

S *m* **posio**
etrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *m* **ME** **2012**
etrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Metodología para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción

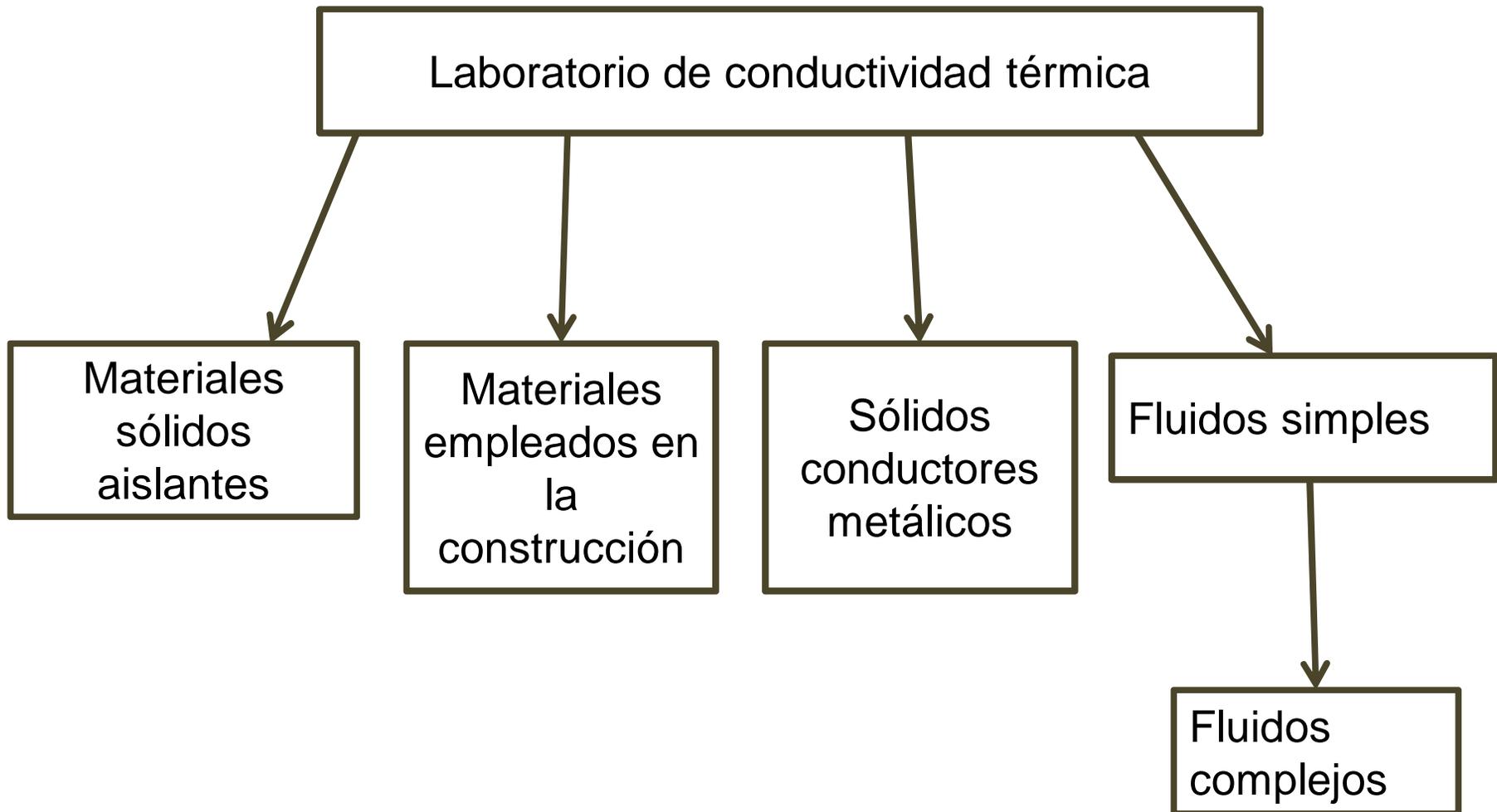
Área Metrología Eléctrica

División Termometría

