendo este un proceso de movimiento entre moléculas de una zona con menor calor a la zona de mayor calor, principalmente dándose entre materiales sólidos.

Ejemplo:

¿Qué pasa si se deja una cuchara de metal en una sopa muy caliente?

Después de un rato, la cuchara se calienta. El calor viaja por el metal desde la parte que se encuentra sumergida hasta donde se está sujetando, ya que este al ser de metal es un buen conductor de calor.



- **Convección:**

La convección es la transferencia de calor que ocurre en los fluidos (líquidos o gases). En este caso, el calor se mueve por el propio movimiento de fluido. Las partes más calientes del líquido o gas se vuelven menos densas y suben, en cambio, las partes más frías y densas bajan para tomar su lugar. Este movimiento circular de subida y bajada es lo que transfiere el calor.

Ejemplo:

¿Qué pasa cuando se pone agua a hervir en una olla?

Por inercia, el agua que se encuentra en el fondo se calienta primero. Esa agua caliente sube, y el agua más fría de la superficie empezará a bajar para calentarse, esto crea un movimiento de “remolino” dentro de la olla.



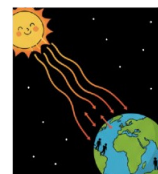
- **Radiación:**

La radiación es la transferencia de calor a través de ondas de energía, como las ondas de luz o de radio. Esta es la única forma de transferencia que no requiere la existencia de un material (sólido, líquido o gas) para que el calor se mueva. Es por ello que el calor puede viajar por el espacio vacío.

Ejemplo:

¿Sientes el calor del sol en tu piel?

Ese calor viaja por millones de kilómetros por el espacio vacío en forma de ondas. Estas ondas de energía calientan todo lo que se encuentre a su paso, como la Tierra.



¿Quiénes se exponen al calor?

Las personas con un mayor índice de exposición al calor son aquellas que desarrollan sus labores en ambientes al aire libre o en lugares donde las temperaturas alcanzan niveles muy altos. Entre ellas se encuentran los trabajadores agrícolas, quienes permanecen largas horas bajo el sol realizando actividades de siembra y cosecha. De igual manera, los trabajadores de la construcción y actividades viales enfrentan condiciones similares, ya que su labor exige esfuerzo físico intenso en espacios abiertos y con deficiente protección frente a la radiación solar.

Otros sectores que también se ven afectados son la minería, debido a que se trabaja en zonas cerradas con poca ventilación y maquinaria que incrementa la temperatura. La pesca, donde las personas se exponen a jornadas prolongadas bajo el sol en altamar asimismo las personas que realizan jardinería o paisajismo que desarrollan actividades de mantenimiento y limpieza en jardines y se exponen a condiciones de calor extremo.

Asimismo, los vendedores ambulantes deben permanecer en la vía pública sin acceso constante a sombra o hidratación, lo que incrementa su vulnerabilidad.



Fuente: Elaboración propia con base de datos de Ministerio de Salud (2018)

Metodología

Para desarrollar la guía que usted tiene enfrente suyo, intentamos hacerla lo más participativa posible, con el propósito de que sea de utilidad para los fines que fue creada: promover la prevención de la enfermedad renal crónica no tradicional desde edades muy tempranas.

Las técnicas aquí presentadas siguieron los lineamientos del Compendio de estrategias para la mediación pedagógica 2020 (Ministerio de Educación Pública [MEP], 2024) facilitadas por el cuerpo docente de los CTP.

Para explorar la percepción del riesgo a la enfermedad renal crónica no tradicional nos basamos en la Nota Técnica de Prevención 578 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España (INSST) (Portell y Solé, 2001).

Todos los datos de mediciones del estrés térmico por calor se hicieron con medidores de estrés térmico (TGBH) debidamente calibrados pertenecientes a las tres universidades participantes. Los estudiantes partícipes de cada uno de los CTP eligieron puestos de trabajo donde consideraban exposición a calor, con los cuales se realizaron ejercicios prácticos para determinar si con las condiciones térmicas existentes, relacionándolas con el metabolismo estimado para cada actividad, existe o no, exposición a estrés térmico por calor.

La co-creación de esta guía se hizo presentando los borradores a docentes y estudiantes e incorporando toda la realimentación que nos fueron dando en el proceso.

Unidad 1.

Generalidades

¿Cuáles son las consecuencias de la exposición a calor?

Las consecuencias por exponerse a calor van a depender de los factores de riesgo, que se refieren a cualquier condición, situación o elemento que aumenta la probabilidad de que ocurra un incidente que afecte la seguridad, salud o bienestar de las personas en el entorno laboral (ISO, 2018), dentro de los cuales se pueden nombrar los siguientes factores:

- **Climáticos:**

Se refiere a la exposición a temperaturas y humedades relativas altas, ventilación escasa ya que, al aumentar la velocidad del aire, disminuye la sensación de calor porque se facilita la pérdida de calor por convección y por evaporación; y a la exposición directa a los rayos del sol.



- **Relacionados con la tarea:**

Son los elementos o características que rodean una actividad como suministro de agua fresca, alimentación, hidratante, realización de trabajo físico intenso, pausas de recuperación insuficientes y uso de equipos de protección que impidan la evaporación del sudor.



- **Personales:**

Las condiciones personales como la aclimatación, condición física, antecedentes médicos tales como: enfermedades del sistema cardiovascular, respiratorias, diabetes o insuficiencia renal; uso de medicamentos, consumo de alcohol, peso y edad, también pueden influir en las consecuencias por exponerse a calor.



Para responder la pregunta sobre las consecuencias por exposición a calor, estas pueden ser leves o graves (Flouris et al, 2024) y a continuación las describiremos:

- **Leves**

Calambres

Es un tipo de espasmo o contracción muscular relacionada con el calor que se produce durante o después del esfuerzo físico en condiciones de calor, generalmente está acompañada de deshidratación y pérdida de electrolitos causada por la sudoración excesiva (McGregor et al., 2015).

Edema por calor

Presentarse como respuesta a la exposición prolongada a condiciones de calor y humedad, afecta a los vasos sanguíneos, lo que provoca hinchazón en manos, tobillos y piernas (Gauer et al., 2019).



Fatiga

El cuerpo requiere eliminar el calor, por lo que envía una cantidad de flujo sanguíneo a la circulación cutánea, reduciendo la circulación en los músculos activos, percibiendo el trabajo físico más difícil, y esto puede sobrepasar la capacidad del cuerpo para enfriarse y la aparición más temprana de la fatiga y espasmos musculares (Kenny et al., 2018).

Sarpullido

Se produce por la obstrucción de las glándulas sudoríparas durante la exposición a calor, lo que provoca la inflamación de los conductos ecrinos, pueden aparecer en el cuello, el pecho, las ingles y las axilas (Trakatelli, 2016).



• Graves

Accidentes y lesiones

Varghese et al. (2018), en su revisión indican una relación sólida, aunque variable, entre la temperatura exterior y el riesgo de lesiones laborales, que varía según la demografía de las personas (edad, género, ocupaciones e industrias). Con el aumento en las temperaturas se podría esperar un aumento en los accidentes y lesiones laborales y las pérdidas de productividad asociadas.



Agotamiento

Se produce cuando el cuerpo se esfuerza y requiere enviar sangre a los músculos y a la piel para eliminar calor, si la temperatura corporal central alcanza los 39°C o más, existe un riesgo de daño a los órganos y tejidos (Flouris et al., 2024).

Enfermedades cardiovasculares

La exposición a altas temperaturas desencadena mecanismos de compensación para liberar el calor del cuerpo, ya sea por vasodilatación o sudoración. El corazón con alguna patología sometido a estrés y demanda de oxígeno puede producir infartos, paro cardiorrespiratorio (Crandall et al., 2010).



Enfermedades respiratorias

La exposición excesiva a calor puede agravar las enfermedades respiratorias, debido a que el calor excesivo se asocia con un mayor riesgo de inflamación de las vías respiratorias y una mayor presión sobre el sistema cardiovascular, esto por el esfuerzo que hace el cuerpo para regular la temperatura debido al intento del cuerpo de termo regularse (WHO, 2021).

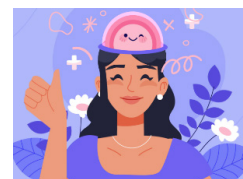


Golpe por calor

Se produce cuando se produce cuando se realiza una actividad física intensa en un ambiente caluroso y el cuerpo no puede enfriarse, suele suceder en personas no aclimatadas. Consiste en el fallo multiorgánico cuando se produce calor corporal de forma excesiva, ya sea porque la temperatura ambiental es excesiva o porque la temperatura ambiental es elevada o porque los mecanismos de eliminación de calor del cuerpo no se dan de forma adecuada. Pueden darse desmayos debido a esto (Zaragozano et al, 2013).

Salud mental

La exposición al calor ocupacional se asoció con consecuencias para la salud mental, como estrés, ansiedad, trastornos mentales y agotamiento profesional (Florez-Acevedo et al, 2025).



Diferencia entre enfermedad renal crónica y enfermedad renal crónica no tradicional

Anteriormente se mencionaron aspectos relacionado la ERCnT, en la siguiente tabla se mostrará un resumen comparativo entre la enfermedad renal crónica (ERC) tradicional y la no tradicional (Cisneros-García et al, 2023; Rao et al, 2023; Wesseling et al, 2020; Lozier et al, 2016; Yang et al, 2025; Ferreira et al, 2016).

Cuadro 1. Comparativo entre ERC tradicional y ERCnT

Característica	ERC tradicional	ERCnT
Causas	Diabetes, hipertensión, enfermedades glomerulares, nefropatía vascular	Ausencia de las causas clásicas
Grupo de personas que afecta	Frecuentemente adultos mayores	Frecuentemente en personas menores a 60 años
Factores de riesgo predominante	Hipertensión, glicemia alterada, obesidad	Estrés térmico, deshidratación, exposición ocupacional, contaminantes ambientales.
¿Cómo prevenir?	Control de presión arterial, glucosa, lípidos, evitar nefrotoxinas	Mejorar condiciones laborales, hidratación adecuada, protección frente al calor

Actividad 1. “El Calor”

Objetivo: Comprender el concepto de calor, identificar sus características e interpretar su importancia mediante una actividad participativa.

“Cómic del Calor”

Instrucciones:

En grupos pequeños, crean un **mini-cómic de 4 viñetas** que represente:

¿Qué es el calor?

Una característica del calor

Una situación donde es importante

Un mensaje final (Ej: “¡Sin calor no habría vida!”)

Luego exponen su cómic al grupo.

