



# MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN MATERIALES SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN

*Leonel Lira Cortes*

*Laboratorio de Propiedades Termofísicas  
División Termometría, Área Eléctrica  
Centro Nacional de Metrología*



## TRANSPORTE

- **CONDUCTIVIDAD TERMICA**
- TERMOACUSTICA
- VISCOSIDAD
- **DIFUSIVIDAD**

## TERMODINAMICAS

- **DENSIDAD**
- **CAPACIDAD CALORIFICA**
- CALOR DE COMBUSTIÓN
- EQUILIBRIO DE FASES
- ENTALPIA

## HUMEDAD

- **SÓLIDOS**
- **GASES**

## OPTICAS

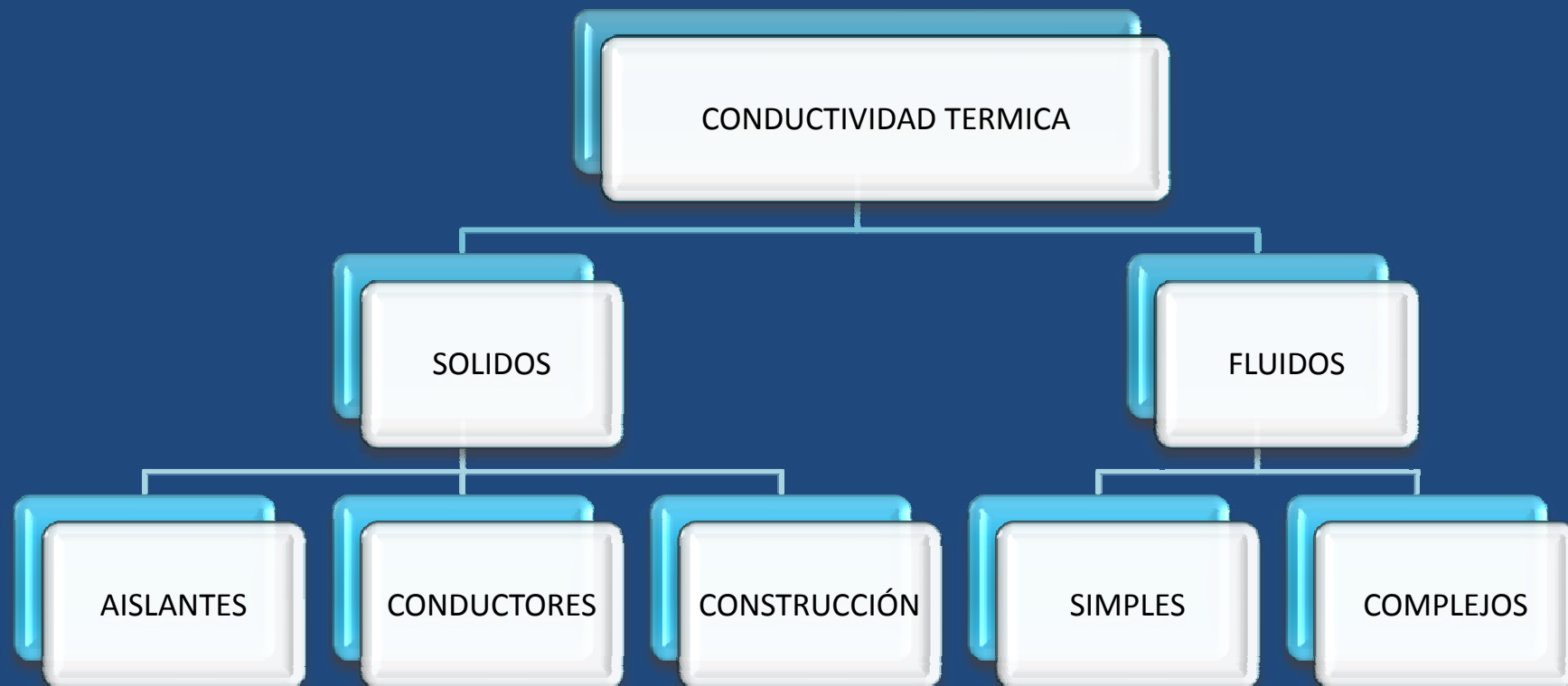
- EMISIVIDAD
- ABSORTIVIDAD
- INDICE DE REFRACCIÓN
- REFLECTIVIDAD

## MECANICAS

- DILATACIÓN LINEAL Y VOLUMÉTRICA
- VELOCIDAD DEL SONIDO

## ELECTRICAS

- PERMEABILIDAD
- CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
- CONSTANTE DIELECTRICA
- MAGNETISMO





## SOLIDOS AISLANTES

Aparato Placa Caliente con Guarda –  
CNM-PNE-16 Patrón Nacional de  
Conductividad Térmica



## ACTIVIDADES

### Proyectos:

- MOVIMIENTO DE LAS PLACAS
- FABRICAR PLACA CALIENTE
- EXTENSIÓN DE ALCANCE EN ESPESOR

### Servicios:

- MEDICIÓN DE MATERIALES AISLANTES:  
2 %
- MEDICIÓN PARA COMPARACIÓN  
BIPM