Laboratorio de Conductividad Térmica

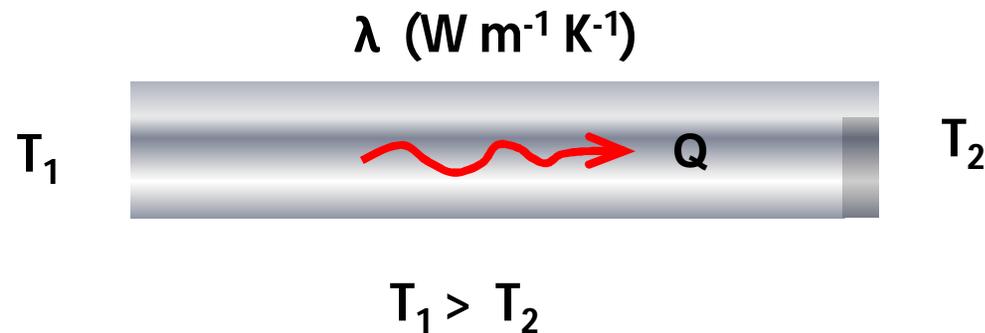
Saúl García Duarte

Oscar J. González Rodríguez



Conductividad térmica

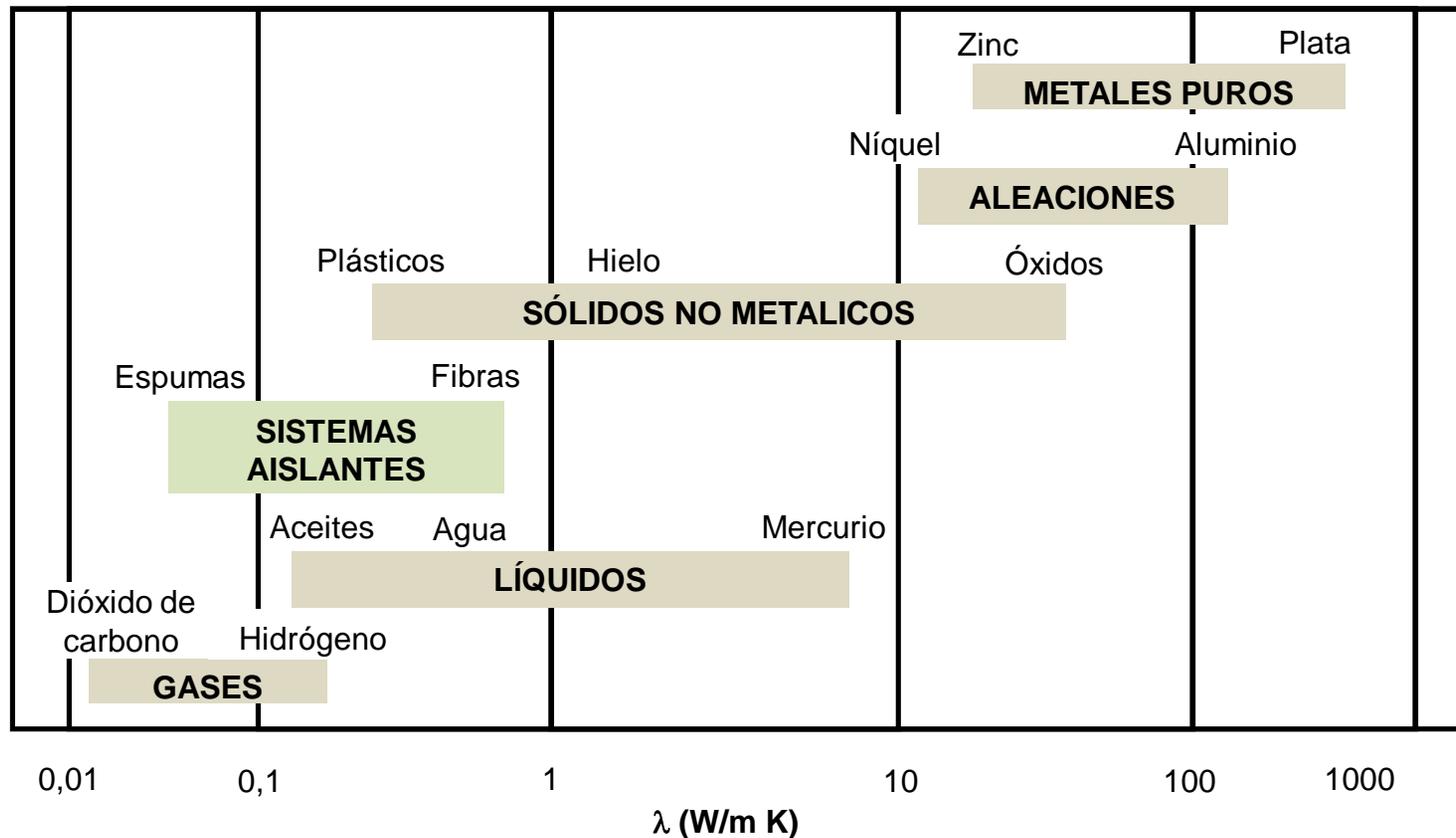
Medida de la capacidad de un sólido para transferir energía térmica a través de él cuando sus extremos tienen una diferencia de temperatura.