Materiales:

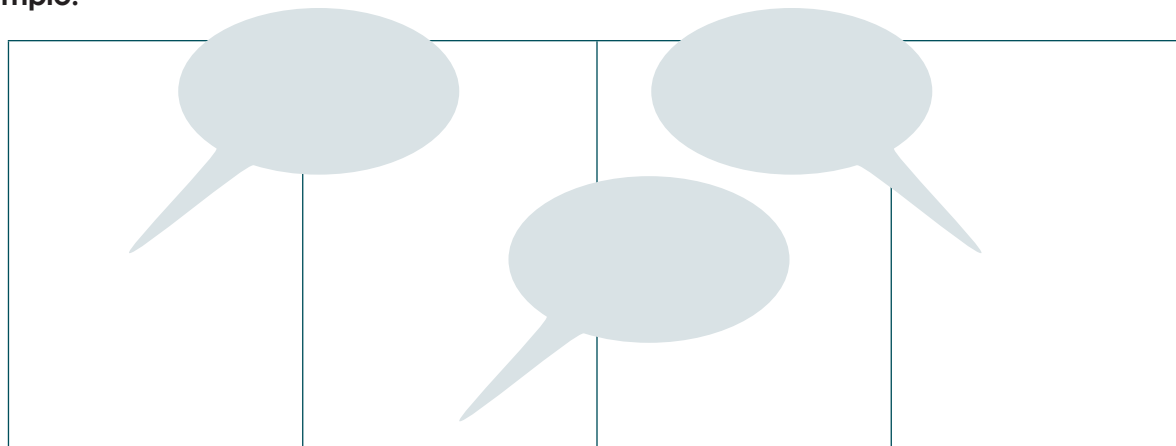
Hojas blancas.

Crayolas o marcadores.

Tijeras.

Goma.

Ejemplo:



Evaluación formativa (rápida y divertida):

Al final, cada estudiante completa una frase en su cuaderno:

“Hoy aprendí que el calor _____.”

“Una característica del calor es _____.”

“Es importante porque _____.”

Actividad 2 “Marco legal”

Objetivo: Relacionar el concepto de **calor como riesgo físico laboral** con las **normativas legales nacionales e internacionales** para la protección de la salud de los trabajadores.

“Detectives del Calor”

Instrucciones:

- Se forman equipos de 3-4 estudiantes.
- Cada equipo es un **grupo de detectives** que debe resolver el “caso del calor peligroso”.
- Reciben un **sobre con 6 pistas**:
 - Ejemplos de riesgos por calor
 - Medidas de prevención
 - Frases de leyes reales (con algunas incompletas o falsas)
 - Citas de normas nacionales e internacionales (ej. INTE 31-06-06-20, Reglamento General de Seguridad e Higiene, OIT Convenio 155, OSHA sección 1910)



Objetivo del equipo:

Relacionar cada pista con la **normativa correcta**, y luego escribir en su hoja de trabajo:

PISTA O SITUACIÓN	LEY O NORMA QUE LA REGULA	ACCIÓN PREVENTIVA RECOMENDADA
Trabajador expuesto al sol directo 5 horas	Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo (CR)	Proveer sombra, pausas, hidratación
Temperatura en el taller supera los 32°C	INTE/ISO 7243	Evaluar con índice TGBH y tomar acciones

Cierre tipo concurso

Cada grupo presenta **1 situación real** y explica:

- Qué dice la ley nacional o internacional sobre eso.

Qué medida preventiva aplicaría.

Materiales: Sobres con pistas (fichas de papel). Hojas de trabajo con tabla para rellenar. Rótulos de instituciones (MTSS, INTECO, OSHA, OIT, etc.) Cinta adhesiva o pizarrón.

Actividad 3. Exposición al calor.

Objetivo: Identificar ocupaciones que se exponen al calor extremo y reflexionar sobre sus riesgos y condiciones laborales.

“¡Adivina quién sufre el calor!”

- Se divide a la clase en grupos de 3-5 personas.
- Un voluntario de cada grupo se coloca una tarjeta en la frente sin verla (puede decir: “panadero”, “soldador”, “jardinero”, “cocinero”, etc.)
- El grupo debe brindar pistas sin decir directamente la ocupación. Ej:
 - “Trabajas con fuego”
 - “Estás en una construcción bajo el sol”
 - “Te proteges con delantal y casco”



Gana el grupo que adivine más ocupaciones correctamente en 5 minutos.

Reflexión guiada: Escribe en el pizarrón las ocupaciones que salieron. Luego contesta:

- ¿Qué tienen en común estos trabajos?
- ¿Cómo se pueden proteger esas personas del calor?
- ¿Conocen a alguien que trabaje así?

Puedes hacer un breve cuadro o lista en el cuaderno:

Ocupación	Riesgo por calor	Medida preventiva
Jardinero (ejemplo)	Exposición solar directa (ejemplo)	Hidratación, pausas a la sombra (ejemplo)

Cierre. Haz que los estudiantes dibujen **una ocupación expuesta al calor** y escriban una **frase de prevención**, por ejemplo:

“Soy soldador. El calor me afecta, pero me protejo con casco, ropa especial y pausas activas.”

Materiales: Tarjetas o rótulos con nombres de **oficios expuestos al calor**. Gorras o sombreros para simular el rol. Pizarra o papelógrafo.

Actividad 4. Consecuencias negativas del calor

Objetivo: Identificar los síntomas y consecuencias graves del golpe de calor y cómo prevenirlo.

“¡Detén el Golpe de Calor!”

- Se forma un círculo. Cada estudiante recibe una tarjeta con un **síntoma, situación, o prevención**.
- El docente dice una frase como:
 - “Persona trabajando al mediodía sin sombrero ni agua.”
 - “Dolor de cabeza fuerte + piel caliente y seca.”
- Quien tenga una **tarjeta relacionada con esa situación** se levanta y corre al centro para mostrarla.
- Luego se clasifica la situación:
 - Grave (requiere atención médica)
 - Alerta (se puede prevenir)
 - Seguro (acción correcta)



Ejemplo de tarjetas: “Náuseas”, “Beber agua cada 20 min”, “Perdió el conocimiento”, “Usar sombrero”.

Materiales: Tarjetas con situaciones de riesgo, síntomas, y acciones preventivas; semáforo de colores (rojo: peligro, amarillo: alerta, verde: seguro).

Unidad 2.

Enfermedad Renal Crónica no tradicional.

Tema 1: Diferencia entre la ERC y la ERCnt.

Actividad 1. Cuadro comparativo.

Elemento	Enfermedad Renal Crónica	Enfermedad Renal Crónica no Tradicional.
Definición		
Causas principales		
Población afectada		
Zona geográfica.		

Indicaciones generales: Establezca las semejanzas y diferencias que puedan existir entre la enfermedad renal crónica y la enfermedad renal crónica no tradicional.

Materiales: Lapiceros de colores.

Tema 2. Situación actual de la ERC y la ERCnt a nivel mundial, mesoamericano y nacional.

Actividad 2. Termómetro de la situación.

Indicaciones generales: A continuación, se presenta un termómetro dividido en tres secciones:

Parte superior: representa el nivel de exposición **más alto o crítico**.

Parte central: representa un nivel de exposición **intermedio**.

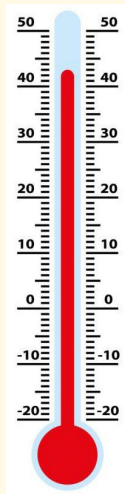
Parte inferior: representa el nivel de exposición **más bajo o leve**.

Con base en tu percepción e interpretación, ubica en el termómetro la situación de la **Enfermedad Renal Crónica (ERC)** y la **Enfermedad Renal Crónica no tradicional (ERCnt)** a nivel **mundial, mesoamericano y nacional**.

Coloca en la **parte superior** aquella región o nivel (mundial, mesoamericano o nacional) que consideres con **mayor grado de exposición o gravedad**.

En la **parte central**, ubica la situación con un **nivel intermedio de afectación**.

Y en la **parte inferior**, la que consideres con **menor exposición o menor impacto**.



_____.

_____.

_____.

Materiales: Lápiz, lapiceros.

Tema 3. Medición de la Enfermedad Renal Crónica no Tradicional.

Actividad 3. Experimentos de parámetros biológicos.

- Sangre (creatinina).

Indicaciones generales: Los estudiantes simulan que extraen "sangre" (rojo vegetal) del brazo de un compañero (sin contacto real), recolectan la muestra y la etiquetan con nombre, edad y fecha, algunas muestras se disuelven en agua para obtener diversas tonalidades de intensidad del color. Los estudiantes sumergen un papel indicador en la muestra y comparan el color obtenido con la siguiente interpretación.

Esta tabla simula niveles de creatinina: Color claro: creatinina baja, color medio: normal, color intenso: creatinina alta.

Materiales:

- Jeringas plásticas (sin aguja).
- Vasitos de plástico.
- Rojo vegetal.
- Etiquetas para nombrar a los "pacientes".
- Papelitos blancos.
- Orina (USG – TFG).

Indicaciones generales: Se simulan la recolección de muestras de orina, en las que se disuelve amarillo vegetal con agua para lograr diferentes tonalidades, se etiquetan los frascos, con nombre, edad y fecha, posterior a eso se analiza el grado de hidratación y deshidratación con la siguiente tabla comparativa:



**UTILIZANDO TU ORINA COMO
GUÍA DE AUTO-HIDRATACIÓN**

	CLARA / TRANSPARENTE Buena hidratación - Tomá 1 vaso (250 ml) de agua / hidratante. - Si estás realizando actividades físicas, tomá al menos 1 litro en las próximas 1 a 2 horas.
	OSCURA - Tal vez no estás bebiendo suficiente líquido. - Tomá de 1 a 2 vasos (250-500 ml) de agua / hidratante inmediatamente y al menos 1 litro en los siguientes 30 minutos.
	MUY OSCURA - No estás bebiendo suficiente líquido. - Tomá de 2 a 3 vasos (500-750 ml) de agua / hidratante inmediatamente y al menos 1 litro en los siguientes 15 minutos.
	MUY MUY OSCURA - Podés estar deshidratado(a). - Debés hidratarte inmediatamente con 1 litro de agua / hidratante. - Si persiste la orina de este color, consultá con tu médico.

Revisado por:
Dra. María Avelán Boza / Dr. Javier Estrada Zeledón,
Hospital Enrique Baltodano Briceño - Liberia, Guanacaste

Materiales:

Vasitos de plástico.

Amarillo vegetal.

Etiquetas para nombrar a los “pacientes”.

