

## DETERMINACION 'IN SITU' DE TRANSMITANCIA TÉRMICA

Alicia Quintana\*, Vicente Volantino\*  
INTI - Departamento de Construcciones  
Av. Leandro N. Alem 1067 5°6' y 7°Piso  
(1001) - BUENOS AIRES

### RESUMEN

El presente trabajo describe una metodología para determinar el coeficiente de transmitancia térmica de paredes obtenido a partir de mediciones "in situ".

El conocimiento de dicho coeficiente permite evaluar el comportamiento de la vivienda en todos los aspectos referidos al aprovechamiento de energía.

Estas mediciones se efectúan en el prototipo de vivienda ubicado en el Parque Tecnológico Miguelete, del INTI, en el cual se halla implementado un sistema automático de adquisición de datos que registra, no sólo los valores involucrados en la determinación de nuestro interés, sino también los correspondientes a los parámetros meteorológicos con los que quedan perfectamente establecidas las condiciones asociadas.

La determinación de la transmitancia térmica se realiza utilizando técnicas de medición de flujo de calor, para lo que se emplean sensores de flujo de calor de pequeñas dimensiones (3,5 cm x 3,5 cm x 0,16 cm); completándose la información por ellos provista con mediciones de temperatura superficiales y ambientales, exteriores e interiores.

La determinación final se hace empleando dos métodos de cálculo numérico, ya sea mediante la media aritmética de los valores obtenidos o por regresión lineal.

La utilización de los sensores mencionados, junto con el método de determinación del valor de transmitancia térmica, permiten aplicaciones de importancia relacionadas con:

- Evaluación de aislación térmica
- Cálculo de la energía requerida para calefaccionar.
- Reducción de los costos de calefacción, a través de la detección sistemática de zonas de pérdida de calor.

### INTRODUCCION

El valor de transmitancia térmica de elementos constructivos puede obtenerse midiendo el flujo de calor a través de ellos así como las temperaturas a ambos lados bajo condiciones estacionarias. Pero este tipo de condiciones no son las que se encuentran en mediciones "in situ".

Hay diferentes formas de superar este inconveniente:

- Imponer condiciones estacionarias mediante el uso de una caja fría y una caliente. Método adecuado para laboratorio pero no para campo.
- Considerar que los valores medios del flujo de calor y de las temperaturas, considerando un período suficientemente largo, dan una buena estimación del régimen permanente. Este método puede requerir períodos muy largos de medición para algunos casos particulares /1/.
- Tomar en cuenta las fluctuaciones del flujo de calor y de las temperaturas en el análisis de los datos registrados. Este método más sofisticado considera las variaciones térmicas mediante el uso de un modelo donde se representan el elemento por su conductancia térmica y varias constantes de tiempo. /2/
- También, siempre está disponible el recurso de aguderear el elemento para analizar su estructura (espesores y tipo de los materiales utilizados) y calcular el valor.

En este trabajo se expondrán los valores obtenidos mediante el 2° enfoque propuesto.

### Definiciones y simbología

q : flujo de calor por unidad de área  $W/m^2$   
Ti : temperatura del aire interior  
Te : temperatura del aire exterior  
Tsi : temperatura superficial interior  
Tse : temperatura superficial exterior  
K : transmitancia térmica del elemento constructivo  $[W/m^2 K]$

$$K = \frac{q}{T_i - T_e}$$

$\Lambda$  : conductancia térmica del elemento constructivo

$$\Lambda = \frac{q}{T_{si} - T_{se}}$$

### Conjunto de datos registrados

Mediante el sistema automático de adquisición de datos implementado en el

\* Investigador asociado  
(por orden alfabético)

prototipo de vivienda considerado se obtienen registros continuos de los siguientes parámetros:

- . Temperatura superficial interior de todas las paredes, piso y techo del local bajo medición.
- . Temperatura del aire interior a 0.60 m, 1.20 m y 1.80 m para verificar el estado de estratificación.
- . Temperatura del aire exterior.
- . Temperatura superficial exterior de las paredes del local que dan al exterior.
- . Flujo de calor a través de las paredes, piso y techo.
- . Humedad relativa interior y exterior
- . Radiación solar.
- . Velocidad y dirección del viento
- . Presión atmosférica

Se dispone de registros tanto en condiciones de variación libre de la temperatura interior como con ésta prefijada en 18 C haciendo uso de un sistema de calefacción.

