



PERÚ

Ministerio
de la Producción



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad



GUÍA

PARA LA SELECCIÓN Y USO DE TERMÓMETROS DE RADIACIÓN INFRARROJA PARA PIEL HUMANA

[MEDICIÓN DE TEMPERATURA SIN CONTACTO]

ESTA GUÍA ESTABLECE UNA REFERENCIA PARA SELECCIÓN Y USO DE
TERMÓMETROS DE RADIACIÓN INFRARROJA PARA PIEL HUMANA.

EL PERÚ PRIMERO

© INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Dirección: Calle Las Camelias 817 - San Isidro, Lima, PERÚ
Teléfono: 640 8820
Web site: www.inacal.gob.pe

Publicación editada por la Dirección de Metrología del INACAL.

Prohibida la reproducción total o parcial de este procedimiento por cualquier medio, sin autorización del INACAL.

Edición 1 – Mayo 2020

Las sugerencias y comentarios pueden ser remitidas a la Dirección de Metrología del INACAL por teléfono (51 – 01) 6408820 anexo 1501.

Impreso en Perú – Printed in Perú

ÍNDICE

01. Presentación	4
02. Objetivo	5
03. Alcance	5
04. Términos y definiciones	5
05. Principio de medición de termómetros infrarrojos	8
06. Temperatura infrarroja del cuerpo humano	9
07. Características metrológicas de un termómetro infrarrojo	10
08. Errores en la selección de termómetros infrarrojos	11
09. Errores en la medición con termómetros infrarrojos	12
10. Recomendaciones adicionales	14
11. Referencias	14

1. PRESENTACIÓN

La **Dirección de Metrología (DM) del Instituto Nacional de Calidad (INACAL)** se encuentra comprometida en promover que los resultados de las mediciones termométricas tengan trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) o a referencias internacionalmente aceptadas por convención (métodos primarios, materiales de referencia, escalas) y por ello ofrece al público en general los servicios de calibración de instrumentos de alta exactitud, ensayos de aptitud, entre otros, los cuales se ofrecen a través del portal web de INACAL.

Conscientes del compromiso planteado, la Dirección de Metrología pone a disposición del público en general esta GUÍA TÉCNICA que busca servir de soporte técnico para la selección y uso de termómetros infrarrojos para piel.

En el caso de una pandemia mundial como la del COVID-19, una de las magnitudes físicas que se miden como un posible indicativo de ser un caso positivo en una persona, es la medición de su temperatura corporal y, por la naturaleza de esta enfermedad, no se debe usar un mismo instrumento de contacto con la piel para varias personas. Por ello, es más seguro el uso de los métodos de medición de temperatura sin contacto, sino a distancia, como es el caso de los termómetros infrarrojos de los que trata la presente GUÍA, como un aporte a la lucha contra esta pandemia, ya que con estos termómetros no hay ningún contacto directo con la persona a la que se mide la temperatura.

Se espera que esta Guía pueda ser de utilidad para la selección y el buen uso de estos termómetros infrarrojos.

02. Objetivo

El objetivo de la presente guía es brindar información para una adecuada selección y uso de los termómetros del tipo radiación infrarroja empleados para la medición de temperatura en seres humanos sin tener contacto.

03. Alcance

Termómetros de radiación infrarroja en el intervalo de medición desde 35,5 °C a 42,0 °C para la medición de la temperatura en la frente o sien del paciente, sin tener contacto.

04. Términos y definiciones

- **Intervalo de Medición [1]:** Conjunto de los valores de magnitudes de la misma naturaleza que un instrumento o sistema de medición dado puede medir con una incertidumbre instrumental especificada bajo determinadas condiciones.
- **Resolución:** Forma reducida de **resolución de un dispositivo visualizador [1]**, que significa la diferencia más pequeña entre indicaciones visualizadas, que puede distinguirse de forma significativa.
- **Longitud de onda de operación:** Se refiere a la longitud de onda característica para la cual un termómetro de radiación monocromática es sensible.
- **Radiancia:** Es la cantidad de energía por unidad de tiempo en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido, por unidad de área de la fuente, correspondiente a la dirección de observación.

Se la denota mediante el símbolo L , sus unidades son $[L] = W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$.

La radiancia espectral es la radiancia por unidad de longitud de onda λ , se denota como $L(\lambda)$, sus unidades son $[L(\lambda)] = W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-3}$.

