

ENERGIA Y FORMA URBANA:  
USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN VIVIENDAS DEL SUR DEL PAIS

John Martin Evans \*, Silvia de Schiller \*,  
Adriana Pérez Anaclerio \*, Claudio A. Delbene \*.

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de un relevamiento de viviendas realizado para obtener datos de las características térmicas de las unidades, hábitos de sus ocupantes respecto a la utilización y consumo de energía. Se analizaron condiciones de confort, niveles de aislación térmica de paredes y techos, coeficientes de transmisión global "G" en viviendas, asoleamiento recibido y niveles de consumo de energía. En las conclusiones se evalúan medidas para lograr ahorro de combustibles a través de mejores diseños de viviendas y se identifica la magnitud del déficit energético tomando como base las condiciones registradas.

INTRODUCCION

Durante la primera etapa de esta investigación (1) se han realizado 151 encuestas en viviendas de las ciudades de Villa La Angostura, San Antonio Oeste y Choele Choel; localidades de las zonas bioambientales VI, IVc y IVb respectivamente, ubicadas cercanas al paralelo 40'S (norte patagónico).

Durante las encuestas, relevamientos y mediciones efectuados se registraron datos sobre características térmicas de las viviendas, temperaturas internas, uso de la vivienda, composición familiar de sus ocupantes y consumo de energía. Para analizar y estudiar los datos obtenidos se elaboró una base de datos que permitió ingresar la información de las campañas de invierno y verano y realizar su posterior análisis.

Los estudios particularizados sobre temperaturas internas de las viviendas en las tres ciudades permitieron analizar los aspectos que se presentan en las siguientes secciones: confort térmico, niveles de aislación térmica "K", coeficiente de transmisión global "G", asoleamiento potencial y consumo de energía.

CONFORT TERMICO

Con las mediciones de temperaturas internas registradas se verificó la proporción de unidades encuestadas que se encuentran dentro de las condiciones de confort deseable, considerando como valores de confort las temperaturas comprendidas entre 18°C y 22,5°C en estares, para actividades domésticas y sedentarias. Los resultados obtenidos se presentan en la Fig.1.

(\*) Centro de Investigación, Habitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

Un 20% de las viviendas habitadas presentan temperaturas superiores a los niveles necesarios para asegurar confort térmico durante las horas del día, representando aproximadamente un 17% de derroche de energía usada en calefacción. Simultáneamente, se detectó un 40% de las viviendas con temperaturas inferiores a 18°C, equivalente a un déficit energético que supera el 57%.

### NIVELES DE AISLACION TERMICA

Los niveles de aislación "K" de los elementos encontrados en un número importante de viviendas encuestadas pertenecientes a planes estatales de construcción, no cumplen con las condiciones mínimas de aislación fijadas por la Norma IRAM 11605 (2) (3). Fig. 2.

Si bien resulta difícil disminuir los valores de "K" en paredes de viviendas existentes, es más factible mejorar los techos livianos insertando aislación liviana en altillos o cámaras de aire. El mejoramiento de la aislación térmica de techos hasta alcanzar los niveles de la Norma logrará disminuir en un 12% la demanda de energía requerida para calefacción en viviendas con techos sin aislación adecuada o en un 4% sobre el total. Si la norma IRAM existente referida a paredes y techos, se aplica en cada nueva vivienda, se obtendrán ahorros mayores.

Tabla 1. Pérdidas a través de techos. Villa La Angostura.

	Total	Con "K" > 1,5
Numero de techos relevados	45	15
Valor de "K" promedio (W/°C m2)	1,4	1,8
Pérdidas % a través del techo	26%	35%

La Tabla 1 indica la proporción de viviendas con niveles de "K" mayores a 1.5 W/°C m2 en techos y los valores promedios registrados en Villa La Angostura. De las 45 viviendas relevadas, 15 tienen techos con un "K" superior a 1.5, cuyas pérdidas representan más de una tercera parte de las totales.

### COEFICIENTE DE TRANSMISION GLOBAL "G".

Mediante una planilla electrónica desarrollada especialmente, se realizaron cálculos del coeficiente de aislación global "G", en todas las viviendas encuestadas durante las dos campañas. Se incorporaron las variables climáticas de cada localidad y los coeficientes de transmisión térmica de cerramientos opacos y vidriados que conforman la envolvente según las indicaciones de la Norma IRAM 11.604 (4). En edificios de departamentos, se analizó cada unidad de vivienda y no el volumen total.