#### Sensores de flujo utilizados

Se emplearon sensores de flujo de calor de pequeñas dimensiones (3,5 cm x 3,5 cm x 0,16 cm). Cuando de las informaciones registradas se pretendió hacer una determinación de valores de transmitancia y conductancia, tomando el valor promedio del flujo de calor a través de un dado elemento y el  $\Delta T$  promedio asociado (promedio de una hora), se obtuvo una gran dispersión en tre datos consecutivos.

Por otra parte se verificaba que los datos eran correctos, por ello se encaró el problema desde el punto de vista de la interpretación de los mismos. Se recurrió entonces a métodos numéricos: media aritmética y método de regresión lineal.

Dado que por su espesor y su superficie finita los sensores utilizados distan de ser ideales, las líneas de flujo se modifican en las zonas donde son instalados; de conocerse la resistencia térmica del material del que está hecho el sensor puede determinarse el factor de corrección /3/.

No es necesario hacer correcciones de bido a la inercia térmica del sensor ya que su capacidad calórica es extremadamente baja.

#### Método de interpretación utilizado

El método es ampliamente utilizado y ha sido normalizado (NT Build 215, Noruega).

Asume que el valor de  $K$  o  $\Lambda$  puede obtenerse dividiendo la media aritmética del flujo de calor por la media aritmética de la diferencia de temperaturas, tomando el promedio sobre un tiempo suficientemente largo. Es decir:

$$K = \frac{\sum_{j=1}^n q_j}{\sum_{j=1}^n (T_{i,j} - T_{e,j})}$$

donde el subíndice  $j$  enumera las mediciones individuales.

Cuando se efectúa el cómputo después de cada medición se observa una convergencia en forma asintótica a un valor que coincide con el valor real si se cumplen las siguientes dos condiciones:

- 1) La cantidad de calor del elemento es la misma al final y al comienzo de la medición.
- 2) La radiación solar tiene un efecto despreciable en el balance energético de la pared.

Para este método se propone que la duración de la medición sea de 20 horas para elementos livianos, para llegar hasta 6 días para elementos pesados.

#### RESULTADOS OBTENIDOS

Al disponer de registros correspondientes a períodos continuos tanto en invierno como en verano, se verificó que el método propuesto converge más rápidamente cuanto mayor es la diferencia de temperatura a ambos lados del elemento estudiado. Por ello, la determinación cuya información se presenta a modo de ejemplo corresponde al invierno de 1985.

Los valores obtenidos se compararon con los valores de transmitancia calculados utilizando un coeficiente de convección externo obtenido para los valores de velocidad medidos, siendo muy buena la correspondencia.