# SOLIDOS CONDUCTORES

## Sistema de medición de referencia de barras



### Proyectos:

- EXTENDER ALCANCE 0 °C – 600 °C
  - EXTENDER ALCANCE 0 °C – 1000°C
  - SISTEMA PRIMARIO DE MEDICIÓN
- 
- ALCANCE 0 °C - 100 °C
  - ALCANCE 0 °C - 300 °C



# SOLIDOS DE CONSTRUCCION

## PATRÓN DE TRANSFERENCIA

### OPCIONES

- 1) Equipos Comerciales desde 590,000.00 hasta 8 712,506.00
- 2) Desarrollo de un equipo para esos materiales
- 3) Uso del Patrón Nacional





# FLUIDOS SIMPLES Y COMPLEJOS

## DESARROLLO DE UN MÉTODO PRIMARIO DE HILO CALIENTE

Resultado:

- ✓ Directo: Conductividad térmica  $\lambda$
- ✓ Indirecto: Difusividad térmica  $\alpha$



SIMPLES

COMPLEJOS

CONDUCTIVIDAD Y DIFUSIVIDAD TERMICA

+

DENSIDAD

=

**CAPACIDAD CALORIFICA**





## CAPACIDAD CALORIFICA CALOR DE COMBUSTION

$C_v$

GCV

$C_p$

CALORIMETRO  
ADIABATICO

CALORIMETRO DE  
FLUJO

CALORIMETRO  
ISOPERBOLICO



## MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

### OBJETIVO:

- Medir la conductividad térmica de materiales de construcción que se fabrican o comercializan en México.

### ALCANCE:

- Materiales con dimensiones y geometría de uso, en el intervalo de 10-50 °C.