Se realizó un estudio comparativo entre el coeficiente "G" de las viviendas y el coeficiente máximo admisible de la Norma IRAM 11604 para cada localidad, Fig. 3. Se verificó un importante grado de incumplimiento de la Norma, especialmente en viviendas del sector estatal, que representa un aumento de 9,7 % en la demanda potencial de energía en la Zona IV y una proporción mayor en la Zona VI.

## ASOLEAMIENTO POTENCIAL

Los datos relevados con el IMAP, Instrumento de Medición de Asoleamiento Potencial (5), permitieron analizar el cumplimiento de las 2 horas mínimas de asoleamiento en por lo menos la mitad de los locales principales, exigencia de la Norma IRAM 11603. La Tabla 2 presenta datos de las horas de asoleamiento, categorizándolas según la duración del mismo. En total se analizaron aberturas en 139 viviendas en las tres localidades estudiadas, de cuyo análisis surgen los niveles de asoleamiento indicados en la Tabla 3.

Tabla 2. Clasificación de horas de asoleamiento

Categoría	Duración en horas	Aplicación
Sin sol	0	
Insuficiente	0,25 a 1,75	
Mínimo	2 a 3,75	Norma 11,603 (FONAVI)
Buena	4 a 5,75	Radiación útil
Muy buena	6 a 7,75	Sistemas solares
Excelente	mas que 8,00	Sistemas solares (Trombe)

Tabla 3. Horas de sol en viviendas:

Categoría	Horas de sol	Invierno	Equinoccio	Verano
<b>Villa La Angostura (total 43)</b>				
Sin o Insuficiente	0 a 1,75	8	1	15
Mínimo	2 a 3,75	10	11	6
Buena-excelente	4 a > 8,00	25	31	22
Asoleamiento promedio (horas)		4,6	5,3	3,3
<b>San Antonio Oeste (total 42)</b>				
Sin o Insuficiente	0 a 1,75	17	5	5
Mínimo	2 a 3,75	9	13	13
Buena-excelente	4 a > 8,00	16	24	24
Asoleamiento promedio (horas)		3,3	4,8	4,4
<b>Choele Choel. (total 53)</b>				
Sin o Insuficiente	0 a 1,75	21	7	8
Mínimo	2 a 3,75	8	11	4
Buena-excelente	4 a > 8,00	24	35	41
Asoleamiento promedio (horas)		3,2	4,9	6,1
Asoleamiento máx posible (horas)		9	12	15
<b>Total 3 ciudades</b>				
Sin o Insuficiente	0 a 1,75	46(34%)	13	28
Mínimo	2 a 3,75	27(19%)	35	23
Buena-excelente	4 a > 8,00	65(47%)	90	87
<b>Total</b>		<b>139(100)</b>	<b>139</b>	<b>139</b>

El valor energético del asoleamiento recibido a través de las ventanas existentes, tomando en cuenta los obstáculos exteriores, representa el 2 al 7 % del combustible utilizado para calefacción (6). En algunos casos, tales como vivienda con invernaderos adosados, se logran porcentajes aún mayores. La mayoría de viviendas con asoleamiento insuficiente corresponden a conjuntos de FONAVI de media y baja densidad como resultado de diseños inadecuados (dimensiones de aleros, disposición de edificios y orientación de aberturas). Cambios en la orientación de las bloques edilicios y una mejora en la disposición de las ventanas existentes podría haber logrado un ahorro de combustible entre 3-4% sin costos adicionales.

