

RADIACIONES IONIZANTES (90002)

Descripción del riesgo Las radiaciones ionizantes son partículas o ondas electromagnéticas con energía suficiente para ionizar átomos, es decir, capaces de arrancar electrones de los átomos con los que interactúan. En los establecimientos de salud, el personal se expone principalmente al utilizar equipos de diagnóstico por imágenes (rayos X, tomografía), medicina nuclear y radioterapia.

Enfermedades profesionales asociadas La exposición ocupacional, dependiendo de la dosis y el tiempo de exposición, puede generar las siguientes patologías:

Efectos Deterministas (Tisulares): Son aquellos que aparecen cuando se supera un umbral de dosis. Entre ellos se incluyen:

- **Radiodermatitis:** Lesiones cutáneas que van desde eritemas hasta necrosis en casos de exposiciones severas.
- **Cataratas inducidas por radiación:** Opacidad del cristalino tras la exposición prolongada.
- **Esterilidad:** Daño a las gónadas que puede resultar en infertilidad temporal o permanente.
- **Síndrome de Irradiación Aguda (SIA):** En casos de exposiciones accidentales severas, manifestado por náuseas, vómitos y daño hematológico

Efectos Estocásticos: No presentan un umbral definido; la probabilidad de aparición aumenta proporcionalmente con la dosis recibida. Las principales patologías asociadas son:

- **Carcinogénesis:** Aumento del riesgo de desarrollar diversos tipos de cáncer, destacándose la **leucemia** y los carcinomas de **tiroides, mama o pulmón**.
- **Efectos Genéticos:** Mutaciones en células germinales con potencial de ser heredables, aunque su incidencia es baja bajo los actuales sistemas de control y protección.
- **Efectos en la descendencia:** Riesgo de anomalías congénitas o cáncer infantil tras la exposición en etapas tempranas de gestación.

Radionucleidos emisores de partículas beta internamente depositados (Código 40253)

Este riesgo se relaciona con la **incorporación interna** de radionucleidos emisores beta al organismo del trabajador, por inhalación, ingestión o absorción accidental. En hospitales se vincula principalmente con tareas de **medicina nuclear**, preparación de radiofármacos, administración de sustancias radiactivas y manejo de residuos radiactivos. La radiación beta forma parte de la radiación ionizante y puede generar daño biológico si el material radiactivo ingresa al cuerpo.

En el ámbito hospitalario afecta sobre todo a:

- personal de medicina nuclear
- bioquímicos y farmacéuticos que preparan radiofármacos
- técnicos que manipulan materiales radiactivos
- personal encargado de residuos radiactivos hospitalarios

Las enfermedades o daños que puede generar incluyen:

- irradiación interna de órganos y tejidos
- aumento del riesgo de cáncer
- daño tisular según el radionucleido incorporado, la cantidad y el tiempo de permanencia en el organismo.

ORDEN DE RELEVAMIENTO DE DAÑOS

RIESGOS FÍSICOS EN TRABAJADORES DE LA SALUD

PARTE B — RIESGOS FÍSICOS LABORALES

Riesgos físicos:

- **RAYOS LASERES (90005)**
- **PRODUCTOS DE FISIÓN INCLUIDO EL ESTRONCIO 90 (40248)** Obs: solo referido a usos en establecimientos de salud.

RIESGO ESPECIFICO-RAYOS LASER (CODIGO 90005)

DESCRIPCION DEL RIESGO

Los rayos láser son haces de luz coherente y amplificada que concentran una gran cantidad de energía en un área reducida. En establecimientos de salud se utilizan en procedimientos quirúrgicos, dermatológicos, oftalmológicos y de fisioterapia. La exposición no controlada —ya sea por reflexión especular, dispersión o contacto directo— representa un riesgo físico significativo para el personal de salud.

El daño tisular depende de: la longitud de onda del láser, la potencia del haz, la duración del pulso y el órgano expuesto. El ojo es el órgano más vulnerable debido a su capacidad de enfocar y amplificar la radiación sobre la retina.