Realimentación de experiencias sobre la Enfermedad Renal Crónica y la Enfermedad Renal Crónica no Tradicional.

Esta estrategia permite verificar el conocimiento que tiene el o la estudiante o el grupo sobre un tema, a partir de los siguientes criterios:

- Lo que sé: es la información que la persona estudiante conoce.

-Lo que quiero saber: son las dudas o incógnitas que se tienen sobre el tema. -Lo que aprendí: permite verificar el aprendizaje significativo alcanzado.

(Qué sé, qué aprendí, qué quiero saber).

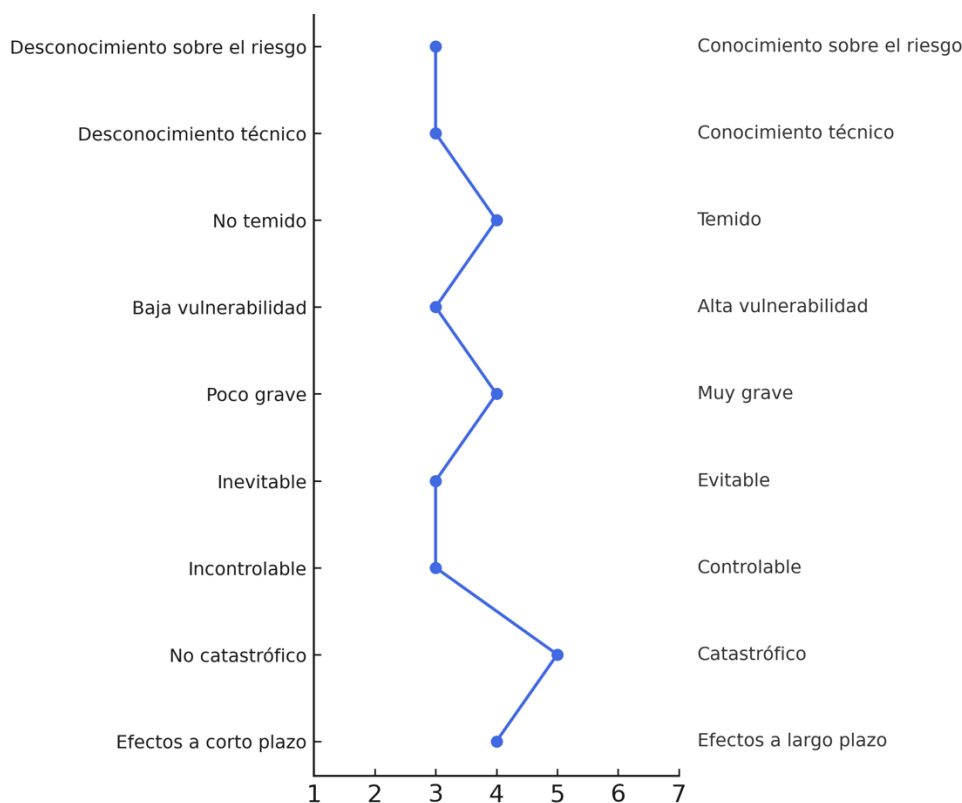
¿Qué sé?	¿Qué aprendí?	¿Qué quiero saber?

Percepción del riesgo a la ERCnt

Entender el riesgo y cómo es percibido por las personas trabajadoras y estudiantes es crucial para crear lugares de trabajo o estudios seguros, o dicho de otra manera ¿se puede reducir el riesgo laboral si las diferentes personas y grupos que forman la empresa discrepan al evaluar lo que es arriesgado? Una respuesta optimista a esta pregunta es “difícilmente”.

¿Cómo perciben el riesgo a la Enfermedad Renal Crónica no tradicional docentes y estudiantes tanto de las secciones nocturnas como las diurnas?, es lo que presentamos a continuación en las siguientes figuras.

Figura 1. Riesgo percibido a la ERCnt en conjunto secciones nocturnas y diurnas (n=90)



A nivel global, la ERCnt es considerada catastrófica, muy grave y temida, aunque el conocimiento que perciben de la misma es considerado bajo.

Figura 2. Riesgo percibido por los estudiantes de las secciones diurnas (Cañas, Sardinal y Tronadora) (n=45).

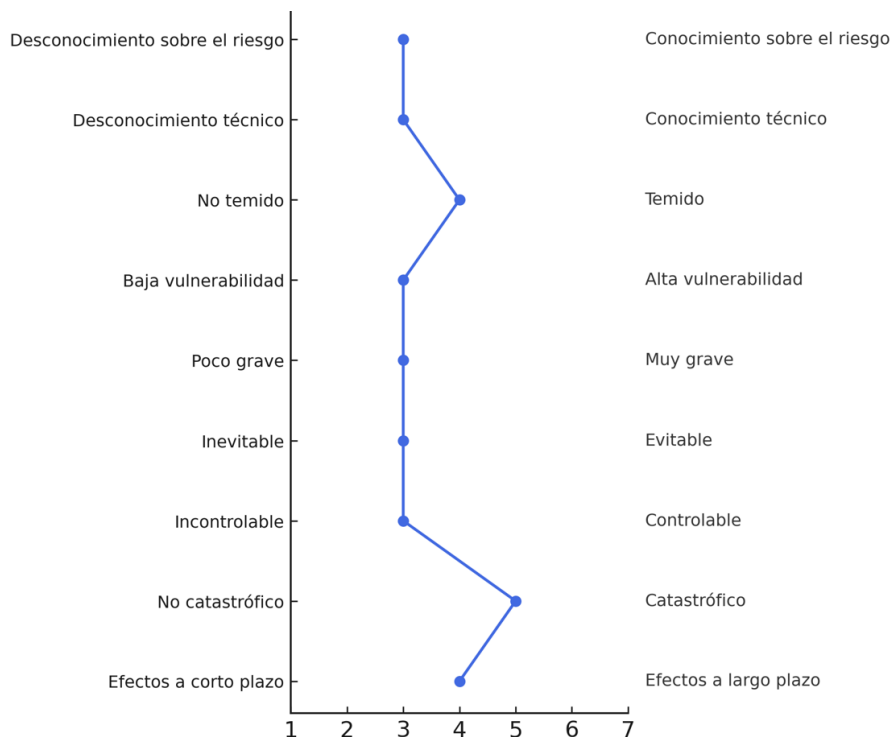
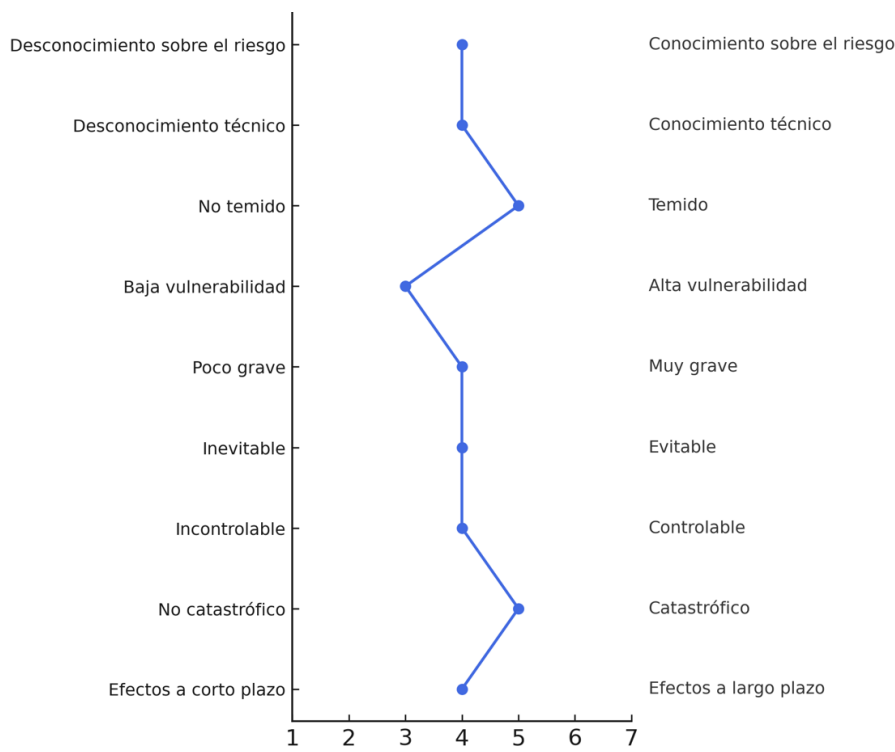


Figura 3. Riesgo percibido por los estudiantes de las secciones nocturnas (Cañas, Sardinal y Carrillo) (n=45).



Unidad 3.

Métodos de evaluación.

Tema 1. Casos de evaluación de exposición al calor - Método TGBH (WBGT siglas en inglés).

¿Qué es el TGBH?

El TGBH o WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature* por sus siglas en inglés) es un índice que combina varias variables ambientales para estimar el estrés térmico al que está expuesto un trabajador.



Mide tres parámetros principales:

- Temperatura de bulbo húmedo natural: Refleja la humedad y la evaporación del sudor;
- Temperatura de globo: Mide el efecto de la radiación solar o de fuente de calor radiante;
- Temperatura de bulbo seco: Temperatura ambiental normal.

Equipos utilizados para medir el medidor TGBH:

- Integrado: equipo electrónico que da el valor de TGBH automáticamente;
- Manual: se miden las tres temperaturas (THN, TG y TS) y se calcula el índice con la fórmula.
 - THN: Temperatura de bulbo húmedo;
 - TG: Temperatura de globo;
 - TS: Temperatura ambiente o bulbo seco.



Fórmulas del TGBH

- Al aire libre con sol directo:
$$\text{TGBH} = 0,7(\text{THN}) + 0,2(\text{TG}) + 0,1(\text{TS})$$
- En interiores o exteriores sin sol:
$$\text{TGBH} = 0,7(\text{THN}) + 0,3(\text{TG})$$

Procedimiento para el cálculo de TGBH

1. Ubicación del instrumento: Se debe colocar el medidor a la altura del trabajador expuesto.
2. Condiciones de medición: El instrumento se debe estabilizar aproximadamente entre 15 a 30 minutos.
3. Se realiza el registro de las mediciones de la temperatura bulbo húmedo, globo y seco, además se realiza el cálculo de TGBH (ver si las condiciones son exteriores o interiores).

Hora	THN Bulbo Húmedo	TS Temperatura Seca	TG Temperatura Globo	HR%	TGBHi Interior	TGBHe Exterior	Observaciones

4. Registrar la fecha, hora, posición exacta, tipo de actividad (ligera/moderada/pesada), si hay radiación solar directa, ropa/EPI usada y estado de aclimatación de la persona.
5. Determinar la tasa metabólica del trabajo en W/m² o Kcal/h.