## CONSUMO DE ENERGIA

Se analizaron las características de las viviendas y se estableció una clasificación de 8 tipos de unidades según financiación recibida (privada o estatal, de interés social) y tipología edilicia:

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. VIVIENDA DE INTERES SOCIAL     | 2. VIVIENDA DEL SECTOR PRIVADO   |
| A - Unifamiliar aislada.          | F - Unifamiliar entre medianera. |
| B - Unifamiliar apareada.         | G - Unifamiliar aislada.         |
| C - Unifamiliar entre medianeras. | H - Unifamiliar apareada.        |
| D - Multifamiliar en tira.        |                                  |
| E - Colectiva.                    |                                  |

Las viviendas entre medianeras, de interés social o privadas, presentan mayores superficies calefaccionadas respecto a las demás tipologías, cuyos valores son levemente superiores a 100 m<sup>2</sup>. Los menores promedios de superficies pertenecen a viviendas multifamiliares o colectivas de interés social, cuyos valores promedio oscilan en 60 m<sup>2</sup>. Las superficies calefaccionadas promedio de viviendas aisladas o apareadas, de interés social o privadas, se encuentran comprendidas entre 60 y 80 m<sup>2</sup>.

La Fig. 4 indica promedios del factor "G", coeficiente de transmisión global, correspondiente a cada tipo de vivienda y demuestra que las viviendas entre medianeras y apareadas pertenecientes al sector privado o de interés social, presentan características térmicas más favorables que las viviendas aisladas con mayor superficie de la envolvente en contacto con el aire exterior. Las viviendas en tira y colectivas se encuentran en una situación intermedia, aunque teóricamente estas formas de agrupamiento son las más favorables para minimizar las pérdidas de calor y disminuir los consumos de energía. Todos los casos de viviendas en tira analizados pertenecen a un agrupamiento de interés social con forma abierta y gran superficie expuesta al exterior en relación con su volumen. Viviendas de interés social presentan valores de "G" superiores respecto a las privadas de la misma tipología y sufren mayores pérdidas. Se calculó el factor "G" de viviendas colectivas, considerando cada unidad y no el coeficiente correspondiente a todo el volumen calefaccionado del edificio. Por lo tanto, en el promedio se incluyeron departamentos del último piso y de fin de tira que presentan mayores superficies expuestas al exterior.

El factor forma resulta de relacionar la superficie de la envolvente edilicia (sumatoria de paramentos expuestos al exterior) y su volumen. Por lo tanto, los menores valores del factor forma son indicativos de agrupamientos más compactos y con menores pérdidas.

En San Antonio Oeste, a pesar del clima más templado, el consumo de energía en viviendas es más elevado que el registrado en las mismas tipologías de las otras dos ciudades, probablemente debido al mayor poder adquisitivo de su población. En general, las viviendas de interés social presentan más alto consumo de energía respecto a las construidas con fondos privados, resultado del mayor número de ocupantes por unidad de vivienda durante periodos más largos.

## CONCLUSIONES

Uno de los objetivos del estudio fue identificar medidas para conservar recursos energéticos. Los aspectos analizados indican varias posibilidades de reducir la demanda de energía para calefacción a través de mejores diseños y procedimientos eficaces que promuevan el cumplimiento de las normas existentes. Estas normas son poco exigentes comparadas con las vigentes en países con condiciones climáticas similares. Su incumplimiento no solo aumenta la demanda potencial de energía para calefacción, sino también produce humedad y condensación, deterioros de los elementos constructivos, así como aumento del discomfort, etc..

No son acumulativos los ahorros parciales de combustibles logrados a través de diversas medidas de diseño, tales como compacidad edilicia, aislación adicional, optimización de la orientación, etc.. Mejoras en la aislación térmica disminuyen la demanda de energía y simultáneamente, la proporción de la energía solar útil. El déficit del consumo de energía evidenciado por las bajas temperaturas registradas en el interior de las viviendas es mayor que los ahorros potenciales identificados con niveles de aislación convencional. Futuros aumentos de la capacidad adquisitiva de la población pueden provocar incrementos substanciales de la demanda de energía para alcanzar niveles de habitabilidad aceptables.

Frente a esta problemática, surgen tres enfoques. El primero implica planificar y construir nuevas obras de infraestructura para satisfacer aumentos de la demanda de energía correspondiente al sector residencial con elevados costos para el Estado. El segundo enfoque contempla el mantenimiento de las condiciones existentes, con un alto costo social. Finalmente, el tercero promueve la aplicación de normas más exigentes de conservación de energía en nuevas viviendas y programas de mejoramiento térmico en edificios existentes.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado mediante un convenio entre la Secretaría de Energía del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación y la Universidad de Buenos Aires, con el apoyo de la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Los autores agradecen muy especialmente a la Dirección General de Sistemas de la FADU por el asesoramiento recibido.