USO FRECUENTE EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD

- Cirugía oftalmológica (LASIK, fotocoagulación retiniana)
- Cirugía laparoscópica y endoscópica quirúrgica
- Dermatología estética y tratamientos de cicatrices
- Fisioterapia (láser terapéutico de baja potencia)
- Odontología (ablación de tejidos blandos y duros)
- Oncología (terapia fotodinámica)
- Calibración de equipos de radiodiagnóstico

Clasificación de riesgo por clases de láser

Clase	Características	Riesgo para trabajadores de salud
Clase 1-2	Baja potencia; no presentan riesgo bajo uso normal.	Riesgo mínimo. Precaución en exposición prolongada.
Clase 3B	Potencia media; el haz directo y reflexiones especulares son peligrosos para los ojos.	Riesgo ocular severo. Requiere protección específica obligatoria.
Clase 4	Alta potencia; el haz directo, reflexiones y radiación difusa son peligrosos. Puede incendiar materiales.	Máximo riesgo. Láseres quirúrgicos y dermatológicos de alta potencia. Requiere sala de láser habilitada.

Enfermedades y daños en trabajadores de la salud

Patología / daño	Mecanismo de producción	Factores agravantes
Lesiones oculares graves (quemadura de retina, catarata radiogénica)	El ojo enfoca el haz sobre la retina, amplificando la energía hasta 100.000 veces.	No uso de protección ocular; reflexiones sobre superficies metálicas.
Queratoconjuntivitis	Dano de la córnea y conjuntiva por radiación UV o longitudes de onda específicas.	Exposición sin protección; láseres UV o de Er:YAG.
Quemaduras cutáneas	Absorción de energía térmica en piel; desde eritema hasta necrosis profunda.	Potencia elevada; exposición directa; piel no cubierta.
Afecciones respiratorias por pluma quirúrgica	Vaporización de tejido biológico genera aerosoles con partículas ultrafinas, compuestos tóxicos y material biológico.	Ausencia de aspiración de pluma; locales sin ventilación adecuada.
Fotosensibilización y daño cutáneo crónico	Exposición repetida a longitudes de onda UV o visibles de alta potencia.	Procedimientos frecuentes sin EPP adecuado.

ALERTA DE SEGURIDAD:

El personal que asiste procedimientos con láser debe utilizar protección ocular específica para la longitud de onda utilizada. La reflexión especular sobre superficies metálicas (instrumentos quirúrgicos, espejos) es causa frecuente de accidentes oculares graves incluso a distancia del área de trabajo.

RIESGO ESPECÍFICO — PRODUCTOS DE FISIÓN / ESTRONCIO-90 (CÓDIGO 40248)

Obs.: El relevamiento se circunscribe exclusivamente a los usos del Estroncio-90 en establecimientos de salud, en el marco de la práctica médica autorizada y regulada por la autoridad nuclear competente.

DESCRIPCION DEL RIESGO

El Estroncio-90 (^{90}Sr) es un radionucleido artificial producto de la fisión nuclear, emisor puro de partículas beta con una vida media de aproximadamente 28,8 años. Su peligrosidad radica en que el organismo lo metaboliza de manera similar al calcio, depositándolo en tejido óseo y médula ósea, donde irradia de forma continua los tejidos adyacentes.

Se distinguen dos vías de exposición con consecuencias diferenciadas:

- Exposición externa: afecta principalmente piel y ojos durante la manipulación de aplicadores.
- Exposición interna (inhalación o ingestión): vía de mayor riesgo sistémico por fijación ósea.

USOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

- Braquiterapia oftálmica: tratamiento de pterigin, melanoma uveal y carcinoma conjuntival.
- Tratamiento de queloides y lesiones cutáneas benignas.
- Radioterapia superficial dermatológica.
- Calibración de equipos de radioterapia (uso metrológico).