- **Cuerpo negro:** Cuerpo ideal que absorbe completamente todo flujo radiante incidente independientemente de su longitud de onda y de su dirección, y emite flujo radiante a la máxima densidad espectral de radiancia en todas las longitudes de onda. Un cuerpo negro emite radiación de acuerdo a la ley de radiación de Planck.
- **Ley de radiación de Planck:** Expresión que describe la distribución espectral de radiancia $L(\lambda, T)$ de un cuerpo negro a una temperatura T dada (donde T es expresada en kelvin) y a una longitud de onda λ (donde λ es expresada en metros).

Se expresa mediante la fórmula:

$$L(\lambda; T) = \frac{c_{1L}\lambda^{-5}}{e^{(c_2/\lambda T)} - 1}$$

donde: $c_{1L}=1,1911 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$; $c_2 = 0,014 388 \text{ m} \cdot \text{K}$

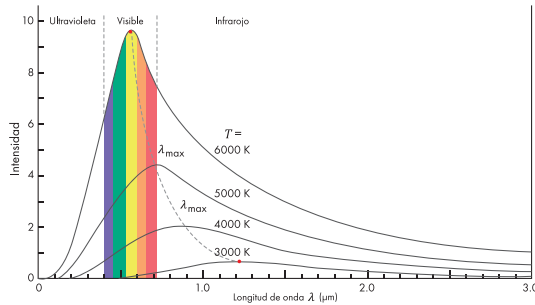


Figura 1. Distribución del espectro visible

- **Emisividad:** Relación entre la radiancia emitida por la superficie del material y la emitida por un cuerpo negro a igual temperatura.



Figura 2. Imagen térmica de personas

- **Termómetro de radiación:** Instrumento que mide la temperatura de un cuerpo mediante la detección de la radiación emitida por aquel cuerpo y el procesamiento de la señal generada.



Figura 3. Termómetro de Radiación Infrarroja

- **Emisividad instrumental:** Valor elegible o fija de emisividad que puede introducirse en forma analógica o digital al mecanismo de medición de un termómetro de radiación.



- **Exactitud de Medición [1]:** Grado de concordancia entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.

NOTA 1.- El concepto “exactitud de medición” no es una magnitud y no se expresa numéricamente. Se dice que una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medición.

NOTA 2.- El término “exactitud de medición” no debe utilizarse en lugar de “veracidad de medición”, al igual que el término “precisión de medición” tampoco debe utilizarse en lugar de “exactitud de medición”, ya que este último término incluye ambos conceptos.

NOTA 3.- La exactitud de medición se interpreta a veces como el grado de concordancia entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

- **Error Máximo Permitido [1]:** Valor extremo del error de medición, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medición dado.

NOTA 1.- En general, los términos “errores máximos permitidos” o “límites de error” se utilizan cuando existen dos valores extremos.

NOTA 2.- No es conveniente utilizar el término «tolerancia» para designar el “error máximo permitido”.

- **Calibración [1]:** Operación que, bajo condiciones especificadas, establece en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

NOTA 1.- Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

NOTA 2.- Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente “autocalibración”, ni con una verificación de la calibración.

NOTA 3.- Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

05. Principio de medición de los termómetros infrarrojos.

En 1757, Herschel hizo pasar luz solar a través de un prisma de cristal para generar el arco iris, el cual se forma cuando la luz se divide en los colores que la componen. Luego midió la temperatura de cada color.

Para ello Herschel utilizó tres termómetros con bulbos ennegrecidos para absorber mejor el calor. Colocó un bulbo en cada color, mientras que otros dos fueron colocados fuera del espectro, como muestras de control. Al medir las temperaturas de la luz violeta, azul, verde, amarilla, naranja y roja, notó que cada color tenía una temperatura mayor que los termómetros de control, y que la temperatura de los colores del espectro aumentaba al ir del violeta al rojo.

Después de realizar ese experimento, Herschel decidió medir la temperatura en una zona ubicada un poco más allá de la luz roja del espectro, al parecer desprovista de luz. Para su sorpresa, descubrió que esta región tenía la temperatura más alta de todas; a esta parte se le conoce como infrarrojo o como su nombre técnico lo indica radiación infrarroja de la luz visible.

Esta radiación infrarroja es la que ingresa en el sistema óptico del termómetro infrarrojo y permite conocer la temperatura que emite un cuerpo. Cuando se hace la medición usando un termómetro de radiación a éste ingresa no solo la radiación del cuerpo a medir; sino del ambiente y de las otras superficies alrededor; por esta razón se debe considerar a qué distancia se deben realizar las mediciones para un adecuado enfoque.