# SOLIDOS DE CONSTRUCCION

## PATRÓN DE TRANSFERENCIA

### OPCIONES

- 1) Desarrollo de un equipo para esos materiales
- 2) Uso del Patrón Nacional



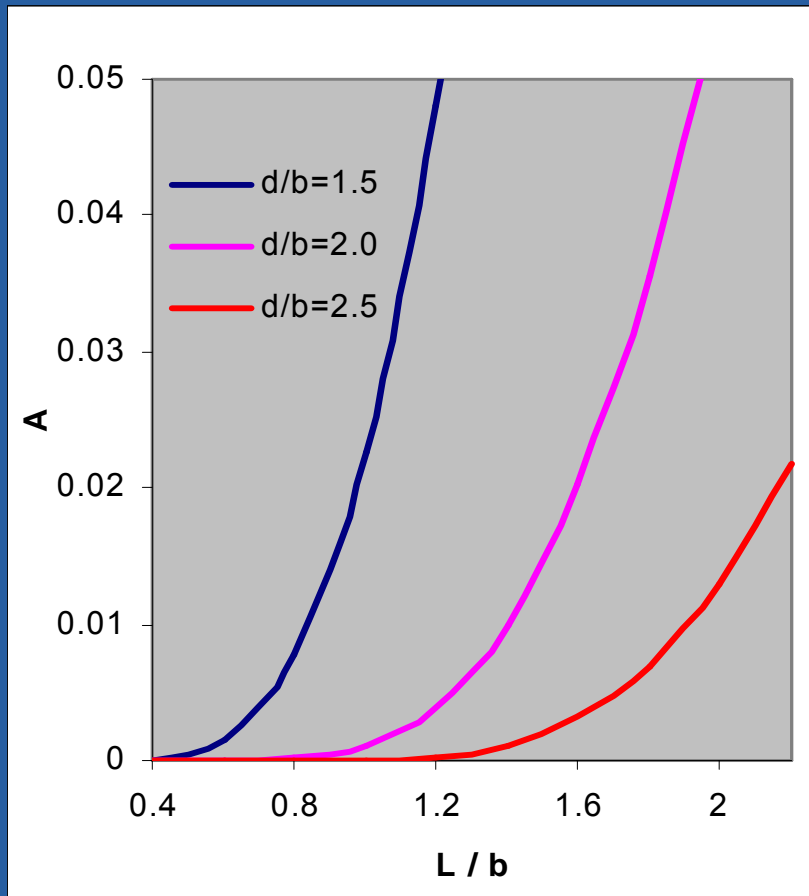
Uso de los criterios de diseño del Patrón Nacional

- Errores de diseño
- Evaluación de la incertidumbre
- Dimensiones de un nuevo equipo

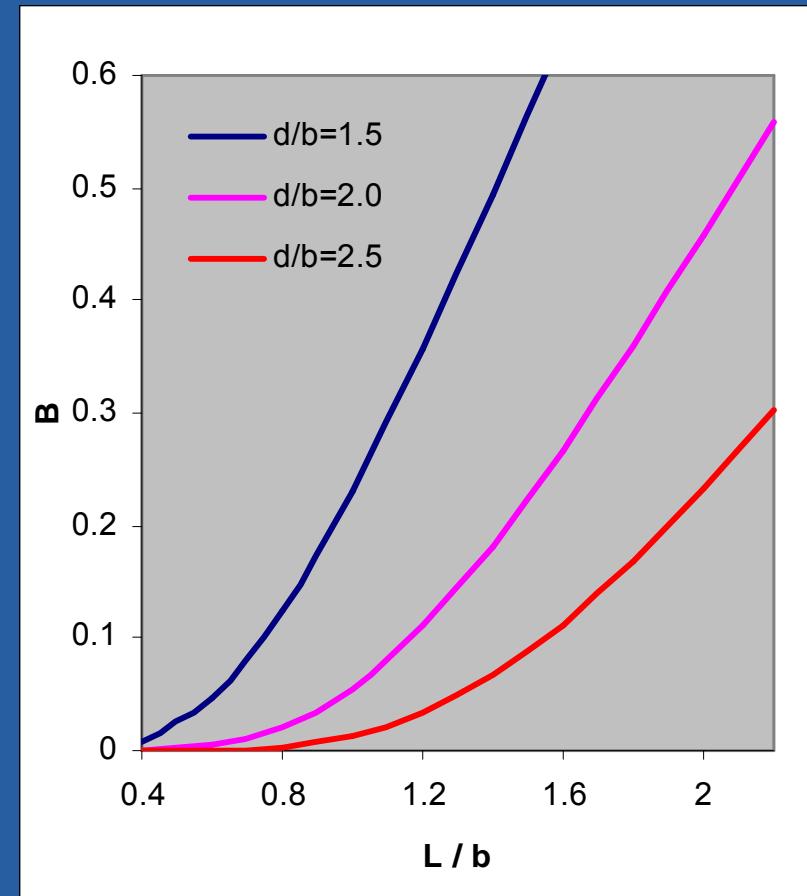
Riesgo de degradación del Patrón Nacional y pérdida de la cadena trazabilidad si se daña el Patrón