$$Q = A\lambda \frac{\Delta T}{l}$$

Ley de Fourier

Escala de conductividad térmica para diversos materiales a temperatura y presión normales.



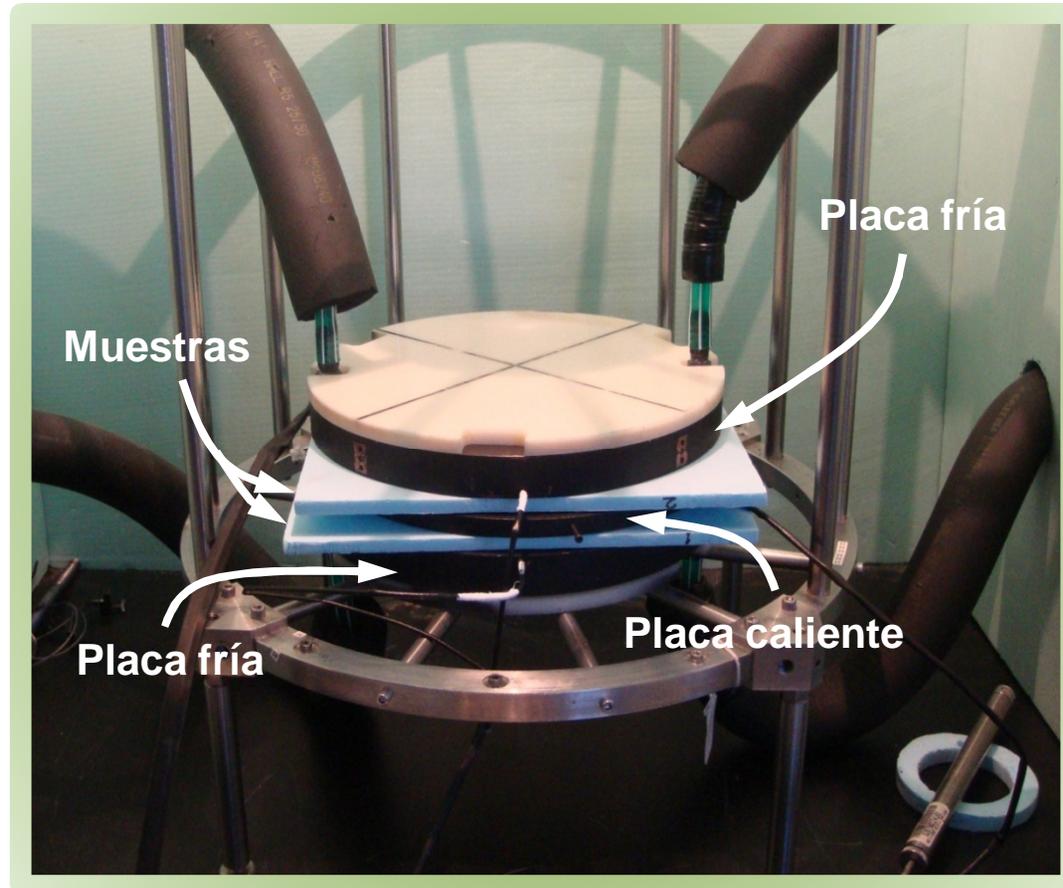
Simposio
metrología 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *M* **E** 2012
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Patrón nacional de Medición de Conductividad Térmica de Materiales Sólidos Aislantes, CNM-PNE-16