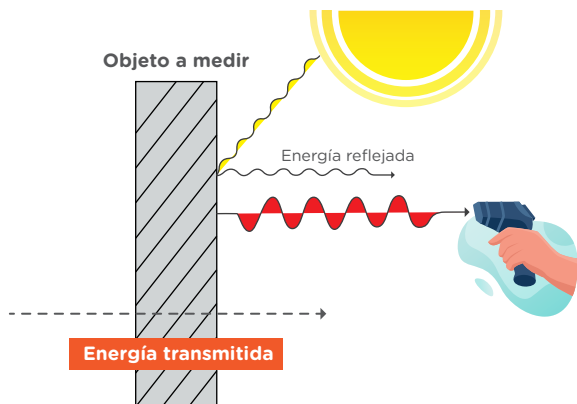


Figura 5.
*Principio de medición
de termómetros de
radiación infrarroja*

Las diversas emisividades de las superficies de los cuerpos permiten incluso crear imágenes como la mostrada en la figura 2, es por ello que son empleados en la industria para control de piezas de motores; centrales hidroeléctricas; automóviles; etc

06. Temperatura infrarroja en el cuerpo humano

Existen diversos métodos para medir la temperatura del cuerpo humano. Ellos están en función a la relación entre la persona sobre la que se mide la temperatura y el termómetro de medida utilizado. A continuación se detalla el método a distancia, utilizado por los termómetros de radiación infrarroja.

Método a distancia o método por radiación térmica emitida

El método a distancia se basa en el principio de radiación térmica emitida por los cuerpos, la cual es medida a cierta distancia por sensores térmicos de radiación infrarroja. En este caso no hay contacto directo con el cuerpo (persona) u objeto. Para la efectividad del método se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- La capacidad del cuerpo para emitir radiación térmica (emisividad),
- El ambiente por el que se propaga la radiación térmica desde la persona al termómetro (condiciones ambientales),
- La capacidad del termómetro para recoger la radiación emitida (características ópticas del termómetro, detector, lentes, alineamiento, ...). En el caso de una pandemia como la del Covid-19, se considera más seguro el uso de los métodos a distancia ya que no hay contacto directo con la persona a la que se mide la temperatura.

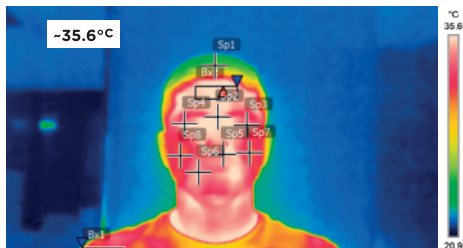


Figura 6.
Imagen Térmica de una persona



Figura 7.
Medición de Temperatura de la frente de una persona

07. Características metrológicas de un **termómetro de radiación**

Los termómetros de radiación infrarroja son diseñados para medir la temperatura de la superficie de los objetos a distancia a través de un sistema de lentes que concentran la radiación infrarroja.

Las características de este tipo de termómetros son:

- **La razón distancia objetivo (D:S):** Es la relación entre la distancia D a la que un termómetro infrarrojo se debe ubicar para ver un área circular de diámetro S del cuerpo a medir.
- **Resolución:** La resolución de los termómetros infrarrojos es de 0,1 °C .
- **La emisividad instrumental:** Este valor debe estar ingresado al termómetro infrarrojo para poder medir correctamente la temperatura.
- **Error máximo permitido:** Este parámetro distingue si el termómetro infrarrojo es para usos industriales o para trabajos con mayor exactitud. El error máximo permitido de los termómetros infrarrojos generalmente es mayor a ± 1 °C .
- **Intervalo de Medición Infrarroja:** Las mediciones por radiación en teoría permiten medir desde -200 °C hasta valores por encima de los 2000 °C ; dependerá del uso al que se le destine.

7.1 Termómetros Infrarrojos para mediciones en la piel de seres humanos

Estos termómetros de radiación infrarroja están diseñados para medir la temperatura de la piel de seres humanos en la zona de la frente a la sien.

Las lentes que llevan asociadas nos proporcionan un valor de temperatura a una distancia que suele oscilar entre 1 cm a 15 cm . Esta distancia está establecida en las especificaciones técnicas de cada termómetro infrarrojo por el fabricante y debe tenerse mucho cuidado en respetarlas durante su uso.

El valor de la emisividad de la piel humana se considera que está entre 0,94 hasta 0,99 (dependiendo de la zona de medición).