ENFERMEDADES Y DANOS EN TRABAJADORES DE LA SALUD

Patología / daño	Vía	Mecanismo de producción	Nivel de riesgo
Radiodermitis y quemaduras por radiación beta	Externa	Exposición cutánea repetida genera eritema, descamación, úlceras y fibrosis crónica en manos del manipulador.	MODERADO-ALTO
Lesiones oculares (catarata radiogénica, queratopatía)	Externa	La radiación beta puede inducir cataratas y daño corneal por exposición ocular directa durante la aplicación.	MODERADO
Osteosarcoma y leucemia	Interna	Fijación ósea del Sr-90 con irradiación continua de médula. Riesgo oncológico a largo plazo.	ALTO (largo plazo)

Patología / daño	Vía	Mecanismo de producción	Nivel de riesgo
Síndrome hematológico (aplasia medular)	Interna	Irradiación crónica de médula hematopoyética: anemia aplásica, leucopenia, trombocitopenia.	ALTO
Efectos reproductivos y teratogénicos	Interna / Externa	Exposición crónica asociada a alteraciones de fertilidad y riesgo fetal en primer trimestre.	ALTO (gestantes)

REQUISITOS DE CONTROL Y MONITOREO

- Dosimetría individual corporal continua (dosímetro de solapa o termoluminiscente).
- Dosimetría de extremidades: anillo dosimétrico obligatorio para personal manipulador de aplicadores.
- Controles periódicos de contaminación de superficie en áreas de uso.
- Registro de dosis acumulada individual y seguimiento de límites de dosis anuales.
- Restricción de exposición para trabajadoras embarazadas (reasignación de tareas).
- Gestión regulada por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) o ente provincial equivalente.

NOTA REGULATORIA:

El Estroncio-90 es material radiactivo regulado. Su adquisición, uso, almacenamiento, transporte y disposición final están sujetos a las normas de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN — Argentina). Todo establecimiento que lo utilice debe poseer Licencia de Operación vigente y cumplir el Programa de Radioprotección institucional.

5. CUADRO COMPARATIVO

Criterio	Rayos láser (90005)	Estroncio-90 (40248)
Tipo de radiación	No ionizante (luz coherente)	Ionizante (partículas beta)
Vía principal	Ocular y cutánea (externa)	Cutánea, ocular (ext.); ósea (int.)
Efecto inmediato	Quemadura ocular/cutánea, pluma quirúrgica	Radiodermatitis, queratopatía

Criterio	Rayos láser (90005)	Estroncio-90 (40248)
Efecto a largo plazo	Catarata radiogénica, daño respiratorio	Cáncer óseo, leucemia, aplasia medular
EPP crítico	Lentes específicas para λ del láser	Anillo dosimétrico + delantal plomado
Marco regulatorio	Normas de seguridad láser (IEC 60825)	ARN — Licencia de Operación

Ruido (Código 90001)

(Según el Anexo V del Decreto 351/79, el límite es de 85 dB para una jornada de 8 horas).

Áreas y Tareas Críticas en Salud

- **Centrales de Esterilización:** El funcionamiento continuo de las autoclaves a vapor, compresores y sistemas de secado genera un ruido de fondo constante y elevado.
- **Mantenimiento y Servicios Generales:** Salas de calderas, grupos electrógenos (que se encienden para pruebas o emergencias), y talleres de reparación.
- **Lavandería Industrial:** Lavarropas industriales, centrifugadoras y secadoras de gran porte en funcionamiento simultáneo.
- **Áreas de Quirófano y Emergencias:** El uso de herramientas neumáticas o eléctricas (sierras óseas en traumatología) y las alarmas continuas de los monitores multiparamétricos.

Efectos en la Salud (Agente de Riesgo)

- **Auditivos:** Hipoacusia perceptiva (sordera profesional), traumas acústicos y acúfenos (zumbidos).
- **No auditivos:** Aumento del estrés, fatiga mental, alteraciones del sueño (para personal de guardia) y dificultad en la comunicación verbal, lo que puede derivar en errores médicos.

Medidas de Control

- **Ingeniería:** Mantenimiento preventivo de rule manes y motores de autoclaves y lavarropas; aislamiento acústico de las salas de calderas y grupos

electrógenos.