Alcance del patrón

| λ | $0.03 < \lambda < 0.17$ | [W m ⁻¹ K ⁻¹] |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Espesor L | $L < 47$ | mm |
| Temperatura de medición | $268 < T_m < 335 / -5 < T_m < 62$ | K/°C |
| Incertidumbre relativa, nivel de confianza del 95% | Entre 0.8 y 2 | % |

Smposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

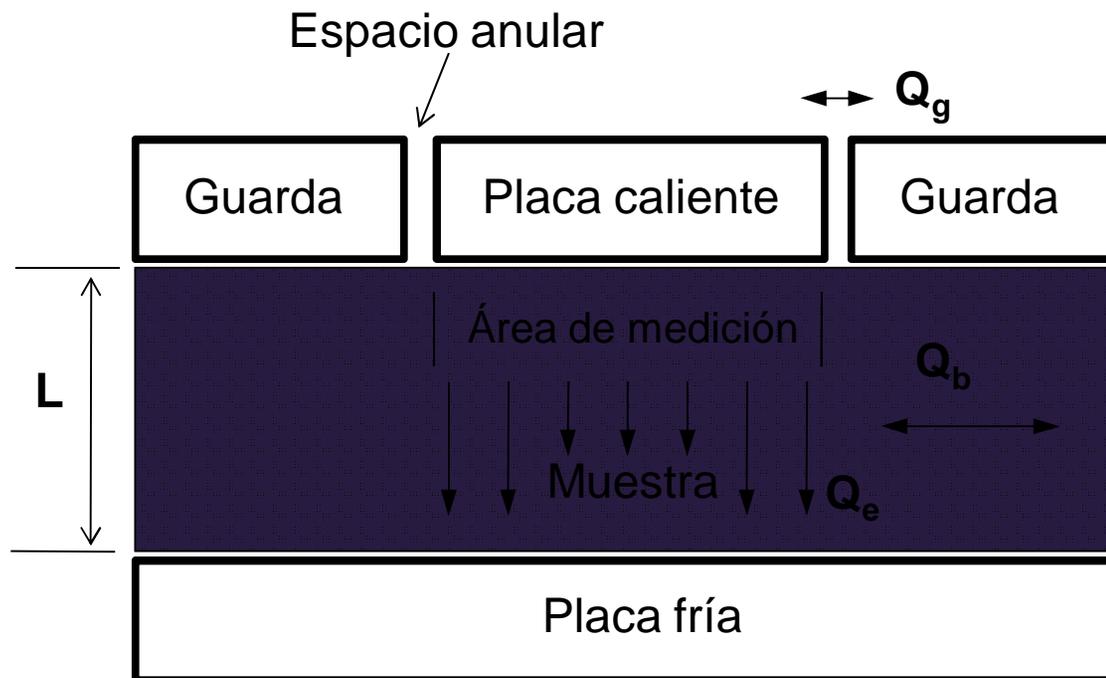
IV ENME **2012**
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Estudios realizados para el diseño y construcción del patrón nacional

- Efecto de borde
- Distribución de temperatura en el plato caliente y la guarda
- Transferencia de calor en el espacio anular
- Efecto sobre el valor de λ como función del material que se utilice como guarda

Aparato de Placa Caliente con Guarda



Método primario
Estado permanente

Simposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV ENME **2012**
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

La mayoría de los materiales utilizados en la construcción tienen espesor mayor a 47 mm.