Los termómetros infrarrojos para piel humana tienen asignado este valor por defecto (0,98 para la frente).

Estos termómetros infrarrojos, según la Norma ASTM-1965, tienen un error máximo permitido de $\pm 0,3$ °C .

Los fabricantes de termómetros infrarrojos para uso clínico deben fundamentar que cumplen con las normativas referentes a equipamientos médicos como lo exige la Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas DIGEMID del Ministerio de Salud (MINSA)

Los termómetros infrarrojos de uso médico deberían contar con un certificado de verificación que demuestre el cumplimiento de estas características metrológicas.



Figura 8. Termómetro Infrarrojo para fines médicos

08. Errores en la selección de **termómetros infrarrojos**

Es común confundir si un termómetro infrarrojo es de uso industrial o de uso médico pues físicamente son casi similares, por eso debemos fijarnos bien en sus especificaciones técnicas; una característica importante es que los de uso médico deben contar con una identificación de que cumple normativas de uso médico; como las de la Comunidad Europea (siglas CE). El intervalo de medición mínimo es desde 35,5 °C hasta 40,0 °C; asimismo, el error máximo permitido para uso industrial es hasta 3 veces más que para uso médico y la distancia para tomar la lectura es entre 3 cm a 15 cm para los de uso médico mientras que para uso industrial es mayor.



Figura 9.
Ejemplos de Termómetro infrarrojo industrial y de termómetro infrarrojo médico

09. Errores en la medición con **termómetros infrarrojos**

El termómetro infrarrojo es de fácil uso; sin embargo, para tener mediciones confiables se debe considerar lo siguiente:

9.1 La perpendicularidad, como las lecturas dependen de la cantidad de radiación infrarroja que ingresa al sistema óptico; la mejor forma de tener una medida correcta es colocar el plano de la lente del termómetro lo más paralelo posible a la frente del paciente; y así garantizar la perpendicularidad de la radiación incidente.



Figura 10.
Las mediciones se deben hacer respetando la perpendicularidad.

9.2 La separación, se debe cumplir con la separación indicada por el fabricante para el uso del termómetro de radiación, **pues una variación de algunos centímetros provoca variaciones de algunos grados en la lectura de temperatura.**



Figura 11.
Medición muy alejada del paciente y por lo tanto incorrecta.



Figura 12.
Medición correcta de la temperatura de la frente de una persona.

9.3 El medio ambiente, el medio ambiente más adecuado debe ser cerrado, libre de fuentes intensas de calor (no cerca de estufas; ni horno; ni ventanas); asimismo, libre de polvo.



Figura 13.
Medición incorrecta por influencia de la radiación solar

9.4 El tiempo de medición, el tiempo de medición es de unos pocos segundos (no más de 3 segundos) esto para evitar que otras fuentes de radiación ingresen (otras personas acercándose) y alteren la lecturas iniciales.

10. Recomendaciones adicionales.

1. Comprobar la limpieza de la lente y, si fuese necesario, utilizar un chorro de aire limpio o una tela limpia que no deje ningún resto para limpiarla.



Figura 14.
*Ubicación de la lente en un
termómetro infrarrojo.*

2. Asegurarse de que la zona de medición esté despejada (*pelo, sudor, otros relevantes*)
3. No tocar la parte superior del termómetro infrarrojo pues es ahí donde se encuentra el sensor de temperatura y esto producirá errores en las lecturas.
4. Si el termómetro infrarrojo cuenta con un láser para ayudar con la alineación; se debe tener cuidado con la vista del paciente.
5. Leer bien y aplicar las recomendaciones de uso dadas por el fabricante del termómetro.

11. Referencias

[1] INACAL-DM. 2016. Guía JCGM 200:2012; Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales, y términos asociados (VIM). traducción autorizada por el BIPM y el JCGM. 3a edición en español del VIM 2012 – Versión 2008 con correcciones. Disponible en <https://www.inacal.gob.pe/>

[2] ASTM E1965 - 98(2016) “Standard Specification for Infrared Thermometers for Intermittent Determination of Patient Temperature”

[3] Recomendación Internacional OIML R 14, 2008 “Procedure for calibration and verification of the main characteristics of thermographic instruments”.



PERÚ


Ministerio
de la Producción



INACAL

Instituto Nacional
de Calidad

EL PERÚ PRIMERO

 /inacalperu

 @INACALPERU

 INACAL

 @inacalperu

Calle Las Camelias 817, San Isidro, Lima 27, Perú
Central: (51-1) 640 8820
www.inacal.gob.pe