- **Administrativa:** Medición de nivel sonoro continuo equivalente (NSCE), rotación del personal en las áreas de lavandería o esterilización, realización de audiometrías anuales (obligatorias por SRT).
- **EPP:** Uso de protectores auditivos (endocraurales o de copa) específicos para el personal de lavandería, mantenimiento y esterilización durante los ciclos ruidosos.

Radio 224 y sus productos de decaimiento (Código 40249)

Este agente entra en la categoría de **radiaciones ionizantes**.

En el ámbito de la medicina, el uso de radioisótopos y fuentes de radiación es habitual tanto para el diagnóstico como para el tratamiento.

Áreas y Tareas Críticas en Salud

- **Servicios de Medicina Nuclear:** Es el área principal. Aquí se manipulan, preparan y administran radiofármacos a los pacientes para estudios metabólicos o gammagrafías.
- **Servicios de Radioterapia / Braquiterapia:** Tratamientos oncológicos donde se utilizan fuentes encapsuladas o no encapsuladas que se colocan cerca o dentro del tumor del paciente.
- **Depósitos de Residuos Radiactivos:** Tareas de recolección, almacenamiento temporal y disposición de los desechos biológicos o materiales (jeringas, gasas) contaminados con los productos de decaimiento.

Efectos en la Salud

- **Efectos Determinísticos (a dosis altas):**
Radiodermatitis, quemaduras por radiación, caída del cabello o síndrome de irradiación aguda.
- **Efectos Estocásticos (probabilísticos a largo plazo):**
Mutaciones genéticas, desarrollo de neoplasias (cáncer, leucemia) debido al daño celular acumulativo.

Medidas de Control y Protección Radiológica

La prevención aquí se basa estrictamente en los tres pilares de la protección radiológica (regulados en Argentina por la **Autoridad Regulatoria Nuclear**

2. ARN y el Ministerio de Salud):

- **Tiempo:** Minimizar el tiempo de exposición del personal cerca de la fuente emisora o del paciente tratado.
- **Distancia:** Maximizar la distancia a la fuente (la intensidad de la radiación disminuye inversamente proporcional al cuadrado de la distancia).
- **Blindaje:** Uso de barreras físicas. Mamparas de plomo, vidrio plomado, jeringas autorblindadas para la preparación de dosis y búnkeres de hormigón armado para los equipos de alta energía.

Vigilancia y EPP Especializado

- **Dosimetría Personal:** Uso obligatorio de dosímetros de película o termoluminiscentes (TLD) en el pecho para cuantificar la dosis mensual acumulada por cada trabajador expuesto.
- **EPP:** Delantales plomados, protectores de tiroides, antiparras plomadas y guantes plomados para

procedimientos donde el profesional deba estar presente (como radiología intervencionista o braquiterapia).

- **Señalización:** Delimitación estricta de "Zona Controlada" o "Zona Supervisada" con el símbolo internacional de presencia de radiación.

Rayos X y Radiación Gamma (90011)

¿Cual es la diferencia entre Rayos X y Rayos Gamma?

Tanto los Rayos X como la Radiación Gamma forman parte de las radiaciones ionizantes. Tienen tanta energía que, al interactuar con la materia (en este caso, las células del cuerpo humano), son capaces de arrancar electrones de los átomos, rompiendo enlaces químicos y dañando de forma directa o indirecta la estructura del ADN.