## REFERENCIAS

- 1). J. M. Evans, S. de Schiller, *Energía y Forma Urbana: Relevamiento del Uso de Energía en el Sector Vivienda y Terciario en Asentamientos Urbanos del Sur del País*, trabajo presentado en la XIII Reunión de ASADES - Salta, 1988.
- 2). Norma IRAM 11.605, *Valores Máximos Admisibles "K" de Transmitancia Térmica*, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, 1982.
- 3). J. M. Evans y J. Reyes, *Normas de Aislación Térmica: Desarrollo y Aplicación*, Actas de la XIV Reunión de Trabajo de ASADES, Mendoza, 1990.
- 4). Norma IRAM 11.604, *Coefficiente Volumétrico Global "G" de Transmisión Térmica*, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, 1986.
- 5). J. M. Evans y Gutierrez, *Medición de Asoleamiento "In Situ"*, Actas de la XI Reunión de Trabajo de ASADES, San Luis, 1986.

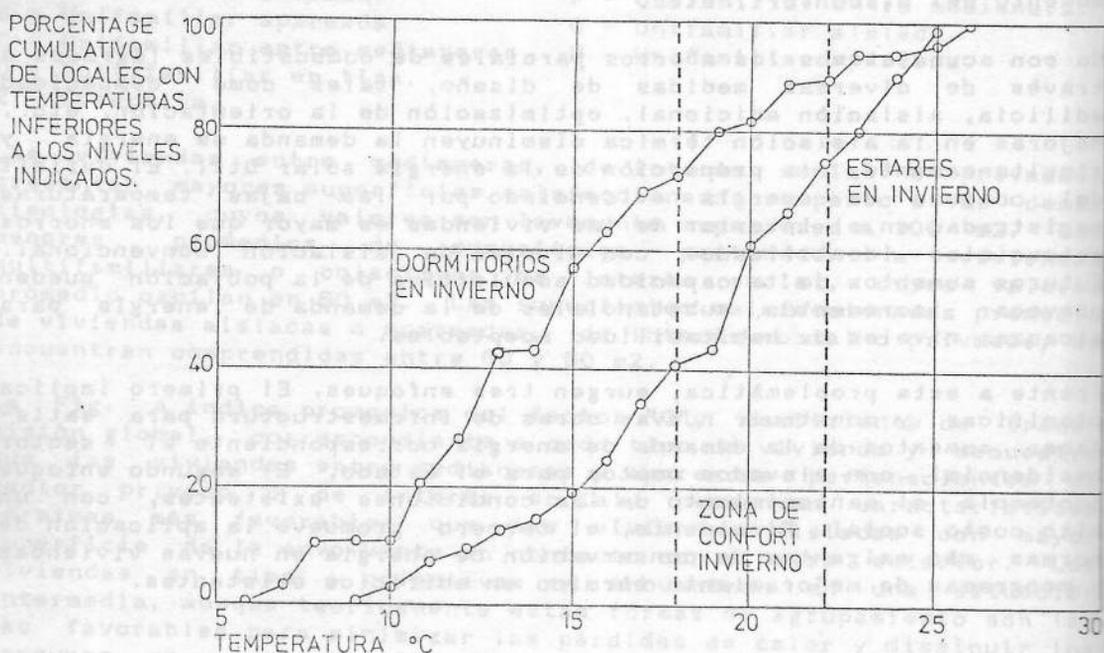
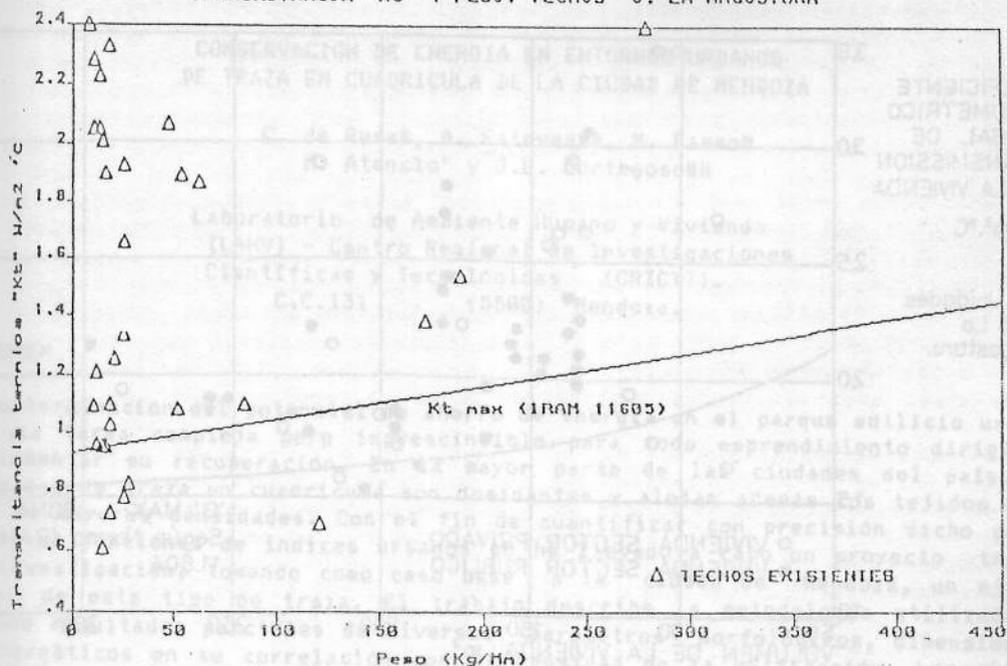


