

AUDIT-DIAGNOSTICO DEL SECTOR RESIDENCIAL EN EL AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES, PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y MICRO-REGION DE RIO TURBIO PROVINCIA DE SANTA CRUZ.

E. Rosenfeld - O. Ravella - C. Discoli - C. Ferreyro -
J. Czajkowski - J. San Juan - A. Gomez - Y. Rosenfeld.

La elaboración de pautas de conservación de energía en el sector residencial, presupone el conocimiento de los consumos energéticos reales, la desagregación según los distintos usos y el peso relativo de cada uno de ellos sobre los consumos totales, así como las características de consumo propias de los diferentes tipos de vivienda, en lo referente a sus atributos arquitectónicos y edilicios.

Es por ello que para el estudio de la región metropolitana de Buenos Aires, fue necesario desarrollar una metodología de trabajo que permitiera conocer el comportamiento energético del parque habitacional.

Esta misma metodología, con los ajustes necesarios para cada caso en particular y con las correcciones surgidas de la experiencia, fue aplicada al estudio de otras áreas tales como la provincia de Buenos Aires y la Villa Minera de Río Turbio en la provincia de Santa Cruz.

METODOLOGIA

A continuación se exponen las características generales de la metodología antes mencionada.

1. Definición del tamaño de la muestra.
 - * Nro. de viviendas a las que se les ha de realizar una auditoría global.
 - * Nro. de viviendas a las que se les ha de realizar una auditoría detallada.
2. Clasificación tipológica de las unidades de análisis.
Se consideró el análisis tipológico como herramienta válida en la búsqueda de unidades suficientemente representativas del sector residencial del tejido urbano.
3. Auditorías. Campañas de relevamiento de datos técnicos, medición de temperaturas, humedad y consumo energético de las viviendas, por un período continuo de siete días.
4. Características del consumo de energía.
 - * Análisis del consumo por vectores y su incidencia en el total consumido.
 - * Desagregación por destino de cada vector energético.
5. Estudio de correspondencia entre consumos registrados para cada usuario y necesidades de calefacción mediante la realización de balance IRAM.
6. Estudio de comportamiento térmico de las partes constitutivas de la envolvente de la vivienda que permita conocer las pérdidas de calor por cada una de ellas.

7. En base al punto anterior, estudio de modificación de la envolvente que permita mejorar la eficiencia energética y el confort térmico de la vivienda.

8. Yacimiento potencial de ahorro de energía. Esto es, el estudio de los ahorros obtenibles por las distintas medidas adoptadas, su plazo de amortización para todo el parque habitacional y su incidencia en el total de energía consumida.

La validación de la representatividad tipológica fue por confrontación del universo teórico con el universo real suministrado por las compañías proveedoras de los vectores energéticos.

AUDIBAIRES (1)

Este fue el caso piloto de evaluación energética, que sirvió para probar la metodología ya expuesta.

Abarcó el área metropolitana de Buenos Aires y La Plata, involucrando una población de 10,5 millones de habitantes y 2,85 millones de viviendas, con un consumo de energía del 40% del total del país.

En una primera etapa se estudiaron las viviendas conectadas a la red de gas natural. La segunda etapa extendió el estudio a áreas suburbanas provistas de gas envasado ubicadas en la zona del Gran La Plata, comprendiendo una muestra de 40 viviendas.

Primera etapa

En esta etapa se estudió el consumo de: gas natural, energía eléctrica, energía primaria y aporte solar por ganancia directa.

Consumo de gas natural

El equipamiento básico predominante en la muestra incluye: cocina, calefón o termotanque y una o más estufas.

En el cuadro 1 se muestra el consumo anual por vivienda desagregado según usos.

Consumo de gas natural	m3	%
Calefacción	422	42,9
Cocción y agua caliente	562	57,1
TOTAL	984	100

Cuadro 1

Confrontando el consumo real de calefacción en función del teórico necesario podemos observar:

- 1) que el promedio de la muestra consume el 34% de lo necesario;
- 2) el área calefaccionada promedio de cada vivienda de la muestra es de aproximadamente 30 m², es decir que la calefacción se usa en forma sectorial y se hace un uso concentrado del espacio.