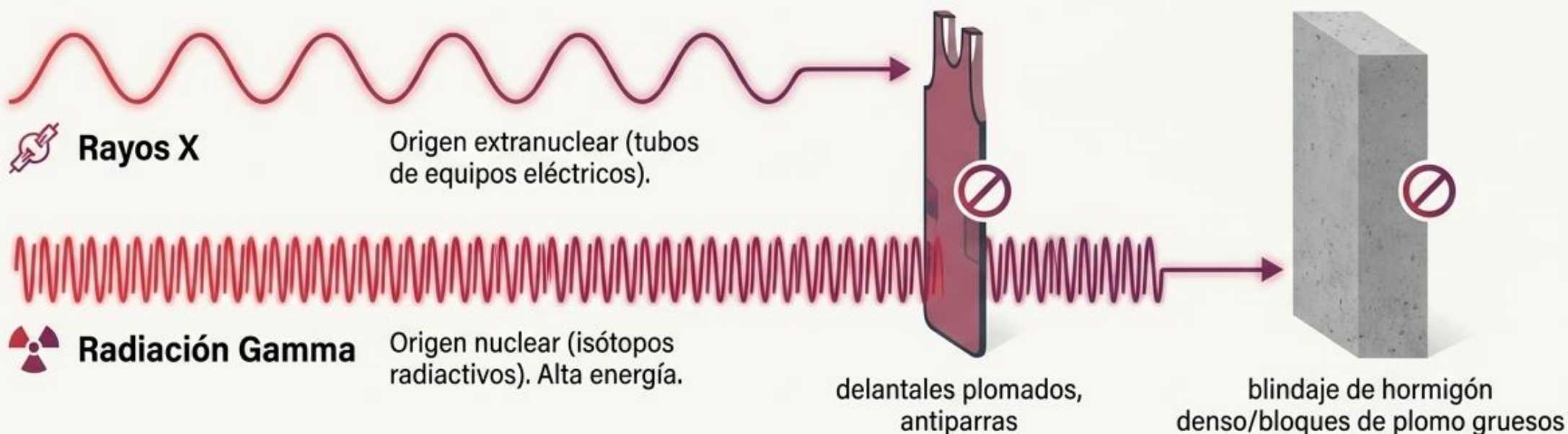
- Rayos X: Son de origen extranuclear (se generan artificialmente mediante equipos eléctricos, como los tubos de rayos X). Su capacidad de penetración depende del voltaje del equipo.

- Radiación Gamma: Es de origen nuclear (se emite de forma natural o espontánea durante la descomposición de isótopos radiactivos inestables). Tiene una energía y capacidad de penetración extremadamente alta, requiriendo blindajes densos (como plomo u hormigón) para ser frenada.



Rayos X y Radiación Gamma (90011)

Penetración y Blindaje de Radiaciones Ionizantes



Áreas Expuestas: Quirófanos (Arco en C), Hemodinamia, Radioterapia, Odontología.
El riesgo afecta a **todo el equipo interdisciplinario**, no solo al técnico.

Rayos X y Radiación Gamma (90011)



Sectores Expuestos

Centros de diagnóstico por imágenes, quirófanos de traumatología con uso de Arco en C, cardiología intervencionista, medicina nuclear y radioterapia oncológica.



Personal Afectado

Radiólogos, hemodinamistas, cirujanos, urólogos, odontólogos, técnicos de imágenes y personal físico-médico o de mantenimiento de equipos.



Medidas de Blindaje

Dosimetría individual mensual, mamparas y delantales plomados, antiparras protectoras y blindajes estructurales con plomo y barita densa en salas.

Manifestaciones Patológicas: Estocásticos vs. Deterministas

Efectos Estocásticos (Probabilísticos)



Mecanismo: Mutación del ADN. Sin umbral mínimo de dosis. A mayor exposición, mayor probabilidad. Largo plazo.

Enfermedades (Decreto 658/96): Leucemias, Cáncer de pulmón, estómago, y Tiroides (falta de protector de cuello).

Efectos Deterministas (Tisulares)



Mecanismo: Muerte o daño celular masivo. Existe un umbral exacto de dosis. La gravedad aumenta con la dosis. Corto/mediano plazo.

Enfermedades (Decreto 658/96): Opacidad del cristalino (Cataratas por falta de antiparras plomadas), Radiodermitis crónica (manos de cirujanos/hemodinamistas), Infertilidad.