#### CONCLUSIONES

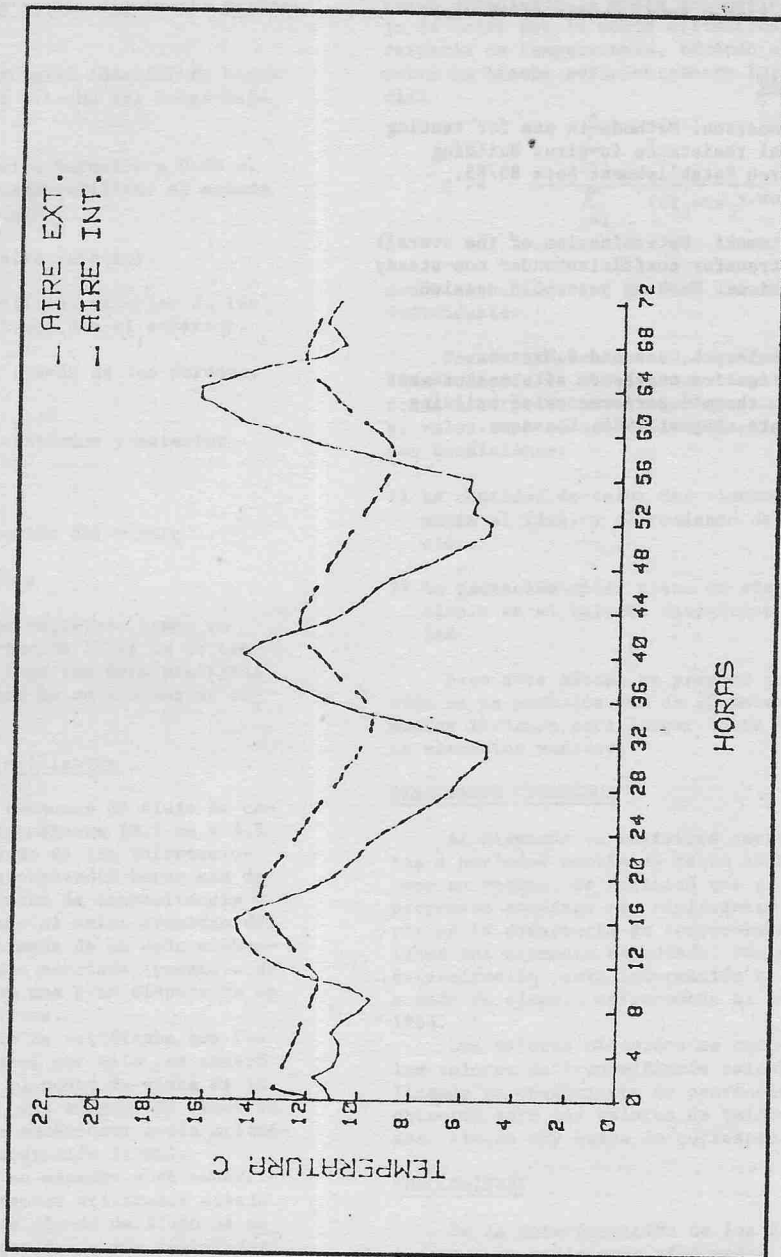
De la interpretación de los datos existentes y de mediciones efectuadas en particular así como de otros trabajos /3/, surge que:

- Para elementos livianos son convenientes intervalos de medición de 5 a 15 minutos con un tiempo total de medición de 6 a 12 horas (nocturnas).
- Para elementos pesados con temperatura interior relativamente estable, convienen intervalos de 15 a 30 minutos y tiempo total de 12 a 96 horas.
- Para elementos pesados con temperatura in-

terior variable, intervalos de 30 a 60 minutos y tiempo total de más de 15 días.

REFERENCIAS

- /1/ B.R.Anderson. Methods in use for testing thermal resistance in-situ. Building Research Establishment Note 85/85, Glasgow.
- /2/ A.Aittomaki. Determination of the overall heat transfer coefficient under non-steady conditions. Working paper CIB session 1972.
- /3/ C.A.Roulet, L.Gass and J.Maraes. Investigation on the on site measurement of the thermal performance of building elements. August 1985, Lausanne.