# Resultados: $EB = A + B X$

$$h / \lambda_z = 196.5 \text{ m}^{-1}$$



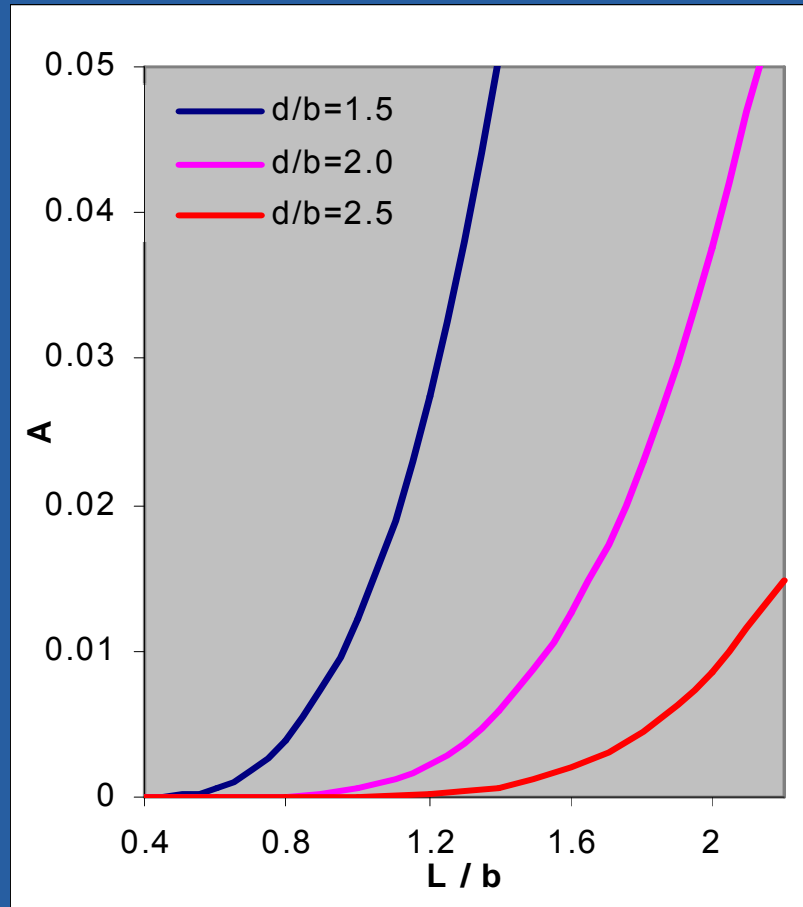
**Figura.** Ordenada del efecto de borde **A**, en función del cociente del espesor de la muestra  $L$ , y el radio del área de medición  $b$ .