Consumo de energía eléctrica

El consumo promedio de la muestra es de 1322 Kw/año, correspondiendo un 34% del mismo a iluminación y el 66% restante a electrodomésticos.

El consumo destinado a iluminación disminuye entre el 10% y el 13% en los departamentos con buena iluminación natural.

Consumo de energía primaria

Se consideró la energía primaria consumida con una eficiencia del 25% para la generación de energía eléctrica y un 100% para el gas natural. El valor medio muestral es de 55,5 GJ/año.

Aporte solar por ganancia directa

Se calcularon los valores medios de radiación solar en el plano vertical para cada época del año.

En condiciones medias de exposición y confort continuo, sin considerar las sombras de la trama urbana o la vegetación, una vivienda tipo de las encuestadas, podría tener una ganancia solar suficiente para equilibrar el 21% de las pérdidas térmicas de la época invernal.

Yacimiento Potencial de Ahorro

Para la estimación del yacimiento potencial de ahorro, se supuso que este provendría de las medidas de conservación de energía para calefacción. Esta representa el 42% del total de gas consumido. El 58% restante se reparte entre cocción y agua caliente.

Para la implementación de las medidas de ahorro, se desagregaron las viviendas entre viviendas individuales (57,2% del total del área) y departamentos (42,8% del total del área).

Las medidas consideradas fueron:

* para viviendas individuales:

- a) aislación térmica de cielorraso-cubierta, adicionando el equivalente a 1" y 2" de poliestireno expandido ($R= 0,61 \text{ m}^2 \text{ C/W}$ y $R= 1,22 \text{ m}^2 \text{ C/W}$ respectivamente).
- b) Colocación de burletes para reducir las infiltraciones de aire de 1,5 n a 1 n.
- c) colocación de doble vidrio y cortinas pesadas.
- d) incremento de aislación en muros con el equivalente a 1" de poliestireno expandido.

* para departamentos se estudió:

- a) reducción de infiltraciones de aire mediante burleteo de aberturas.
- b) doble vidrio y cortinas pesadas.
- c) incremento de aislación térmica en muros adicionando $R=0,61 \text{ m}^2 \text{ C/W}$.

En el cuadro 2 se muestran, para cada tipología, los consumos totales y desagregados por usos y el efecto de las distintas medidas de conservación en el consumo para calefacción, calculadas mediante balance estacionario IRAM.

TIPOLÓGIA	MEDIDAS DE AHORRO Y CONSERVACION DE ENERGIA										
	REDUCCION			MEDIDAS DE AHORRO Y CONSERVACION DE ENERGIA							
No.	DENOMINACION	REDUCCION			MEDIDAS DE AHORRO Y CONSERVACION DE ENERGIA						
		TEP	1000	1000	TEP	1000	1000				
1	COCCION	1,43	0,01	0,01	7,000	17,000	1,200	3,200	3,200	10,200	0
2	CAJON	0,01	0,01	0,01	21,200	26,000	2,500	7,000	7,000	10,100	0
3	DOBLE PISO	0,21	0,20	0,21	11,000	11,300	0,200	11,200	11,200	11,200	0
4	5 COCCION CALORIFICAND	1,21	0,00	0,00	21,000	23,000	0,200	12,000	12,000	20,000	0
5	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
6	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
7	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
8	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
9	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
10	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
11	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
12	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
13	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
14	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
15	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
16	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
17	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
18	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
19	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0
20	10000 P.M.	0,01	0,01	0,01	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0

Cuadro 2

Considerando la sumatoria de las medidas de ahorro y el peso estadístico de representatividad muestral por tipologías, obtenemos los siguientes valores de ahorro de gas:

- * en viviendas individuales 424.201 TEP/año
- * en departamentos 125.802 TEP/año
- * global 550.003 TEP/año

En las figuras 1, 2 y 3 se muestran los ahorros sobre el total de energía primaria, sobre el total de consumo de gas y sobre el consumo para calefacción.