MEDICIONES CORRESPONDIENTES AL INVIERNO 1985

FIGURA 1

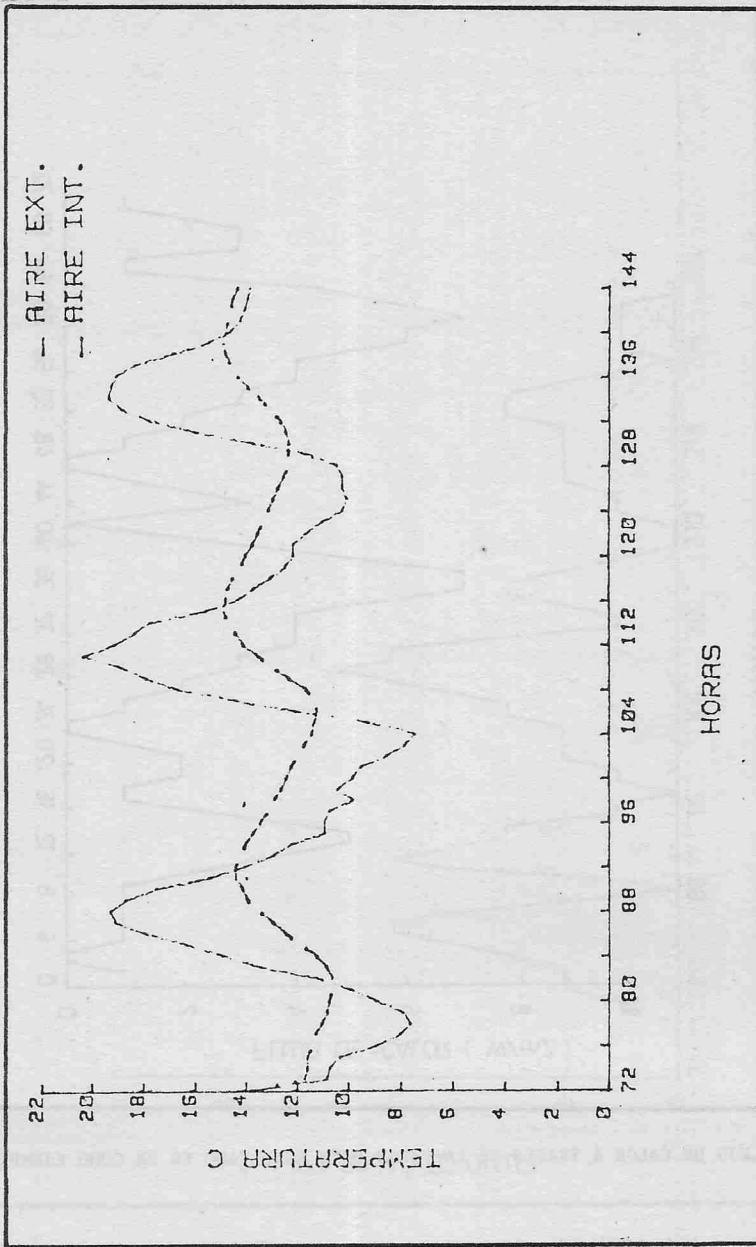
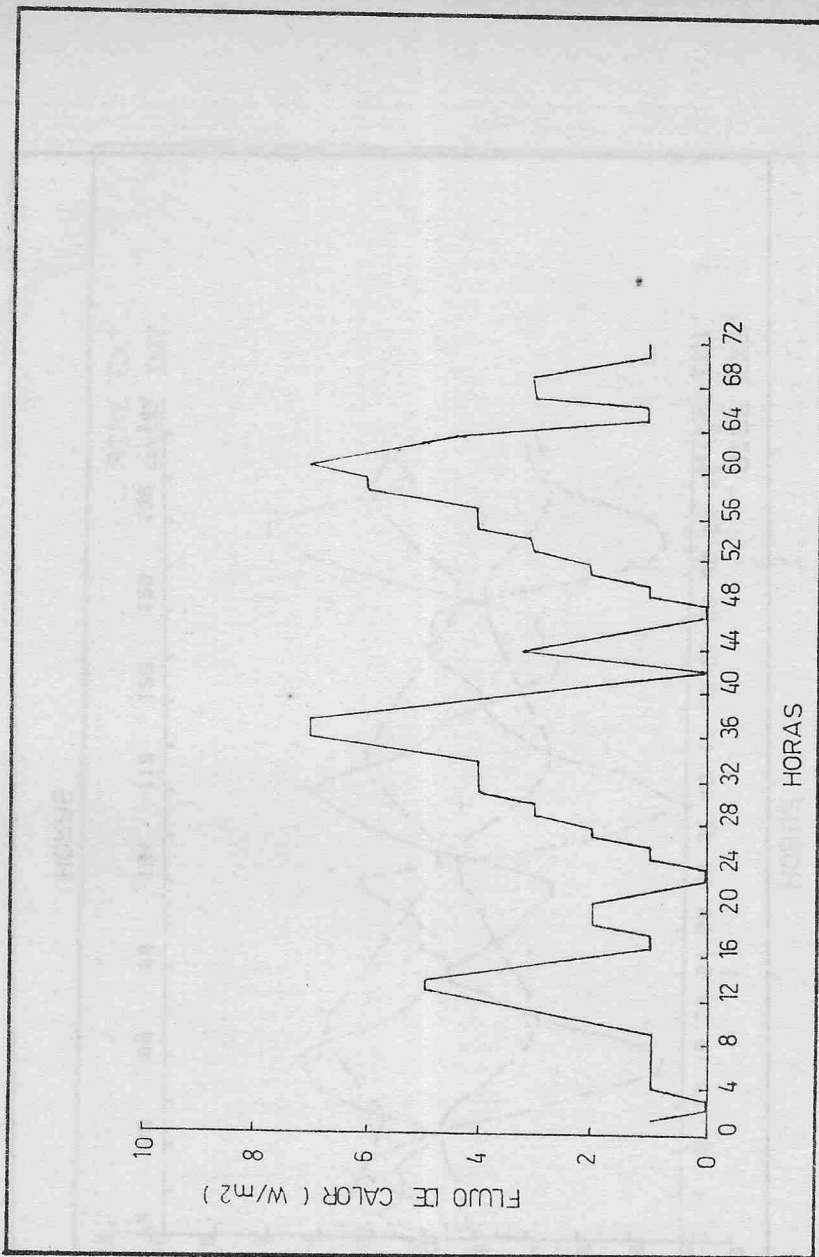