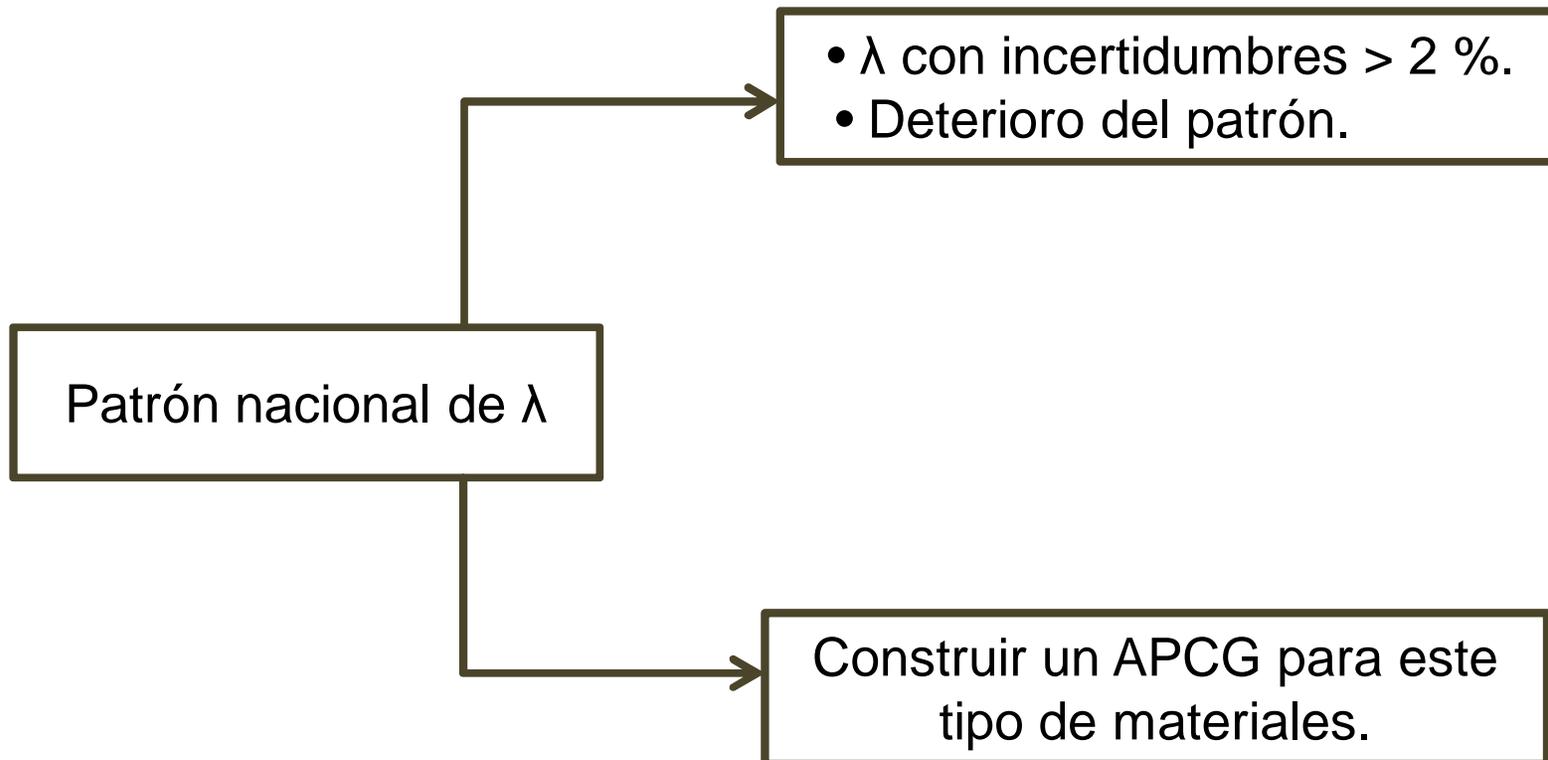
La medición de la conductividad térmica de estos materiales con el patrón aumenta la incertidumbre en la medición (mayor a 2 %).