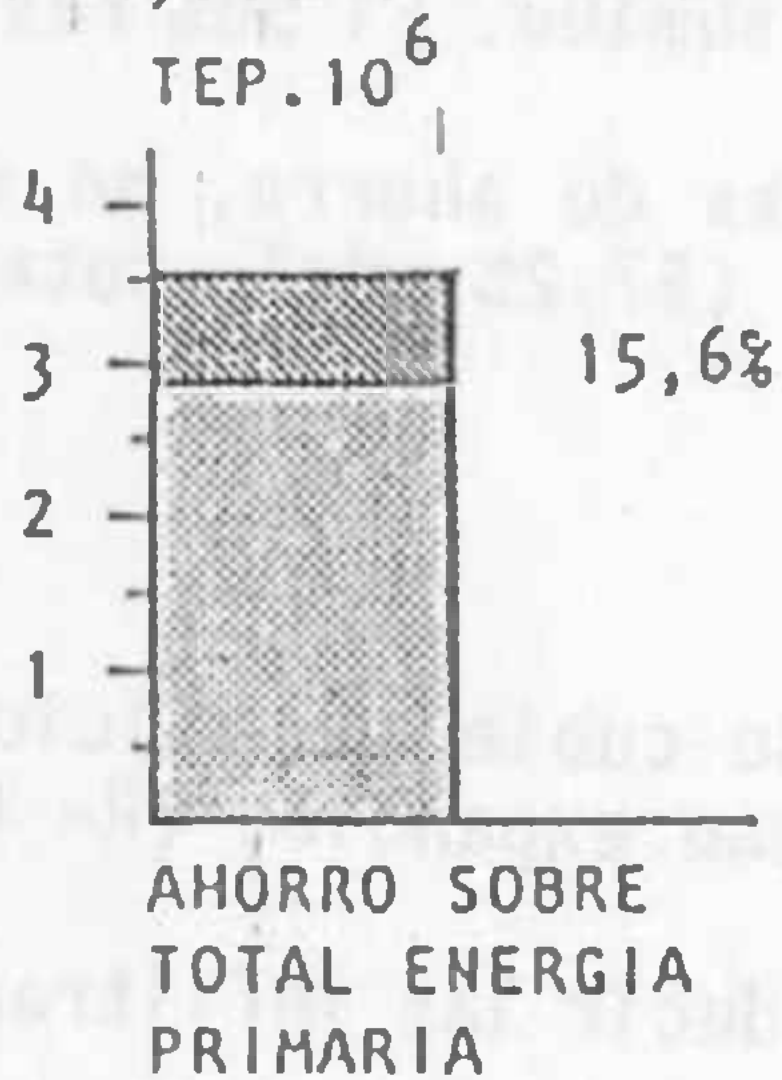


Figura 1

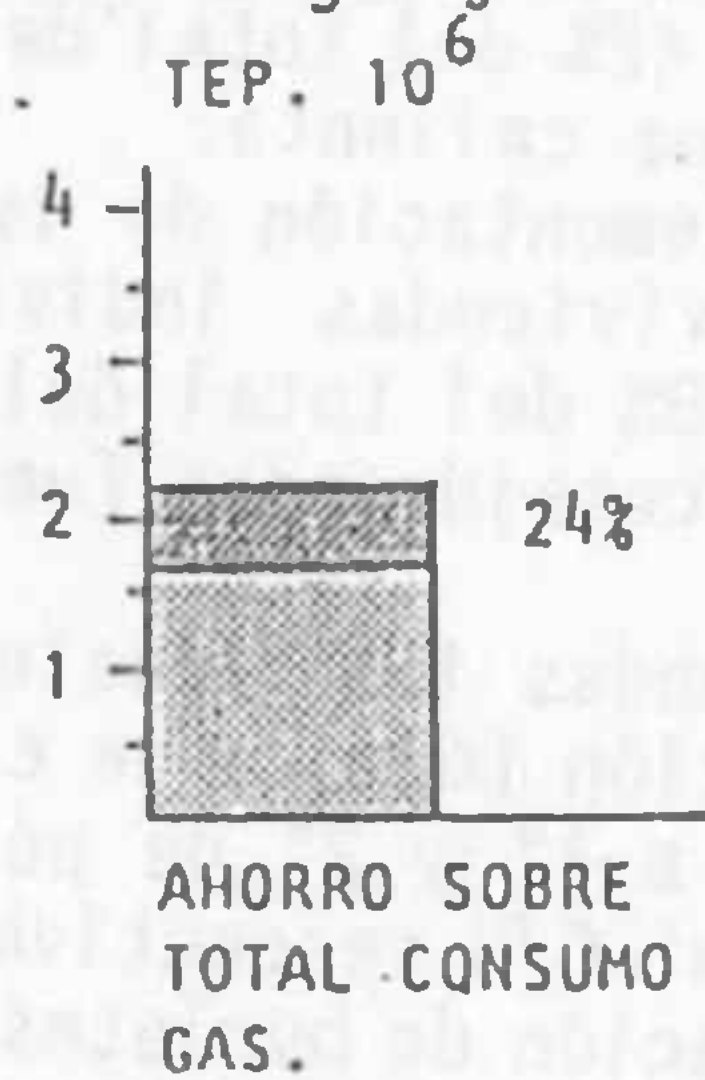


Figura 2

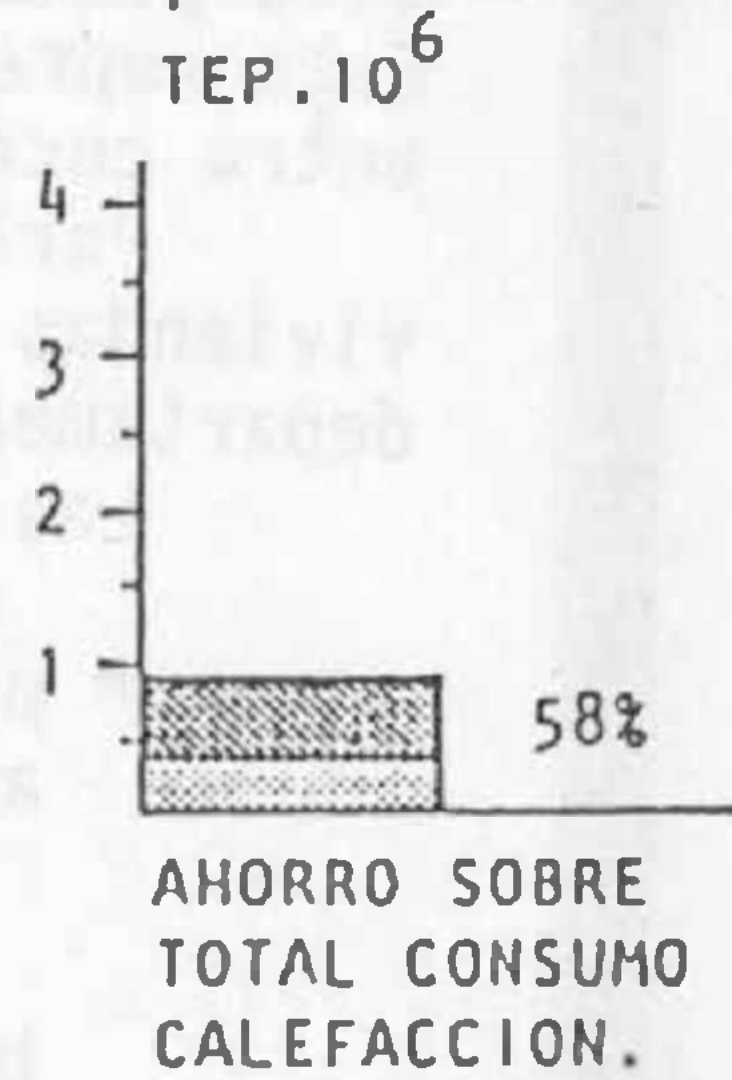


Figura 3

SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se estudiaron viviendas con uso de gas envasado, localizadas en los sectores periurbanos de La Plata, City Bell y Villa Elisa de la Provincia de Buenos Aires. Los datos surgidos de la muestra de 40 viviendas se desprende que: sólo el 50% de las viviendas usan gas para calefaccionar, destinando a este efecto el 12% del consumo total de gas (70,2 Kg/año/viv., equivalente a 90,5 m³ de gas natural). El 50% restante lo hace principalmente con leña y kerosene que representan el 50% y 25% del total de energía.

Para el total de la muestra los valores medios de consumo son: cocción 296,7 kg/año y agua caliente 145,3 Kg/año /equivalentes a 382,7 m³ y 187,4 m³ de gas natural respectivamente.

Desde el punto de vista del confort higrotérmico, el 70% de las viviendas registra temperaturas por debajo de los 18°C en los locales de uso diurno, mientras que, el 43% tiene temperaturas inferiores a los 15°C en locales de uso nocturno.

Al igual que en las viviendas provistas de gas natural, se concluye que el uso de la vivienda es sectorial y concentrado.

RIO TURBIO (2)