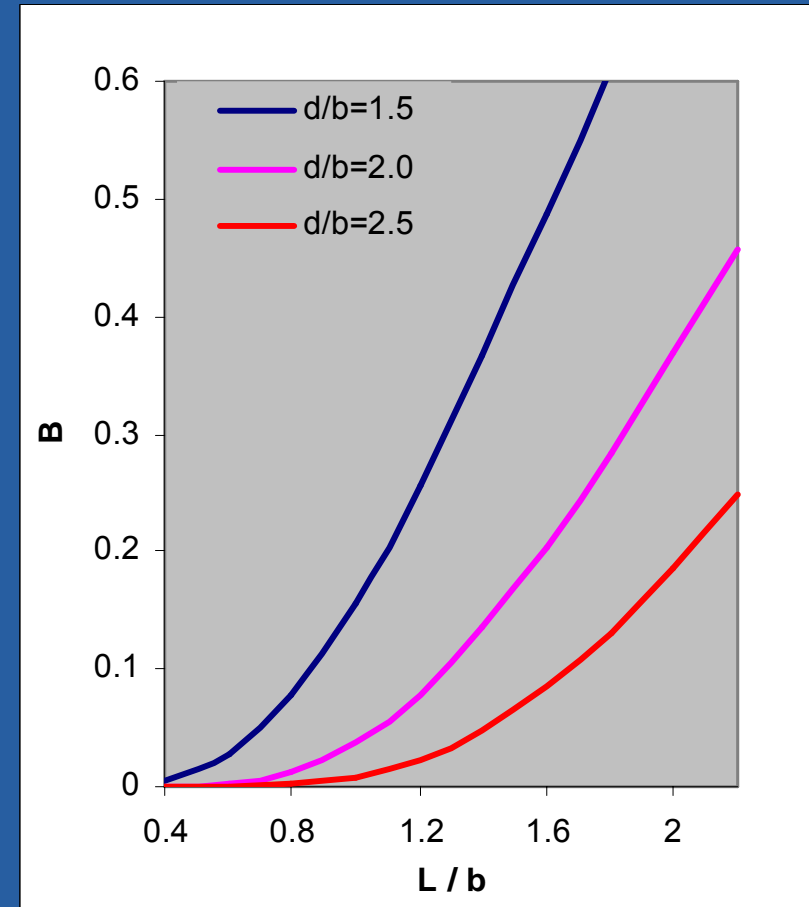
**Figura.** Pendiente del efecto de borde **B**, en función del cociente del espesor de la muestra  $L$ , y el radio del área de medición  $b$ .

# Resultados: $EB = A + B X$

$$h / \lambda_z = 49.0 \text{ m}^{-1}$$



**Figura.** Ordenada del efecto de borde **A**, en función del cociente del espesor de la muestra  $L$ , y el radio del área de medición  $b$ .



**Figura.** Pendiente del efecto de borde **B**, en función del cociente del espesor de la muestra  $L$ , y el radio del área de medición  $b$ .



## MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

- Panel de poliuretano con PVC de 20 cm de espesor.
- Panel of PVC.
- Ladrillo rojo de 4 cm de espesor.
- Block de construcción de 8,10 y 14 cm de espesor.
- Losa de barro de 5 cm de espesor.
- Panel de Yeso de 19 mm. de espesor
- Losa de concreto de 3 y 10 cm de espesor
- Block de tierra con pasto
- Block de material reciclado



## RESULTADOS

### Valores de conductividad térmica para algunos materiales con el uso del Patrón Nacional

Muestra	Espesor/ mm	Temperatura/ °C	Conductividad térmica / W (K m) <sup>-1</sup>	Incertidumbre / W (K m) <sup>-1</sup> (k=2)
Panel de poliuretano	101.7	22.0	0.0551	10 %
Poliuretano con PVC	105.0	18.1	0.0244	10 %
Aislante SRM1450	25.48	27.7	0.0340	1.5 %
Poliestireno	23.5	28.8	0.0326	1.5 %
Yeso	17.8	7.7	0.178	5 %
Ladrillo	100.5	29.45	0.391	10%



## MATERIALES

### Construcción



### Aislante







## CONCLUSIONES

- Se midió la conductividad térmica de materiales para construcción como ladrillos, block, yeso, etc.
- Para realizar las mediciones y evaluar la incertidumbre se utilizaron los criterios de diseño del instrumento y el Patrón Nacional de Conductividad térmica
- Para reducir la incertidumbre es necesario diseñar y construir un nuevo instrumento para manejar muestras de gran espesor.



## Trabajo futuro

- Diseño, Construcción y Caracterización de un instrumento de 600 mm para la medición de materiales de aislantes y de construcción con espesores de hasta 20 cm con incertidumbres del orden del 4 % o menores.



## AGRADECIMIENTOS

- M.C. Saul Garcia Duarte
- Dr. Edgar Mendez-Lango
- Ing. Oscar Jesus González Rodriguez



Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009  
18-20 de noviembre

- Electromagnetismo
- Temperatura y Propiedades Termofísicas
- Tiempo y Frecuencia



Gracias  
por su  
Atención