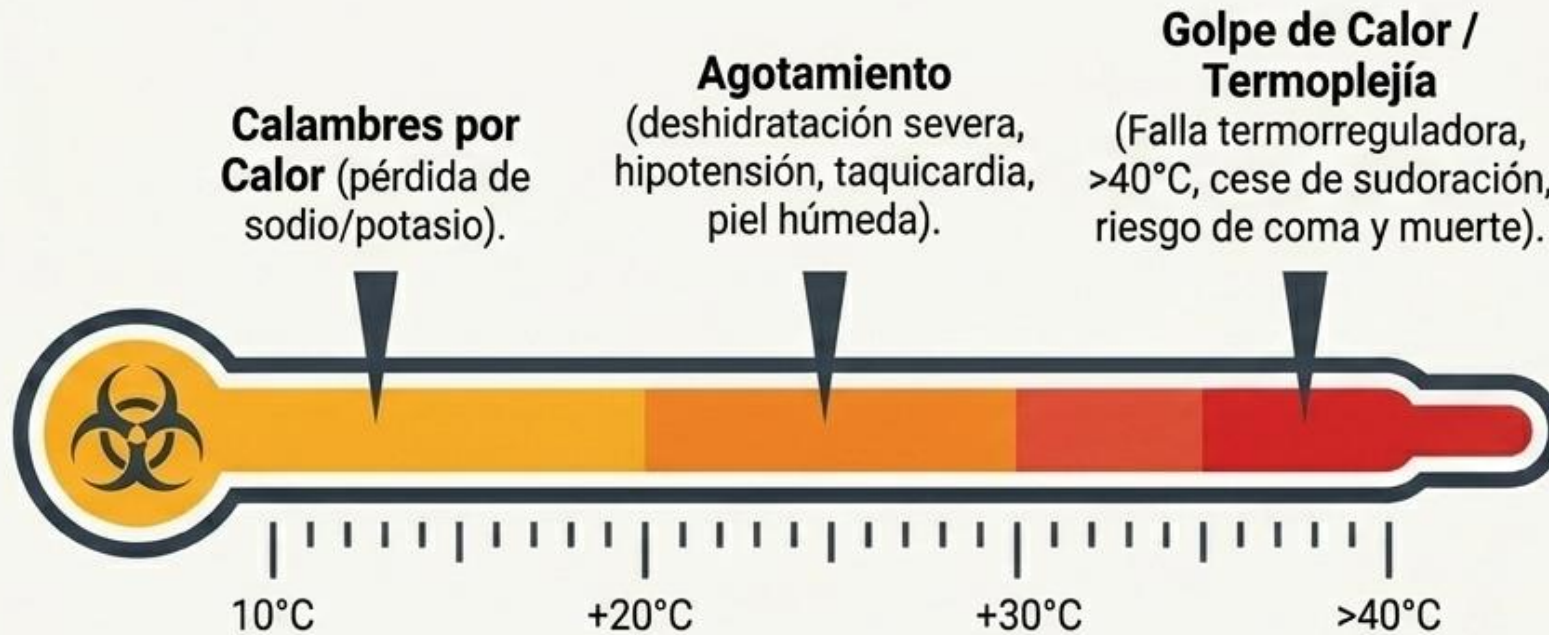
Estrés Térmico por Calor (80001)

- El riesgo por calor (código 80001) se refiere a la exposición de los trabajadores a condiciones termoambientales extremas (alta temperatura, humedad relativa elevada, baja ventilación y radiación térmica) que, sumadas al gasto energético del trabajo físico (calor metabólico) y al uso de ropa de protección, superan la capacidad del organismo para autorregular su temperatura interna (homeostasis térmica).
- Cuando el cuerpo no puede disipar el exceso de calor mediante la sudoración y la vasodilatación cutánea, la temperatura corporal central se eleva por encima de los 38 °C, desencadenando fallos sistémicos.



Estrés Térmico por Calor (80001)

El Medidor de Escalada de Estrés Térmico



Otras Áreas Críticas: Colts: Central de Esterilización (aves, autoclaves, estufas) y Lavadero Hospitalario.

La Paradoja del EPP



En áreas de Aislamiento/Emergencias, los trajes de protección biológica herméticos (Tyvek, impermeables) impiden la evaporación del sudor, creando un microclima de estrés térmico extremo, incluso en ambientes templados.

Estrés Térmico por Calor (80001)



<https://www.youtube.com/watch?v=xnD92ozPN-c>