El tema central en este caso, fue el de dar respuesta al uso irracional de energía, fundamentalmente en el sector residencial.

Este uso irracional está determinado por el diseño inapropiado de las viviendas en relación a las condiciones climáticas de la región y al uso de elementos calefactores de tecnología obsoleta, que trae como consecuencia el desequilibrio energético-ambiental de la ciudad.

El universo de estudio comprende la totalidad de las viviendas de la Villa Minera construidas por YCF, puesto que ellas constituyen tipos representativos.

El total de viviendas es de 955 (la mayoría de tecnología prefabricada). La clasificación tipológica dio como resultado la agrupación en 5 tipos y 13 modelos.

En el cuadro 3 se sintetiza la situación energética de la Villa Minera. En el cuadro 4 se muestra la distribución porcentual por vectores en relación al consumo total.

En el cuadro 5 se resumen los valores de la energía primaria por vivienda y para el sector bajo estudio de la Villa Minera.

SECTOR	TEP/año	%
Residencial	13.199	73,1
Terciario	1.600	8,9
Transporte	1.627	9
Otros	1.627	9
TOTAL	18.053	100
Calefacción sector resid	11.705	88

Cuadro 3

VECTOR	TEP/año	%
E.Eléct	7.274	40,3
G.Env.	2.620	14,5
Carbón	4.430	24,6
Comb.liq.	3.716	20,6
TOTAL	18.053	100

Cuadro 4