Figura 1. Temperaturas en estares y dormitorios: Porcentaje cumulativo de viviendas con temperaturas inferiores a los valores indicados.

TRANSMITANCIA "Kt" Y PESO: TECHOS U. LA ANGOSTURA

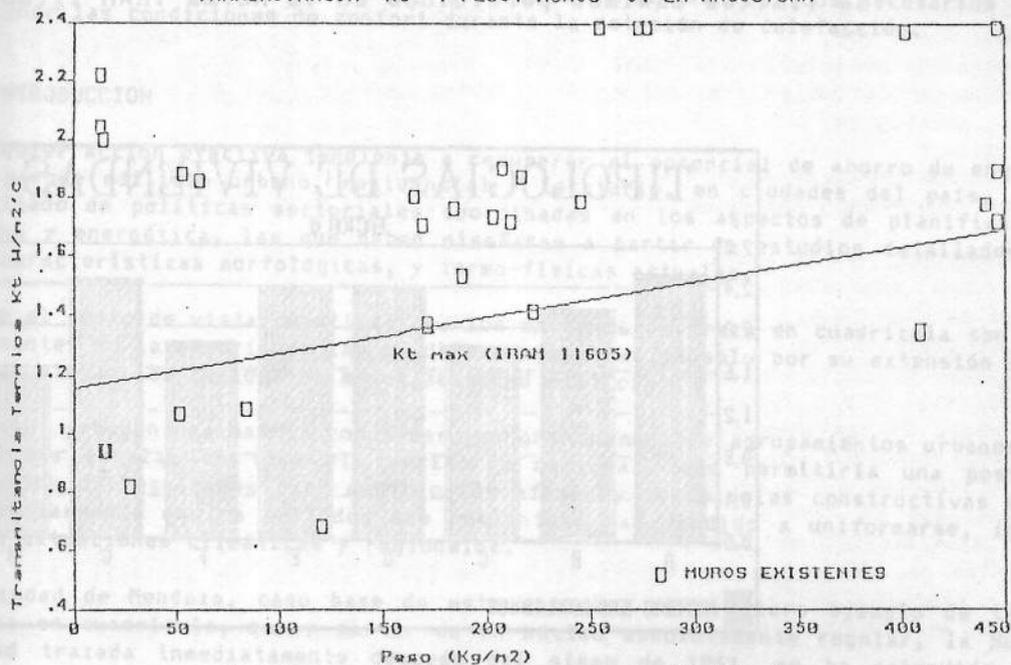


Características de techos, Villa La Angostura.

$$K_{\max} = (0.93 + 1.16 \times P)$$

donde P = peso en toneladas/m<sup>2</sup>

TRANSMITANCIA "Kt" Y PESO: MUROS U. LA ANGOSTURA



Características de muros, Villa La Angostura.

$$K_{\max} = (1.16 + 1.16 \times P)$$

donde P = peso en toneladas/m<sup>2</sup>

Figura 2. Valores de "K", transmitancia térmica registrados en los relevamientos en Villa La Angostura, Zona Bioambiental VI, comparados con los límites de la Norma IRAM 11.605.