FIGURA lbis





FLUJO DE CALOR A TRAVES DE LA PARED CUYO RESULTADO SE DA COMO EJEMPLO

FIGURA 2

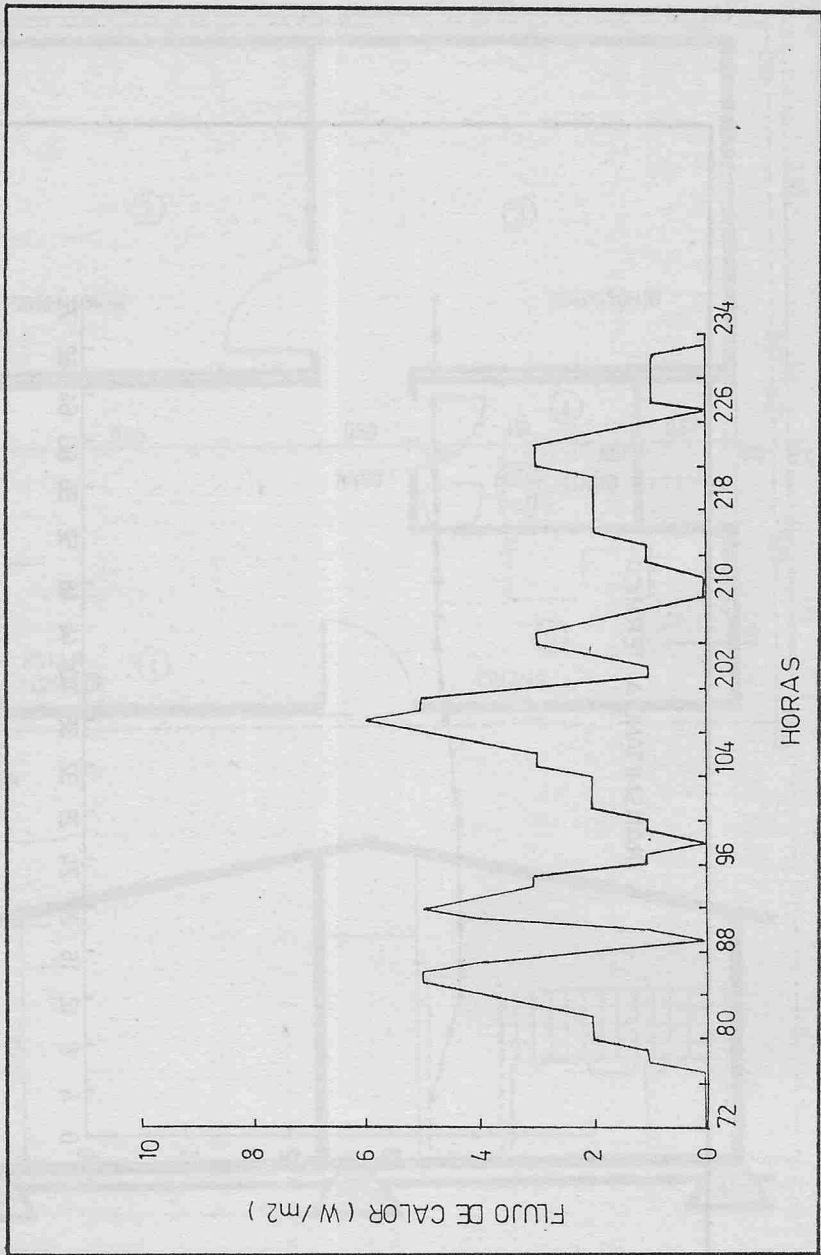
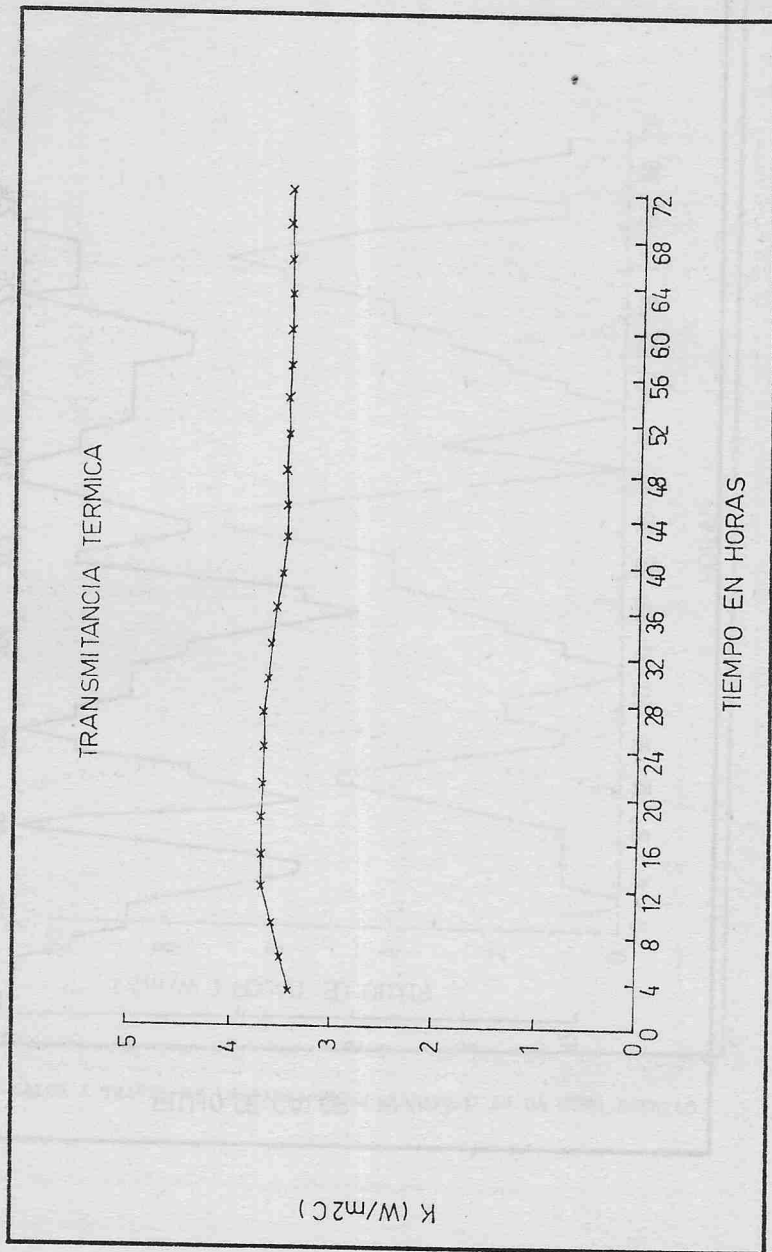