Cuadro 2. Valores de tasa metabólica (UNE-EN ISO 7243:2017)

Clase	Tasa metabólica (W)	Actividad (ejemplo)
Descanso	115 (entre 100 y 125)	Sentado, de pie, en descanso.
Actividad ligera	180 (entre 125 y 235)	Trabajo manual ligero (escribir, teclear, dibujar, costura, contabilidad). Trabajo manual con manos y brazos (con herramientas pequeñas, inspección, clasificación, montaje o selección de materiales ligeros). Trabajo con los brazos y las piernas (conducción de vehículos en condiciones normales, activación con el pie de interruptores o pedales). Taladrado de pie (piezas pequeñas), fresado (piezas pequeñas), enrollado de bobinas y pequeñas armaduras; mecanizado con herramientas de baja potencia (taladros, amoladoras, etc.), caminar sin prisa (velocidad hasta 2,5 km/h).

Actividad moderada	300 (entre 235 y 360)	Trabajo sostenido con manos y brazos constante (clavar clavos, limar, etc.). Trabajo con brazos y piernas (conducción de camiones, tractores o máquinas de obras públicas en obras); trabajo con tronco y brazos (martillos neumáticos, acoplamiento de aperos a tractor, enyesado, manejo intermitente de pesos moderados, escardar, usar la azada, recoger frutas y verduras, tirar de o empujar carretillas ligeras, caminar a una velocidad de 2.5 km/h hasta 5,5 km/h, trabajos en forja).
Actividad alta	415 (entre 360 y 465)	Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; palear; empleo de macho o maza; empleo de sierra; cepillado o escopleado de madera dura; corte de hierba o cavado manual; caminar a una velocidad de 5,5 km/h hasta 7km/h; empujar o tirar de carros o carretillas guiadas con la mano que transporten cargas elevadas; desbarbado de fundición; colocación de bloques de hormigón.
Actividad muy alta	520 (>465)	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo; trabajo con hacha; cavado o paleado intenso; subir escaleras, rampas o escalas; caminar rápidamente a pequeños pasos; correr; caminar a una velocidad superior a 7 km/h.

Nota. Tomado de la NTP 1189 Evaluación de riesgos de estrés térmico: índice WGBT (p. 3), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2023. https://www.insst.es/noticias-insst/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wb-gt-2023-w*m-2

Cuadro 3. Suplemento para la tasa metabólica debida a las posturas del cuerpo

Postura del cuerpo	Tasa metabólica (en w*m-2)
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie e inclinado hacia delante	20

Nota. Tomado de la NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas (p. 4), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2014. <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/29-serie-ntp-numeros-996-a-1030-ano-2014/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-1011>

Cuadro 4. Tasa metabólica para la carga de trabajo según la parte del cuerpo implicada.

Parte del cuerpo		Carga de trabajo (en $w \cdot m^{-2}$)		
		Ligera	Media	Pesada
Ambas manos	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos brazos	Rango	< 130	130 a 150	> 150
Cuerpo entero	Rango	< 210	210 a 285	> 285

Nota. Tomado de la NTP 1011 *Determinación del metabolismo energético mediante tablas* (p. 4), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2014. <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/29-serie-ntp-numeros-996-a-1030-ano-2014/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-1011>

Cuadro 5. Tasa metabólica para actividades específicas.

Actividad	$W \cdot m^{-2}$
Dormir	40
Recostado	45
Descanso, sentado	55
Descanso, de pie	70
Caminar en horizontal, suelo llano y firme sin carga....	
a 2 km-h-1	110
a 3 km-h-1	140
a 4 km-h-1	165
a 5 km-h-1	200
Caminar en horizontal, suelo llano y firme con carga	
10kg, 4 km-h-1	185
30 kg, 4 km-h-1	250
Caminar cuesta arriba, suelo liso y firme sin carga	
Inclinación de 5°, 4 km-h-1	180
Inclinación de 15°, 3 km-h-1	210
Inclinación de 25°, 3 km-h-1	300
Caminar cuesta arriba, suelo liso y firme con una carga de 20 kg	
Inclinación de 15°, 4 km-h-1	270
Inclinación de 25°, 4 km-h-1	410

Nota. Tomado de la NTP 1011 *Determinación del metabolismo energético mediante tablas* (p. 4), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2014. <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/29-serie-ntp-numeros-996-a-1030-ano-2014/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-1011>

6. Se realiza el factor de ajuste de la vestimenta (CAV), en caso de que la vestimenta sea diferente (de algodón), especialmente con diferente resistencia a la evaporación, el riesgo de estrés térmico puede variar, por ello debe corregirse el índice TGBH.

Cuadro 6. Valores de los CAV según la vestimenta (UNE-EN ISO 7243:2017).

Vestimenta	Observaciones	CAVs (°C -TGBH)
Ropa de trabajo.	Ropa de trabajo confeccionada con material tejido. Es la vestimenta de referencia (camisa de manga larga y pantalón)	0
Mono de trabajo.	Confeccionado con tela, material tejido (por ejemplo, algodón).	0
Mono de trabajo confeccionado con material no tejido, tipo SMS, de una sola capa.	SMS: material fabricado mediante un proceso específico que sella (no teje) hilos de polipropileno. Transpirable	0
Mono de trabajo confeccionado con material no tejido, de poliolefinas, de una sola capa.	Material patentado hecho de polietileno (por ejemplo, Tyvek®).	2
Delantal largo y de manga larga, sobre mono de trabajo, cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua.	Delantal de forma envolvente diseñado para proteger el cuerpo, frente a salpicaduras químicas, por delante y por los lados.	4
Doble capa de tejido.	Generalmente se refiere a mono (kimono) convencional sobre la ropa de trabajo.	3
Monos cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, sin capucha (una sola capa).	Su efecto depende de la humedad ambiental, pues dificultan la evaporación del sudor. En muchos casos el efecto puede ser menor que el que indica el CAV.	10
Monos cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, con capucha (una sola capa).	Su efecto depende de la humedad ambiental, pues dificultan la evaporación del sudor. En muchos casos el efecto puede ser menor que el que indica el CAV.	11
Monos (sobre la ropa de trabajo) cuyo material de confección presenta resistencia al paso del vapor de agua, sin capucha.	-	12
Capucha (*).	Llevar capucha de cualquier tejido con cualquier conjunto de ropa.	
(*). Valor a añadir al CAV del conjunto sin capucha.		

Nota. Tomado de la NTP 1189 Evaluación de riesgos de estrés térmico: índice WGBT (p. 4), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2023. <https://www.insst.es/noticias-insst/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wbgt-2023>

7. Se determina la exposición del calor mediante la siguiente fórmula: $TGBHeff = TGBH + CAV$
8. Se debe determinar si las personas se encuentran aclimatadas o no mediante las siguientes fórmulas:

Ecuación para personas aclimatadas:

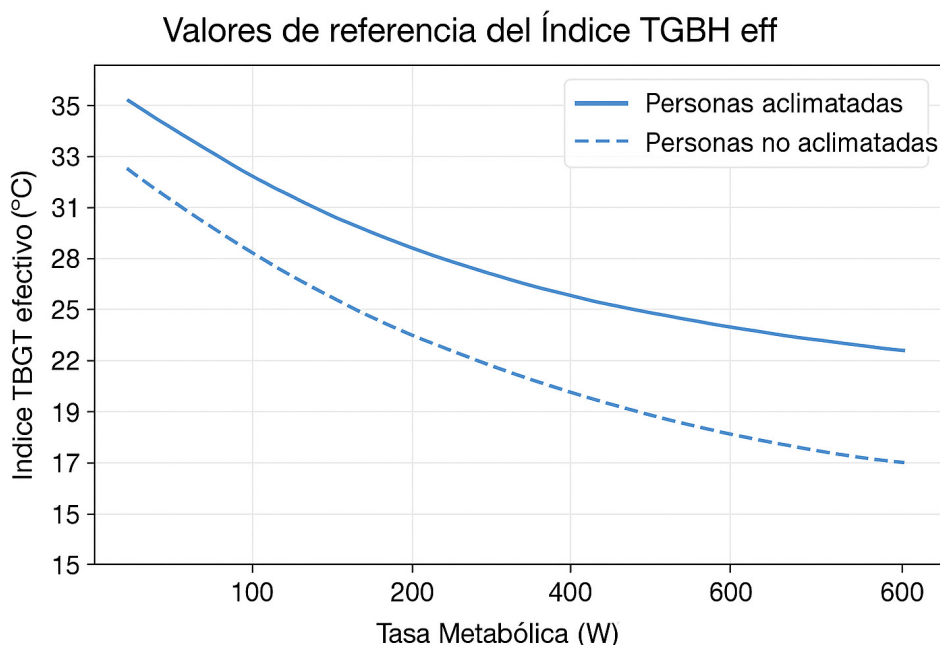
$$TGBH_{ref} = 56,7 - 11,5 \log_{10}(MM)^{\circ}C$$

Ecuación para personas no aclimatadas:

$$TGBH_{ref} = 59,9 - 14,1 \log_{10}(MM)^{\circ}C$$

9. Se marca los valores de referencia del índice de $TGBHeff$ y la tasa metabólica en la siguiente gráfica:

Figura 4. Valores de referencia del $TGBHeff$ (UNE-EN ISO 7243:2017)



Nota. Tomado de la NTP 1189 Evaluación de riesgos de estrés térmico: índice WGBT (p. 5), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2023. <https://www.insst.es/noticias-insst/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wb-gt-2023>

10. Se determina los TLV's del $TGBHeff$ en la siguiente tabla:

Cuadro 7. Criterios de selección para el TLV y valores de acción para la exposición al estrés térmico según la actividad (TLVs® and BEIs® ACGIH 2018).

Porcentaje de trabajo y recuperación	Valores límite TGBHeff (TLV) en °C				Valores de acción TGBHeff en °C			
	Ligera	Modera	Alta	Muy alta	Ligera	Modera	Alta	Muy alta
75-100%	31	28	-	-	28	25	-	-
50-75%	31	29	27,5	-	28,5	26	24	-
25-50%	32	30	29	28	29,5	27	25,5	24,5
25-50%	32,5	31,5	30,5	30,5	30	29	28	27

Nota. Tomado de la NTP 1189 Evaluación de riesgos de estrés térmico: índice WGBT (p. 5), por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2023. <https://www.insst.es/noticias-insst/ntp-1189-evaluacion-del-riesgo-de-estres-termico-indice-wbgt-2023>

11. Se brindan las acciones y recomendaciones a tomar según el resultado del TGBH.

Preguntas:

- 1- ¿Qué se entiende como TGBH?
- 2- ¿Qué diferencia hay entre la temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo y de globo?
- 3- ¿Cuál es la diferencia entre la fórmula TGBH para el interior y exterior?
- 4- Analice la importancia que tiene implementar un programa de vigilancia térmica basado en TGBH en comparación con sólo registrar temperatura ambiente.