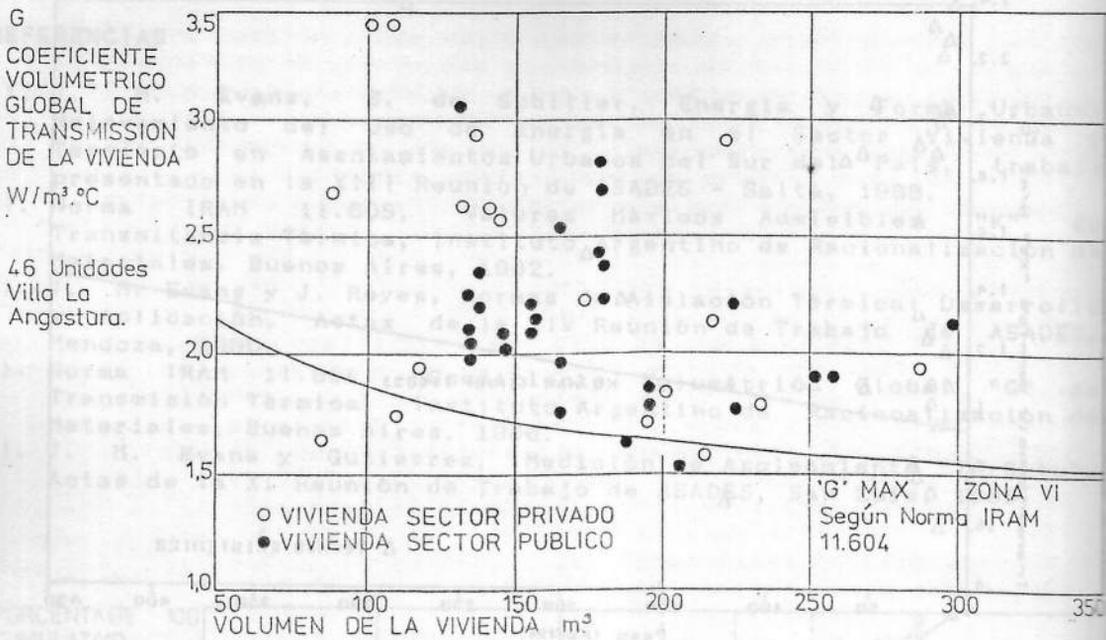


Figura 3. Valores de "G", coeficiente de transmisión global de viviendas relevadas en Villa La Angostura, comparados con los límites máximos permitidos en la Norma IRAM 11.604..

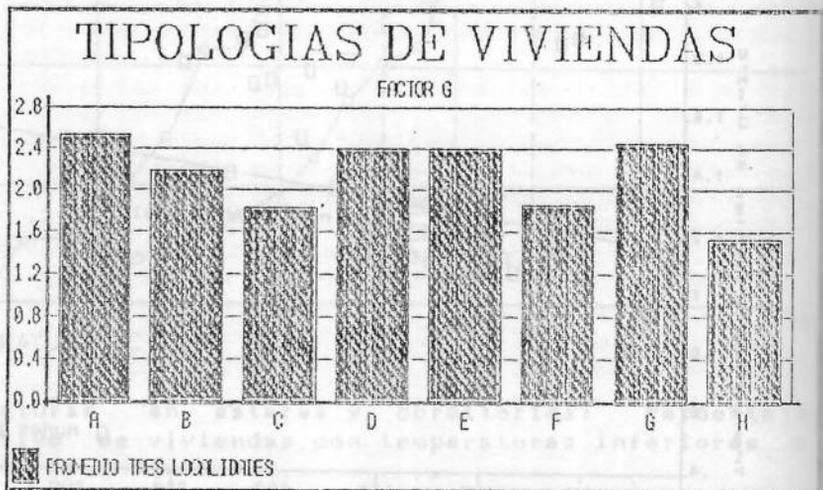


Figura 4. Valores promedio de "G", según tipología de vivienda.