FIGURA 2bis

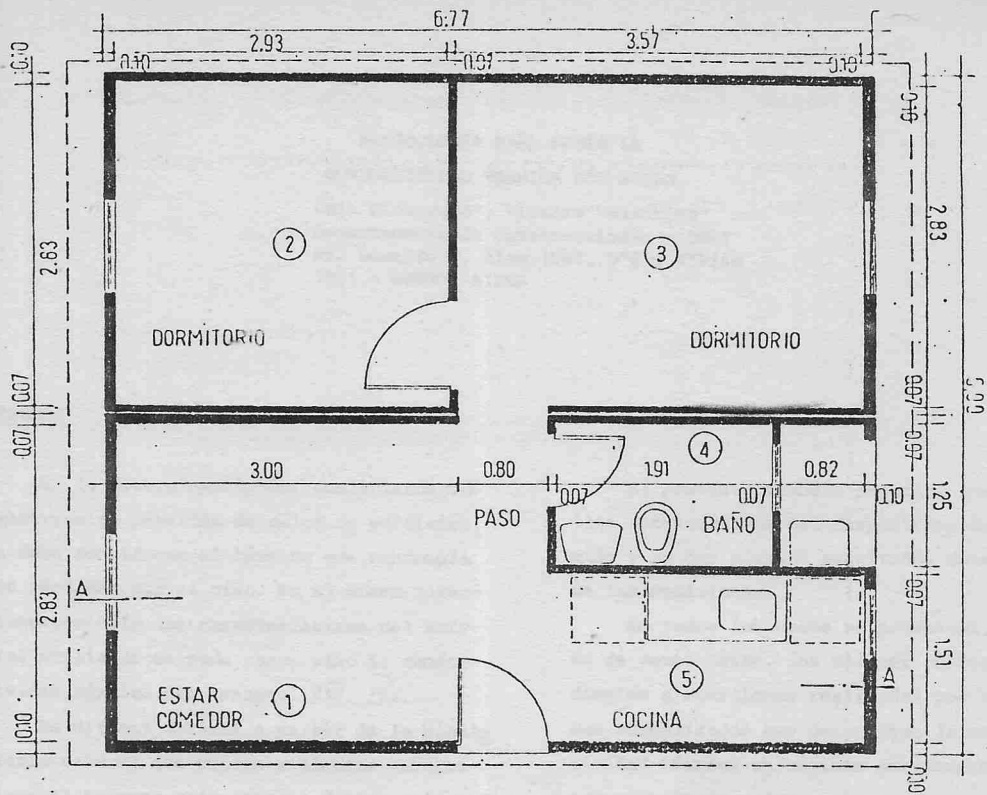


VALOR DE TRANSMITANCIA CALCULADO A LAS 72 HORAS: 3.48 W/m<sup>2</sup> C

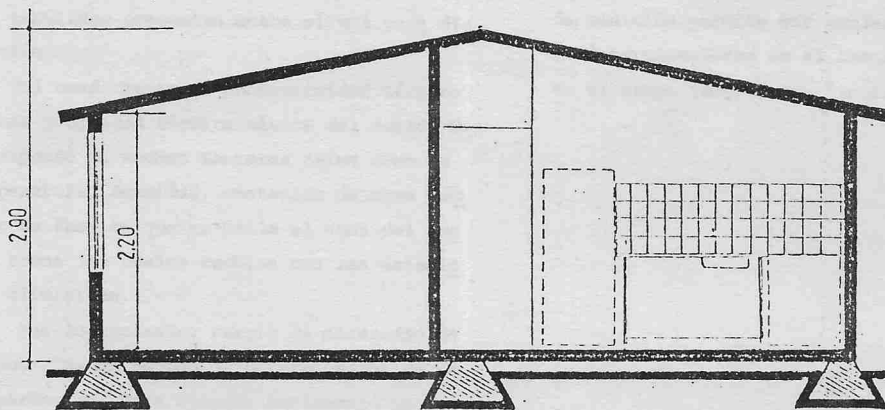
VALOR DE TRANSMITANCIA TEORICO: 3.5 W/m<sup>2</sup> C

FIGURA 3





PLANTA



CORTE A-A

PROTOTIPO INSTRUMENTADO

② Local bajo medición

FIGURA 4