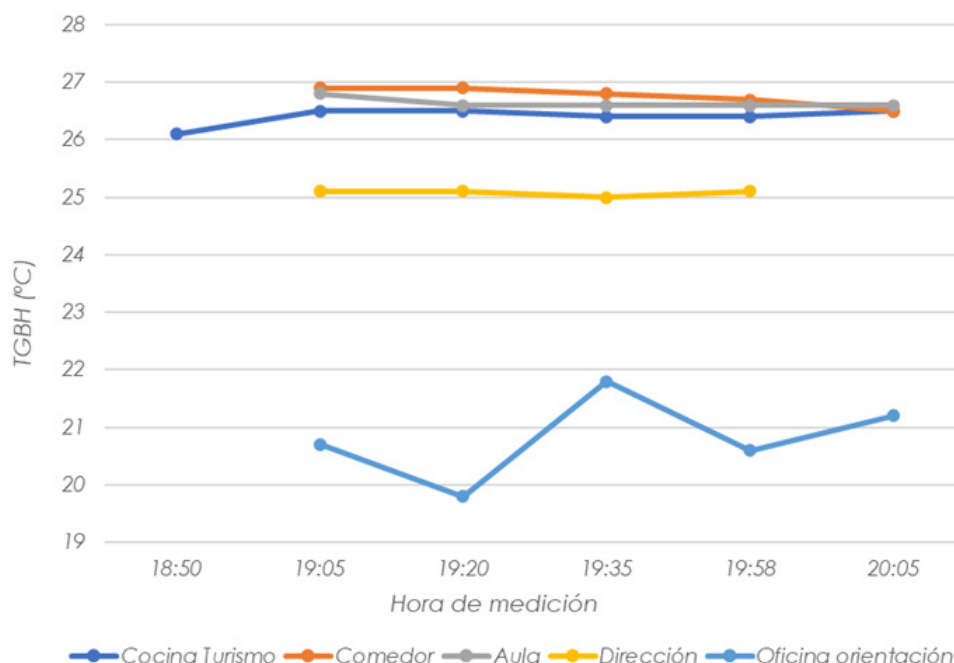
Cálculo de metabolismo y determinación de exposición a estrés térmico por calor

A continuación, se evidencian las mediciones realizadas por los estudiantes de los CTP participantes del proyecto, plasmando en gráficos, el comportamiento de los TGBH obtenidos en diferentes horarios, en cada uno de los puestos de trabajo considerados con exposición a calor, que fueron elegidos.

Para cada puesto de trabajo, se ha establecido un promedio de TGBH, con el objetivo de que en grupos de trabajo, determinen la carga metabólica o el metabolismo que considera para el puesto de trabajo indicado, así como determinar si la exposición se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

CASO 1. CTP Carrillo – Sección Nocturna

Figura 5. Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Carrillo, Guanacaste (nocturno) – 24/09/2024



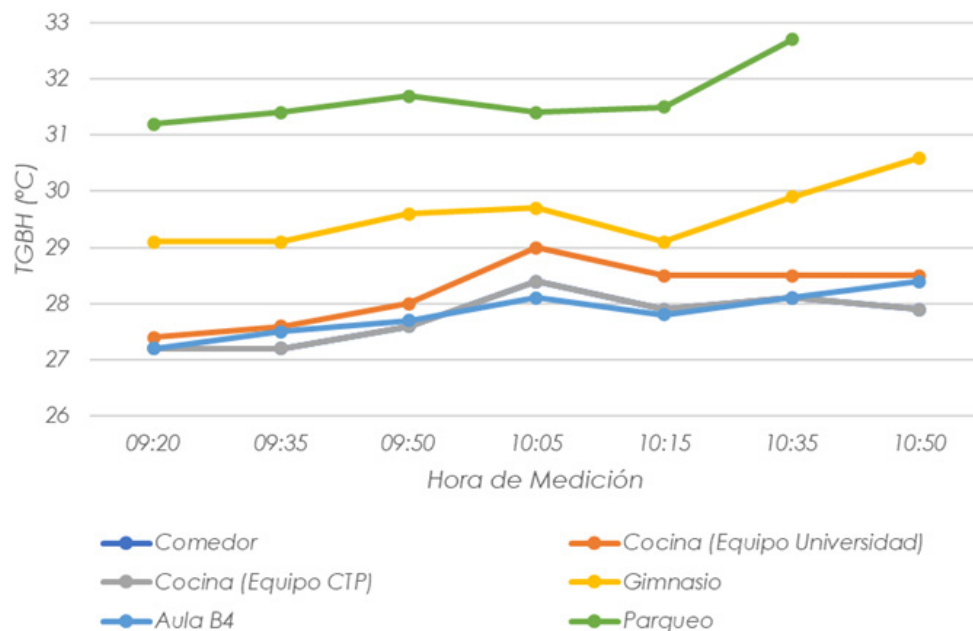
Con respecto a los datos obtenidos, los promedios de TGBH y la carga metabólica (metabolismo) de los puestos de trabajo mencionado son:

Lugar de medición	Puesto de trabajo	TGBH promedio (°C)	Metabolismo calculado (W)	Estrés térmico (Sí o No)
Cocina de Especialidad de Turismo	Cocineras	26,4		
Comedor	Sentados, comiendo	26,8		
Aula	Sentados, recibiendo clases	26,6		
Dirección	Trabajo de oficina	25,1		
Oficina de orientación	Trabajo de oficina	20,8		

Una vez calculados los metabolismos de cada uno de los puestos de trabajo analizados, en el mismo cuadro anterior indique si la exposición del trabajador se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

CASO 2. CTP Cañas – Sección Diurna

Figura 6. Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Cañas, Guanacaste (diurno) – 26/09/2024



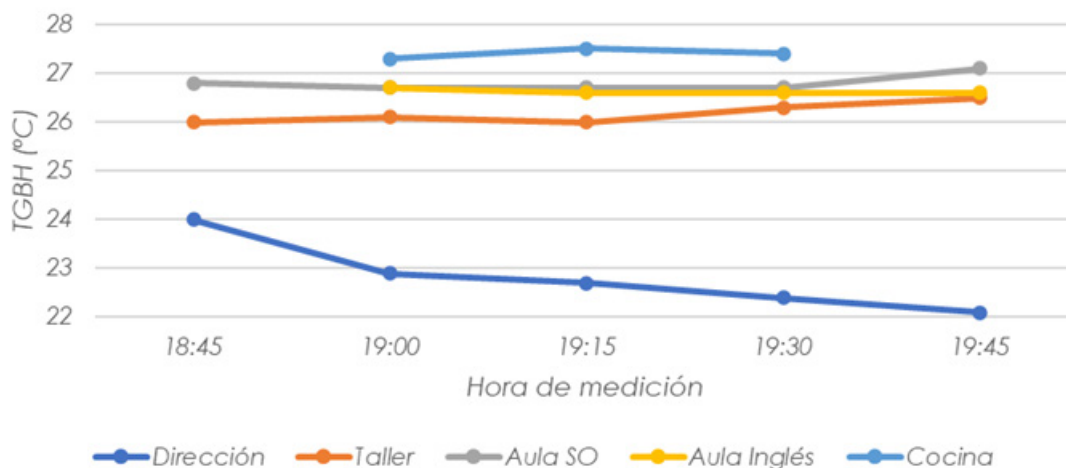
Con respecto a los datos obtenidos, los promedios de TGBH y la carga metabólica (metabolismo) de los puestos de trabajo mencionado son:

Lugar de medición	Puesto de trabajo	TGBH promedio (°C)	Metabolismo calculado (W)	Estrés térmico (Sí o No)
Comedor	Sentados, comiendo	27,8		
Cocina (equipo de medición del CTP)	Cocineras	27,8		
Aula B4	Impartiendo lecciones (docente)	27,8		
Cocina (medidor de estrés térmico)	Cocineras	28,2		
Gimnasio	Actividad deportiva	26,9		
Parqueo	Mantenimiento de áreas verdes	31,7		

Una vez calculados los metabolismos de cada uno de los puestos de trabajo analizados, en el mismo cuadro anterior indique si la exposición del trabajador se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

CASO 3. CTP Cañas – Sección Nocturna

Figura 7. Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Cañas, Guanacaste (nocturno) – 26/09/2024



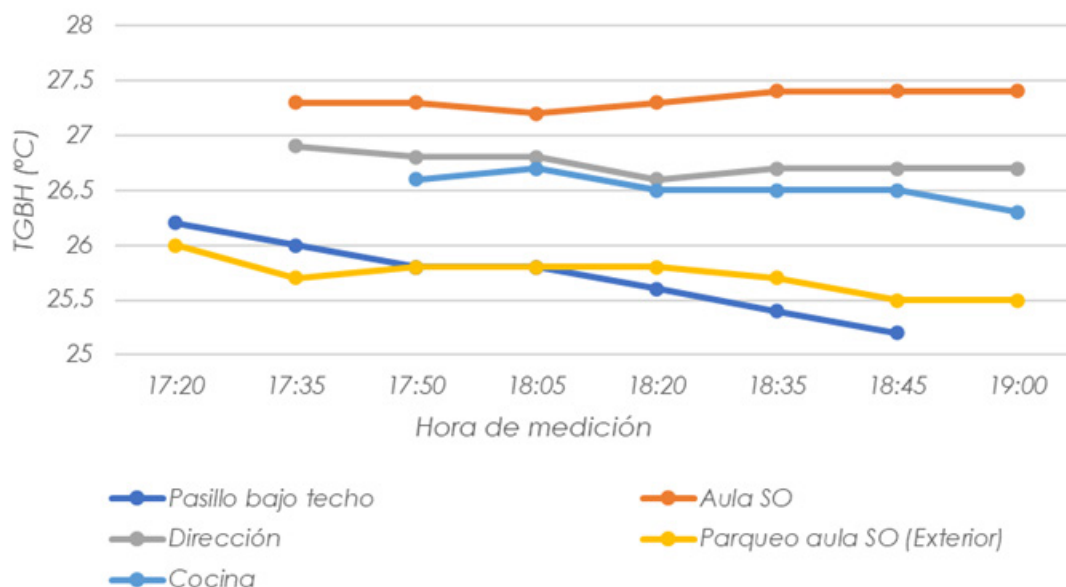
Con respecto a los datos obtenidos, los promedios de TGBH y la carga metabólica (metabolismo) de los puestos de trabajo mencionado son:

Lugar de medición	Puesto de trabajo	TGBH promedio ($^{\circ}\text{C}$)	Metabolismo calculado (W)	Estrés térmico (Sí o No)
Dirección	Trabajo de oficina	22,8		
Taller	Mantenimiento de equipos (interiores)	26,2		
Aula de Salud Ocupacional	Impartiendo lecciones (docente)	26,8		
Aula de Inglés	Impartiendo lecciones (docente)	26,6		
Cocina	Cocineras	27,4		

Una vez calculados los metabolismos de cada uno de los puestos de trabajo analizados, en el mismo cuadro anterior indique si la exposición del trabajador se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

CASO 4. CTP Sardinal – Sección Nocturna

Figura 8. Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Sardinal, Guanacaste (nocturno) – 26/09/2024



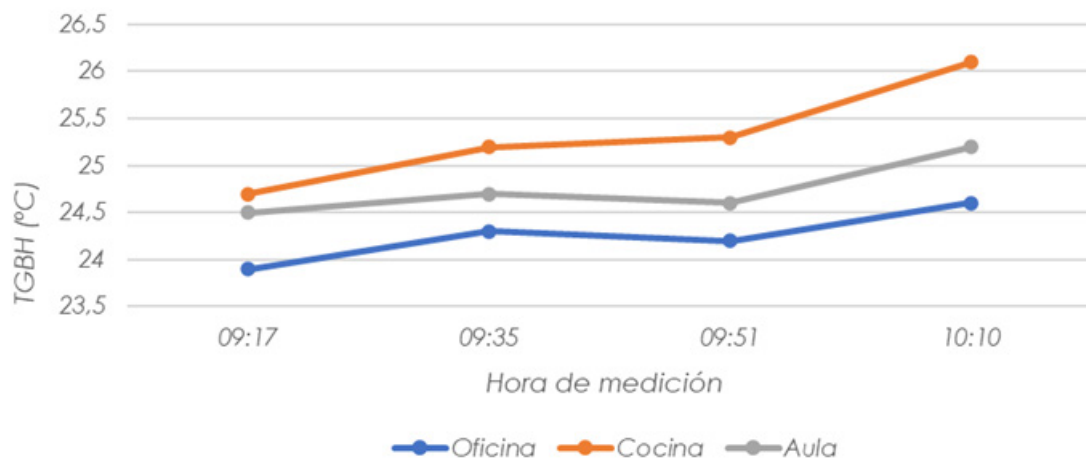
Con respecto a los datos obtenidos, los promedios de TGBH y la carga metabólica (metabolismo) de los puestos de trabajo mencionado son:

Lugar de medición	Puesto de trabajo	TGBH promedio (°C)	Metabolismo calculado (W)	Estrés térmico (Sí o No)
Pasillo bajo techo	Caminar	25,7		
Aula de Salud Ocupacional (SO)	Impartir lecciones (docente)	27,3		
Dirección	Trabajo de oficina	26,7		
Parqueo aula SO (exterior)	Mantenimiento de áreas verdes	25,7		
Cocina	Cocineras	26,5		

Una vez calculados los metabolismos de cada uno de los puestos de trabajo analizados, en el mismo cuadro anterior indique si la exposición del trabajador se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

CASO 5. CTP Tronadora, Tilarán

Figura 9. Mediciones de TGBH obtenidas en puestos de trabajo del CTP Tronadora, Tilarán - Guanacaste (diurno) – 27/09/2024



Con respecto a los datos obtenidos, los promedios de TGBH y la carga metabólica (metabolismo) de los puestos de trabajo mencionado son:

Lugar de medición	Puesto de trabajo	TGBH promedio ($^{\circ}\text{C}$)	Metabolismo calculado (W)	Estrés térmico (Sí o No)
Oficina	Asistente administrativo	24,3		
Cocina	Cocineras	25,3		
Aula	Docente impartiendo lecciones	24,8		

Una vez calculados los metabolismos de cada uno de los puestos de trabajo analizados, en el mismo cuadro anterior indique si la exposición del trabajador se considera Estrés térmico o No estrés térmico.

ESTUDIO DE CASOS

Indicaciones generales

Objetivo del análisis: Aplicar los conocimientos sobre el método TGBH, metabolismo, vestimenta y condiciones ambientales para identificar riesgos por exposición al calor y proponer medidas preventivas o correctivas.

Pasos para el análisis del caso.

1. Lectura detallada del caso.

- Lee atentamente la situación presentada.
- Identifica quiénes están involucrados, el tipo de trabajo, la jornada laboral y el entorno (espacio abierto, exposición directa al sol, etc.).

2. Identificación de factores de riesgo.

3. Comparación con los límites recomendados.

4. Análisis del riesgo.

5. Propuesta de soluciones.

Redacta al menos **3 recomendaciones** que pueden incluir:

6. Reflexión final (opcional).

Agrega una reflexión corta sobre la importancia de la evaluación térmica para la salud y el rendimiento de los trabajadores.

Formato sugerido para entregar el análisis.

Puedes estructurarlo así:

Sección	Contenido
1. Nombre del caso	(Ej. Caso 2: Mantenimiento en parques)
2. Datos principales	Temperaturas, TGBH, CAV, metabolismo
3. Evaluación del riesgo térmico	¿Excede límites? ¿Qué lo causa?
4. Medidas recomendadas	Al menos tres propuestas
5. Comentario personal	(opcional) Importancia del tema

CASO 1: Cocineras en Feria Gastronómica al aire libre.

Durante una feria gastronómica en la plaza central de la comunidad, un grupo de cocineras trabaja bajo toldos de lona con cocinas portátiles a gas, durante un turno de 6 horas. La temperatura ambiente es de 34 °C, con una humedad relativa del 70%. El equipo lleva uniformes de cocina de tela gruesa, delantal, gorro y guantes, con un valor estimado de vestimenta de 0.9 CAV.

El nivel de actividad física (por el movimiento constante, agacharse, cargar utensilios pesados y cocinar con calor) se clasifica como metabolismo moderado a alto (300 W).

Se realiza una medición TGBH con los siguientes valores:

- Temperatura de globo: 40 °C
- Temperatura de bulbo húmedo: 31 °C
- Temperatura de bulbo seco: 34 °C
- TGBH calculado: 33 °C.

Preguntas para análisis:

1. ¿Cómo influye la vestimenta y el nivel de metabolismo en el riesgo de estrés térmico?
2. ¿Es adecuado el tiempo de exposición continua a estas condiciones?
3. ¿Qué medidas correctivas o preventivas deben implementarse?
4. ¿Cuáles serían las pausas recomendadas según el valor TGBH?

CASO 2: Equipo de mantenimiento de zonas verdes en parques públicos.

Un grupo de trabajadores municipales de mantenimiento realiza labores de limpieza, poda y recolección de residuos en varios parques urbanos. Comienzan a trabajar a las 9:00 a.m. y finalizan a las 2:00 p.m. La jornada incluye caminar, levantar ramas, usar motoguadañas y operar sopladores.

El uniforme incluye camisa manga larga, pantalón grueso de mezclilla, botas, chaleco reflectante y casco, con un CAV estimado de 1.0.

El trabajo es de intensidad alta (aproximadamente 400 W de metabolismo). Se toma una medición en campo con los siguientes datos:

- T° de globo: 38 °C
- T° de bulbo húmedo: 30 °C
- T° de bulbo seco: 33 °C
- TGBH calculado: 31.5 °C.

Preguntas para análisis:

1. ¿El valor TGBH es seguro para este nivel de actividad y tipo de vestimenta?
2. ¿Qué riesgos enfrentan estos trabajadores si no se toman medidas adecuadas?
3. ¿Qué estrategias se pueden aplicar para reducir el riesgo de estrés térmico?
4. ¿Qué rol tiene el empleador en la protección de la salud en estas condiciones?

CASO 3: Obrero en reparación de calles.

Luis trabaja para una empresa contratista encargada de reparar calles en una zona urbana. Debe romper concreto con martillo neumático durante 4 horas en horario matutino. Usa pantalón grueso, botas de seguridad, camiseta de algodón, casco y chaleco reflectante (CAV estimado: 1.1). El esfuerzo físico es muy alto (aproximadamente 450 W).

La temperatura en el sitio es:

- T° globo: 39 °C
- T° bulbo húmedo: 30.5 °C
- T° bulbo seco: 35 °C
- TGBH: 32.7 °C

Preguntas:

1. ¿Está dentro del rango aceptable para su nivel de actividad?
2. ¿Qué pausas y tiempos de recuperación serían adecuados?
3. ¿Cómo puede ajustarse la vestimenta para mitigar el riesgo sin comprometer la seguridad?

CASO 4: Recolectores agrícolas en campo abierto.

Un grupo de trabajadores agrícolas recolecta sandías en campo abierto desde las 6:30 a.m. hasta las 12:00 m.d. Visten ropa liviana de algodón, gorra y pañuelo para el sol, estimado en 0.6 CAV. El trabajo físico es alto (aproximadamente 400 W).

Durante la medición se obtienen:

- T° globo: 41 °C
- T° bulbo húmedo: 32 °C
- T° bulbo seco: 36 °C
- TGBH: 34.1 °C

Preguntas:

1. ¿Qué impacto tiene la vestimenta ligera en la tolerancia al calor?
2. ¿Se justifica modificar el horario de trabajo?
3. ¿Qué recomendaciones específicas debe dar el técnico en salud ocupacional?

CASO 5: Equipo de jardinería escolar.

En una institución educativa, tres trabajadores realizan mantenimiento de jardines durante el receso escolar. El área no tiene sombra natural. Llevan uniforme verde de tela gruesa, guantes, botas y gorra (CAV estimado: 0.9). El trabajo es moderado (300 W), e incluye cortar césped, regar plantas y recoger hojas seca.

Se toma una medición con:

- T° globo: 36 °C
 - T° bulbo húmedo: 28 °C
 - T° bulbo seco: 32 °C
 - TGBH: 30.4 °C

Preguntas:

1. ¿Cuáles son los riesgos potenciales si no se implementan pausas?
2. ¿Qué medidas de bajo costo podrían mejorar las condiciones térmicas?
3. ¿Deberían evaluarse los efectos acumulativos si trabajan más de cinco días seguidos en esas condiciones?

CASO 6: Pintores de señalamiento vial.