Simposio
metrología 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *M* **E** 2012
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM



S *m* **posio**
etrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *m* **E** **2012**
etrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Mediciones con el patrón nacional de conductividad térmica

PVC: Muestras de 78 mm, incertidumbre expandida 10 %

Panel de lamina-poliuretano: Muestras de 102 mm, incertidumbre expandida 10 %

Panel de PVC con poliuretano: Muestras de 105 mm, incertidumbre expandida 10 %

Block hueco de barro recocido: Muestras de 117 mm, incertidumbre
expandida 8 %

Block hueco de barro recocido: Muestras de 88.7 mm,
incertidumbre expandida 6 %

Block hueco de concreto: Muestras de 100 mm, incertidumbre
expandida 10 %

Simposio
metrología 2012

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *M* **E** 2012
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Para disminuir la incertidumbre es necesario diseñar un APCG para medir estas muestras.



Simposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN M E 2012
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Características del APCG para materiales de construcción

| | | |
|---|-------|----|
| Diámetro de área de medición | 305 | mm |
| Diámetro de la guarda | 610 | mm |
| Espesor de las muestras L | L<200 | mm |
| Incertidumbre relativa, nivel de confianza del 95 % | 4 | % |

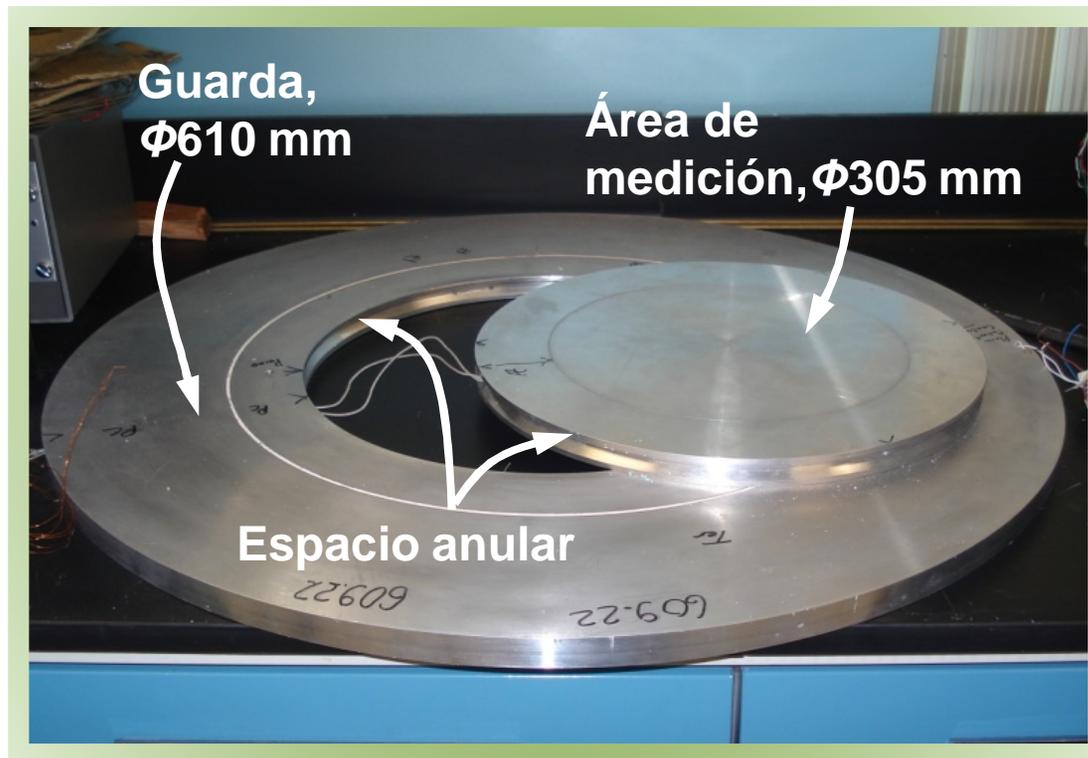
S *m* **posio**
etrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *m* **E** **2012**
etrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Partes de la placa caliente



Calefactor del área de medición: $28\ \Omega$.

Calefactor de guarda: $14\ \Omega$.

Simposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *metrología* **ME 2012**

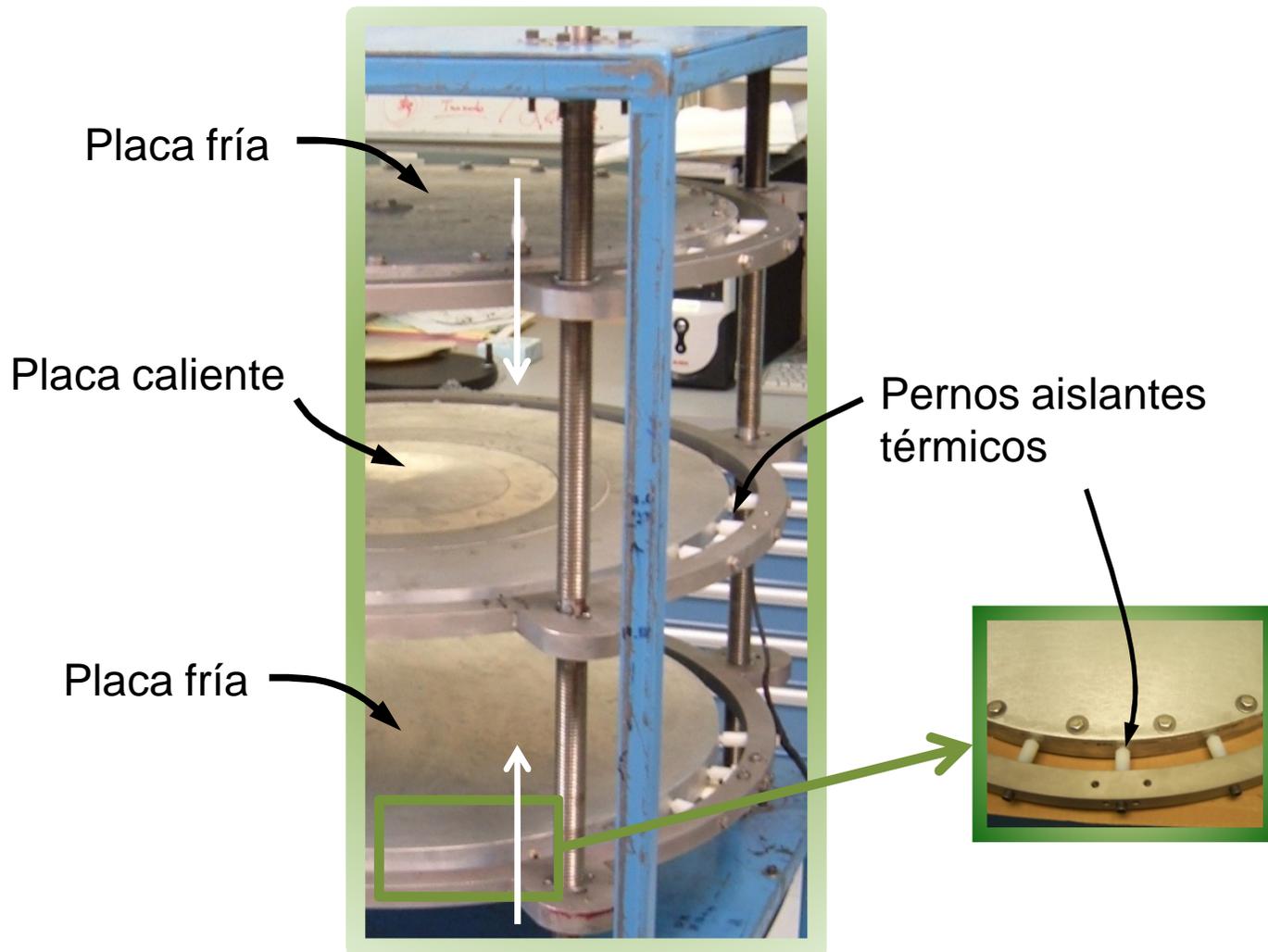
IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Forma interna de las placas frías



Baño de recirculación, control ± 0.05 °C.
Intervalo de temperatura: -20 °C a 60 °C.