Un equipo de tres pintores viales trabaja en una carretera aplicando pintura termoplástica para señalamiento. El trabajo inicia a las 10:00 a.m. y termina a las 3:00 p.m. Utilizan camisa reflectante, pantalón grueso, botas de seguridad, chaleco, guantes y casco (CAV estimado: 1.2). El nivel de esfuerzo es moderado (250 W).

Mediciones realizadas:

- T° globo: 42 °C
- T° bulbo húmedo: 33 °C
- T° bulbo seco: 37 °C
- TGBH: 34.5 °C

Preguntas:

1. ¿Qué factores aumentan el riesgo térmico en este caso?
2. ¿Qué tipo de pausas y rotación de tareas serían recomendables?
3. ¿Es la vestimenta adecuada para el nivel de exposición?

CASO 7: Guarda parques en patrullaje.

Dos guardas parques realizan patrullajes a pie durante 6 horas en un área protegida costera. Llevan uniforme verde oscuro, gorra, mochila con equipo básico, botas y chaleco (CAV estimado: 0.9). Caminan bajo el sol en terreno irregular, con esfuerzo físico moderado a alto (350 W).

Medición TGBH:

- T° globo: 38 °C
- T° bulbo húmedo: 30 °C
- T° bulbo seco: 34 °C
- TGBH: 32 °C

Preguntas:

1. ¿Qué elementos del entorno natural aumentan el riesgo?
2. ¿Cuáles son los signos tempranos de estrés térmico a vigilar?
3. ¿Qué estrategias pueden aplicarse sin necesidad de equipo especializado?

CASO 8: Personal de limpieza de playas.

Una cuadrilla de trabajadores municipales limpia una playa turística de lunes a viernes, desde las 7:00 a.m. hasta las 11:00 a.m. Visten camiseta, pantalón de tela ligera, gorra y guantes (CAV estimado: 0.7). Recogen basura, barren y cargan bolsas. Actividad física: moderada (300 W).

Medición:

- T° globo: 40 °C
- T° bulbo húmedo: 32.5 °C
- T° bulbo seco: 35.5 °C
- TGBH: 33.8 °C

Preguntas:

1. ¿Qué acciones preventivas pueden tomarse antes de iniciar la jornada?
2. ¿Qué impacto tiene el reflejo solar de la arena sobre el TGBH?
3. ¿Qué medidas debe exigir el empleador según normativa?

CASO 9: Técnicos en instalación de paneles solares.

Un grupo de técnicos instala paneles solares en un techo metálico de un edificio comercial. Trabajan desde las 8:00 a.m. a la 1:00 p.m. Usan casco, botas, arnés, guantes y uniforme largo (CAV estimado: 1.0). La actividad física es alta (400 W) por el movimiento, carga de paneles y exposición solar directa.

Medición de condiciones térmicas:

- T° globo: 43 °C
- T° bulbo húmedo: 34 °C
- T° bulbo seco: 38 °C
- TGBH 35.2 °C

Preguntas:

1. ¿Cuáles son los principales riesgos térmicos en techos metálicos?
2. ¿Qué prácticas pueden reducir la carga térmica acumulada?
3. ¿Es posible adaptar los horarios o implementar barreras físicas?

Tema 2. Métodos alternativos

Realizar mediciones en diversos puestos de trabajo dentro del colegio que presenten exposición al calor. A partir de los datos obtenidos, se realizará un análisis técnico y se emitirán recomendaciones preventivas y correctivas, conforme a los resultados y parámetros establecidos por los índices de calor.

Fecha:	_____.
Lugar:	_____.
Estudiantes:	_____.
Ubicación:	_____.
Puesto de trabajo:	_____.
Condiciones:	☐ Exterior. (TGBHe) ☐ Bajo techo. (TGBHi)

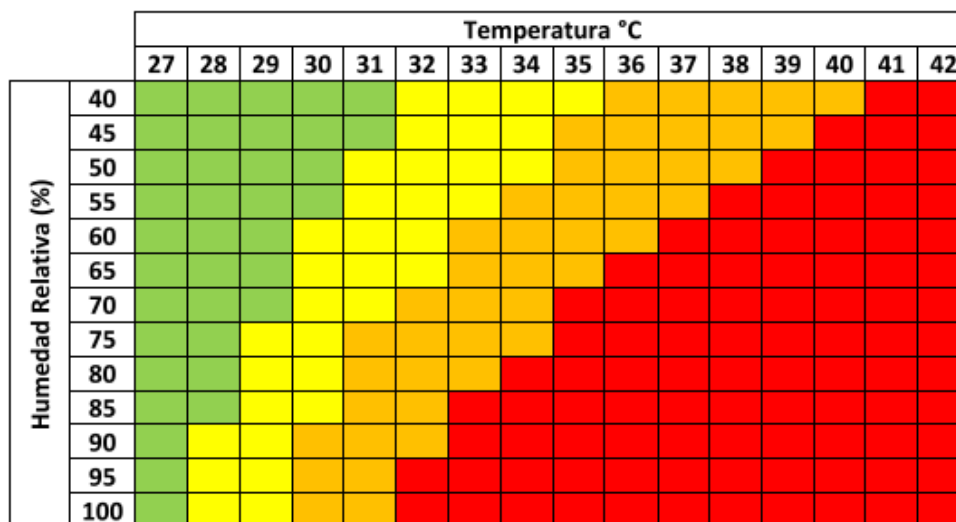
Hora	BH Bulbo Húmedo	TS. Temperatura Seca	TG. Temperatura Globo	HR%	TGBHi Interior	TGBHe Exterior	Observaciones

Tema 3. Índice de Calor

El procedimiento se basa en el Índice de Calor del Instituto Meteorológico Nacional, el cual es crucial para medir la sensación térmica, este índice es un valor único que se calcula integrando la temperatura ambiente en grados Celsius (°C) y el porcentaje de humedad relativa para determinar qué tan cálidas se sienten realmente las condiciones.

- 1- Se determina la temperatura ambiente en grados Celsius y la humedad relativa
- 2- Se identifican la temperatura y la humedad relativa en la figura 9 para luego marcar la región donde se cruzan.

Figura 10. Índice de calor relación entre la temperatura y humedad relativa



Nota. Esta imagen fue tomada del Consejo de Salud Ocupacional. (2025, febrero). *Procedimiento para la elaboración del protocolo: Hidratación, sombra, descanso y protección*. https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Procedimiento%20para%20la%20elaboracion%20del%20protocolo%20de%20%20hidratacion,%20sombra,%20descanso%20y%20proteccion.pdf

- 3- Se determina el nivel de riesgo indica la probabilidad de que los trabajadores experimenten síntomas clínicos debido al estrés térmico, este riesgo se clasifica en cuatro categorías: Nivel I, Nivel II, Nivel III y Nivel IV (ver el cuadro 7)

Cuadro 8. Nivel de riesgo según el índice de Calor

Índice de calor	Nivel de riesgo	Efecto general del índice de calor en las personas trabajadoras
Menor a 93	I	Es posible que tenga fatiga con exposiciones prolongadas y actividad física
Igual a 91 y menor a 103	II	Posible insolación, calambres y agotamiento por exposición prolongada y actividad física
Igual a 103 y menor a 125	III	Probable insolación, calambres y agotamiento por exposición prolongada y actividad física
Igual o mayor a 125	IV	Probabilidad alta de insolación, golpe de calor

Nota. Este cuadro fue tomado del Consejo de Salud Ocupacional. (2025, febrero). *Procedimiento para la elaboración del protocolo: Hidratación, sombra, descanso y protección*. https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Procedimiento%20para%20la%20elaboracion%20del%20protocolo%20de%20%20hidratacion,%20sombra,%20descanso%20y%20proteccion.pdf

- 4- Tras definir el nivel de riesgo, se deben implementar medidas de prevención específicas para cada categoría, con el objetivo de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, las cuales se establece a continuación:

Cuadro 9. Medidas de prevención y protección según el nivel de riesgo.

Medida de prevención y protección		Nivel de riesgo			
		I	II	III	IV
Hidratación	Asegurar la disponibilidad de agua potable durante toda la jornada de trabajo.	X	X	X	X
	Suministrar bebidas rehidratantes según Decreto N° 39589-S. En nivel de riesgo IV siempre. En nivel de riesgo III, si las siguientes condiciones están presentes de forma individual o en conjunto El trabajo se realiza directamente bajo el sol. Se realizan labores pesadas. Se requiere el uso de prendas pesadas, capas, kimonos, uniformes de telas que no faciliten la transpiración o impermeables (que no permitan el intercambio calórico).			X	X
Descanso	Se consideran tiempos de descanso, el tiempo que se utiliza para ingerir alimentos, agua o hidratante y para hacer uso de los servicios sanitarios. Tiempos en los que disminuye la actividad física de la persona trabajadora. Si se utiliza el Índice de TGBH se debe implementar el tiempo de reposo que establece la norma.	X	X	X	X
Sombra	Proporcionar áreas de sombra para el descanso, hidratación y consumo de alimentos de las personas trabajadoras. Estas áreas pueden ser fijas o móviles, permanentes o temporales. También se considerará la sombra provista por el follaje de árboles o cultivos de alto porte. Deben ser de fácil acceso.	X	X	X	X
Protección	Proporcionar sombrero de ala ancha o gorra con cobertor en el cuello y mangas a las personas trabajadoras expuestas directamente al sol.	X	X	X	X
Capacitación	Capacitar a las personas trabajadoras en los temas que establece el reglamento.	X	X	X	X
Aclimatación	Las personas trabajadoras de recién ingreso o retornen al trabajo y realicen trabajo pesado deben pasar por un proceso de aclimatación. Se puede utilizar uno de los dos esquemas de aclimatación.	X	X	X	X

Nota. Este cuadro fue tomado del Consejo de Salud Ocupacional. (2025, febrero). *Procedimiento para la elaboración del protocolo: Hidratación, sombra, descanso y protección.* https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Procedimiento%20para%20la%20elaboracion%20del%20protocolo%20de%20%20hidratacion,%20sombra,%20descanso%20y%20proteccion.pdf

Preguntas:

¿Qué se entiende como índice de calor?

¿Cuáles son las dos variables meteorológicas primarias (inputs) que se requieren para calcular el Índice de Calor?

Respecto a la protección personal, ¿qué tipo de vestimenta y accesorios se sugieren para prevenir el estrés térmico?

Pasos para el análisis del caso.

1. Lectura detallada del caso.

Lee atentamente la situación presentada.

Identifica quiénes están involucrados, el tipo de trabajo, la jornada laboral y el entorno (espacio abierto, exposición directa al sol, etc.)