Mecanismo de movimiento de las placas





Eje roscado y aro de soporte



Pernos soporte-aislante

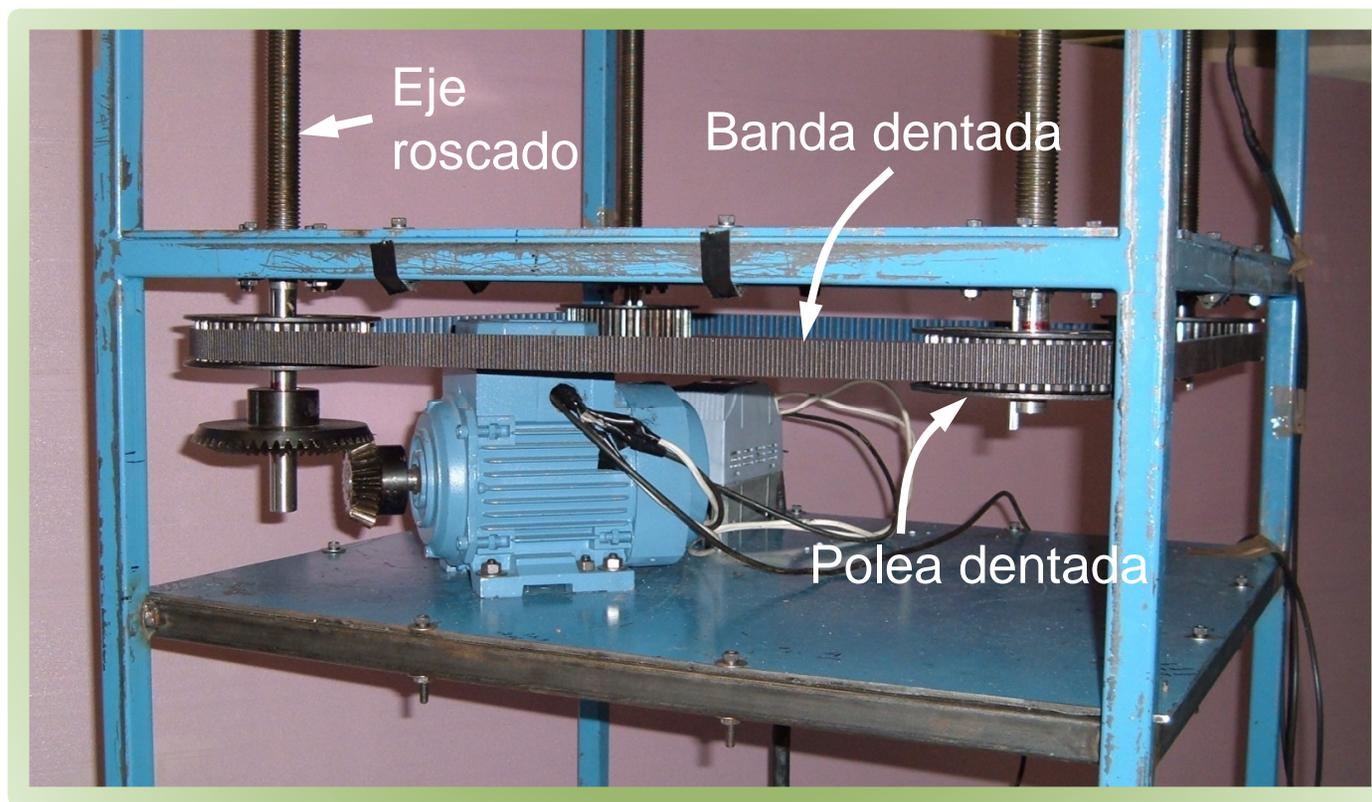
Simposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN *M* **E** *2012*
metrología

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Transmisión de movimiento



Simposio
metrología **2012**

Innovación en las mediciones para una mejor calidad de vida
Octubre 8 al 12
Querétaro, Qro. México

IV EN metrología **ME 2012**

IV Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica
8 y 9 octubre 2012, CENAM

Comentarios finales

Se diseñó y se está construyendo un APCG para materiales de construcción con espesor de hasta 200 mm.

El aparato se diseño sobre la base de los estudios previos realizados al patrón nacional CNM-PNE-16.

Con este aparato se obtendrá un sistema de referencia con incertidumbre relativa aproximada de 4%.

Con la puesta en operación del APCG para materiales de construcción se evita el deterioro rápido del patrón nacional CNM-PNE-16.