2. Propuesta de soluciones.

Redacta al menos 3 recomendaciones que pueden incluir:

3. Reflexión final (opcional).

Agrega una reflexión corta sobre la importancia de la evaluación térmica para la salud y el rendimiento de los trabajadores.

Formato sugerido para entregar el análisis.

Puedes estructurarlo así:

Sección	Contenido
1. Nombre del caso	(Ej. Caso 2: Mantenimiento en parques)
2. Datos principales	Índice de Calor, temperatura de aire y humedad relativa
3. Evaluación del riesgo térmico	Nivel de riesgo
4. Medidas recomendadas	Al menos tres propuestas
5. Comentario personal	(opcional) Importancia del tema

CASO 1: Tareas en el exterior

Situación: Una cuadrilla de 10 trabajadores se encuentra realizando tareas de inspección y clasificación de productos (trabajo manual ligero) en una planta de empaque de frutas al aire libre, el trabajo no requiere el uso de equipo pesado o ropa que impida la transpiración.

Datos de monitoreo:

- Índice de Calor (IC): 38°C
- Nivel de Riesgo: Extrema Precaución (Nivel I)

Preguntas:

- 1- ¿Qué medidas de hidratación específicas se deben aplicar?
- 2- ¿Qué medidas de sombra y descanso se pueden implementar?
- 3- ¿Qué medidas de protección personal (EPP) se recomiendan?

CASO 2: Mantenimiento en el Valle Central

Situación: Un equipo de 4 operarios realiza mantenimiento preventivo (trabajo manual ligero y verificación de equipos) en techos metálicos. El trabajo es continuo y no implica levantar cargas pesadas.

Datos de monitoreo:

- Medición a las 10:00 am
- Temperatura del aire: 30°C
- Humedad relativa: 75%

Preguntas:

- 1- Determine el nivel de riesgo según la Figura 10.
- 2- ¿Qué ajustes inmediatos deben realizarse en la programación de la jornada?
- 3- ¿Qué debe asegurar el empleador además de agua potable?

CASO 3: Labores agrícolas en la Región Chorotega

Situación: Trabajadores agrícolas realizan la recolección manual de frutas y verduras (trabajo pesado e inclinado) durante el período de máxima cosecha, expuestos directamente al sol.

Datos de monitoreo:

- Medición a las 1:00 PM
- Temperatura del aire: 35°C
- Humedad relativa: 60%

- 1- Determine el nivel de riesgo según la Figura 10.
- 2- ¿Qué medidas extremas deben tomarse para garantizar la protección del personal?
- 3- ¿Qué tipo de capacitación y supervisor se le debe dar a los trabajadores?

CASO 4: Trabajo de Oficina en un Muelle de Carga

Situación: Un auxiliar administrativo realiza tareas de llenado de papeleo y manejo de terminales de cómputo (trabajo sedentario y ligero) en una caseta con ventilación en un muelle de carga expuesto.

Datos de monitoreo:

- Medición a las 3:00 PM
- Temperatura del aire: 32°C
- Humedad relativa: 65%

- 1- Determine el nivel de riesgo según la Figura 10.
- 2- ¿Cuál es la principal recomendación del protocolo para este nivel de riesgo?
- 3- Si el trabajador es nuevo y no ha completado la aclimatación, ¿qué medidas se aplicarían?

Referencias

- Barrera, J. León, S. Trujillo, J. Angeles, E y Alvarez, A. (2021). Mecanismos de transferencia de calor. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 8(16), 38-42.
- Cen FRS, Hernández GK, Mena SS, et al. Enfermedad renal crónica. Rev Clin Esc Med. 2020;10(4):58-66.
- Cisneros-García, D. L., Sandoval-Pinto, E., Cremades, R., Ramírez-de-Arellano, A., García-Gutiérrez, M., Martínez-de-Pinillos-Valverde, R., & Sierra-Díaz, E. (2023). Non-traditional risk factors of progression of chronic kidney disease in adult population: a scoping review. *Frontiers in Medicine*, 10, 1193984.
- Consejo de Salud Ocupacional. (2 de febrero 2025) Protocolo: hidratación, sombra, descanso y protección. Procedimiento para la elaboración del protocolo. https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Procedimiento%20para%20la%20elaboracion%20del%20protocolo%20de%20%20hidratacion,%20sombra,%20descanso%20y%20proteccion.pdf
- Consejo de Salud Ocupacional. (25 de julio de 2015) Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor. <https://www.cso.go.cr/divulgacion/campanas/estres/index.aspx#:~:text=Por%20lo%20anterior%2C%20y%20en%20aras%20de%20la,personas%20trabajadoras%20para%20realizar%20labores%20al%20aire%20libre.>
- Crandall, C. G., y González-Alonso, J. (2010). Cardiovascular function in the heat-stressed human. *Acta physiologica*, 199(4), 407-423.
- DECRETO N° 39147-S-TSS. (18 de septiembre del 2018) Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor https://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/estructura/oficinas/salud-ocupacional/Decreto-N%C2%B039147.pdf
- Ferreiro, A., Álvarez-Estévez, G., Cerdas-Calderón, M., Cruz-Trujillo, Z., Mena, E., Reyes, M., ... y Ordunez, P. (2016). Confirmed clinical case of chronic kidney disease of nontraditional causes in agricultural communities in Central America: a case definition for surveillance. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 40, 301-308.
- Florez-Acevedo, S., Blancas, M. T., y Spector, J. T. (2025). Occupational Heat Exposure & Mental Health Outcomes: A Review and Framework Incorporating Social Determinants of Health to Guide Future Research. *Current Environmental Health Reports*, 12(1), 1-19.
- Flouris, A., Graczyk, H., Nafradi, B., Scott, N., & Azzi, M. (2024). Heat at Work: Implications for Safety and Health. A Global Review of the Science, Policy and Practice. Geneva: International

- nal Labour Organization. Available at: <https://www.ilo.org/publications/heat-work-implications-safety-and-health>.
- Gauer, R. y Meyers, B. 2019. "Heat-Related Illnesses". American Family Physician 99(8): p. 482-489. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30990296/>
- Incropera, F y DeWitt, D. (1999). Fundamentos de transferencia de calor. Pearson Educación.
- INTE/ISO 7243:2022 Ergonomía del entorno térmico - Evaluación del estrés térmico por calor mediante el índice TGBH (temperatura de globo y bulbo húmedo).
- Kenny, G. P., Wilson, T. E., Flouris, A. D., y Fujii, N. (2018). Heat exhaustion. Handbook of clinical neurology, 157, 505-529.
- Lozier, M., Turcios-Ruiz, R. M., Noonan, G., y Ordunez, P. (2016). Chronic kidney disease of non-traditional etiology in Central America: a provisional epidemiologic case definition for surveillance and epidemiologic studies. Revista Panamericana de Salud Pública, 40, 294-300.
- McGregor, G.R., P. Bessemoulin, K. Ebi, y B. Menne, eds. 2015. Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development. World Meteorological Organization and World Health Organization. <https://www.who.int/publications/m/item/heatwaves-and-health-guidance-on-warning-system-development>.
- Méndez, M. (16 de junio de 2025). Costa Rica sumó 72 días de calor extremo debido al cambio climático. Obtenido de Ojo al Clima: <https://ojoalclima.com/articles/costa-rica-sumo-72-dias-de-calor-extremo-debido-al-cambio-climatico>
- Ministerio de Educación Pública. (2024). Compendio de estrategias para la mediación pedagógica de la educación técnica profesional (Versión final). Dirección de Educación Técnica y Capacidades Emprendedoras. Costa Rica. <https://drea.mep.go.cr/sites/default/files/publicaciones-anexos-2024/Compendio%20Mediacion%CC%81n%20Pedagogia%CC%81gica%20vf%202024.pdf>
- Ministerio de Salud. (2018) Protocolo Nacional de vigilancia de enfermedad renal crónica no tradicional Costa Rica <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/vigilancia-de-la-salud/normas-protocolos-guias-y-lineamientos/protocolos-vigilancia-de-la-salud/5390-protocolo-de-vigilancia-de-enfermedad-renal-cronica-no-tradicional-costa-rica/file>
- Nogareda, S. (2014). Determinación del metabolismo energético mediante tablas <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/29-serie-ntp-numeros-996-a-1030-ano-2014/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-1011>
- Portell Vidal, M., y Solé Gómez, M. D. (2001). NTP 578: Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). https://www.insst.es/documents/94886/7861730/ntp_578.pdf/545878eb-7e16-43fa-a4b6-b3dc18be7a14?version=1.1&t=1727418123992&download=true

- Rao, I. R., Bangera, A., Nagaraju, S. P., Shenoy, S. V., Prabhu, R. A., Rangaswamy, D., & Bhojaraja, M. V. (2023). Chronic kidney disease of unknown aetiology: a comprehensive review of a global public health problem. *Tropical Medicine & International Health*, 28(8), 588-600.
- Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E; EPIDERM group. Skin cancer risk in outdoor workers: a European multicenter case-control study. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2016 Apr;30 Suppl 3:5-11. doi: 10.1111/jdv.13603. PMID: 26995016.
- Varghese, B. M., Hansen, A., Bi, P., & Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. *Safety science*, 110, 380-392.
- Vera, C. (febrero del 2018) Uso del índice de calor: Una guía para los empleadores <https://silo.tips/download/uso-del-indice-de-calor-una-guia-para-los-empleadores>
- Wesseling, C., Glaser, J., Rodríguez-Guzmán, J., Weiss, I., Lucas, R., Peraza, S., ... & Jakobsson, K. (2020). Chronic kidney disease of non-traditional origin in Mesoamerica: a disease primarily driven by occupational heat stress. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e15.
- World Health Organization. (2021). WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report. In WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report.
- Yang, H. Y., Wen, K. C., Chiu, P. F., Chen, W. C., Chang, T. H., Chang, C. J., ... & Chen, S. C. (2025). Environmental risk factors for chronic kidney disease of non-traditional causes in tropical coastal areas: A systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 19(5), e0013056.
- Zaragozano, J. F., García, G. G., Jalle, E. M., Alcalde, E. F., & Clemente, E. A. (2013). Golpe de calor. *Boletín de la Sociedad de Pediatría de Aragón, La Rioja y Soria*, 43(2), 53-59.
- Zúñiga, R. Medina, B. Mendoza, S. y Guerra, M. (2019). Análisis de la transferencia de calor por conducción, convección y radiación en el Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. *NORMAS PARA PUBLICACIÓN EN TECTZAPIC*

TEC | Tecnológico de Costa Rica



Sede
Guanacaste