VECTOR	Por vivienda (TEP/año)	Total parque (TEP/año)	%
Energía eléctrica	4,37	4.163	45
Gas envasado	3,14	2.999	33
Carbón	1,95	1.863	20
Combustibles líquidos	0,21	200	2
TOTAL	9,67	9.235	100

Cuadro 5

Se determinó también el coeficiente de pérdidas térmicas ponderado de las viviendas, que es de 425 W/°C. En base a este valor se puede calcular el consumo teórico necesario como el producto de este coeficiente por los grados día anuales de calefacción (base 18°C). Suponiendo una ocupación permanente de la vivienda, se obtiene que el calor útil necesario es de 155 GJ/viv/año.

Esto implica un exceso de energía útil realmente utilizado del 8% o, lo que es lo mismo, un consumo igual a una temperatura base para el cálculo de 19°C. Este valor coincide con el de temperatura media resultante de las mediciones que es de 18,9°C.

Potencial de ahorro

Como ya se ha dicho, existe un potencial de ahorro de energía para calefacción a través de una reducción de 1 ó 2°C en las temperaturas medias interiores, lo que representa aproximadamente 2.078 TEP y el 30,4% del consumo de energía primaria del sector residencial.

Otro potencial de ahorro se obtendría a partir del mejoramiento térmico de la envolvente de las viviendas. En este sentido se consideraron las siguientes medidas:

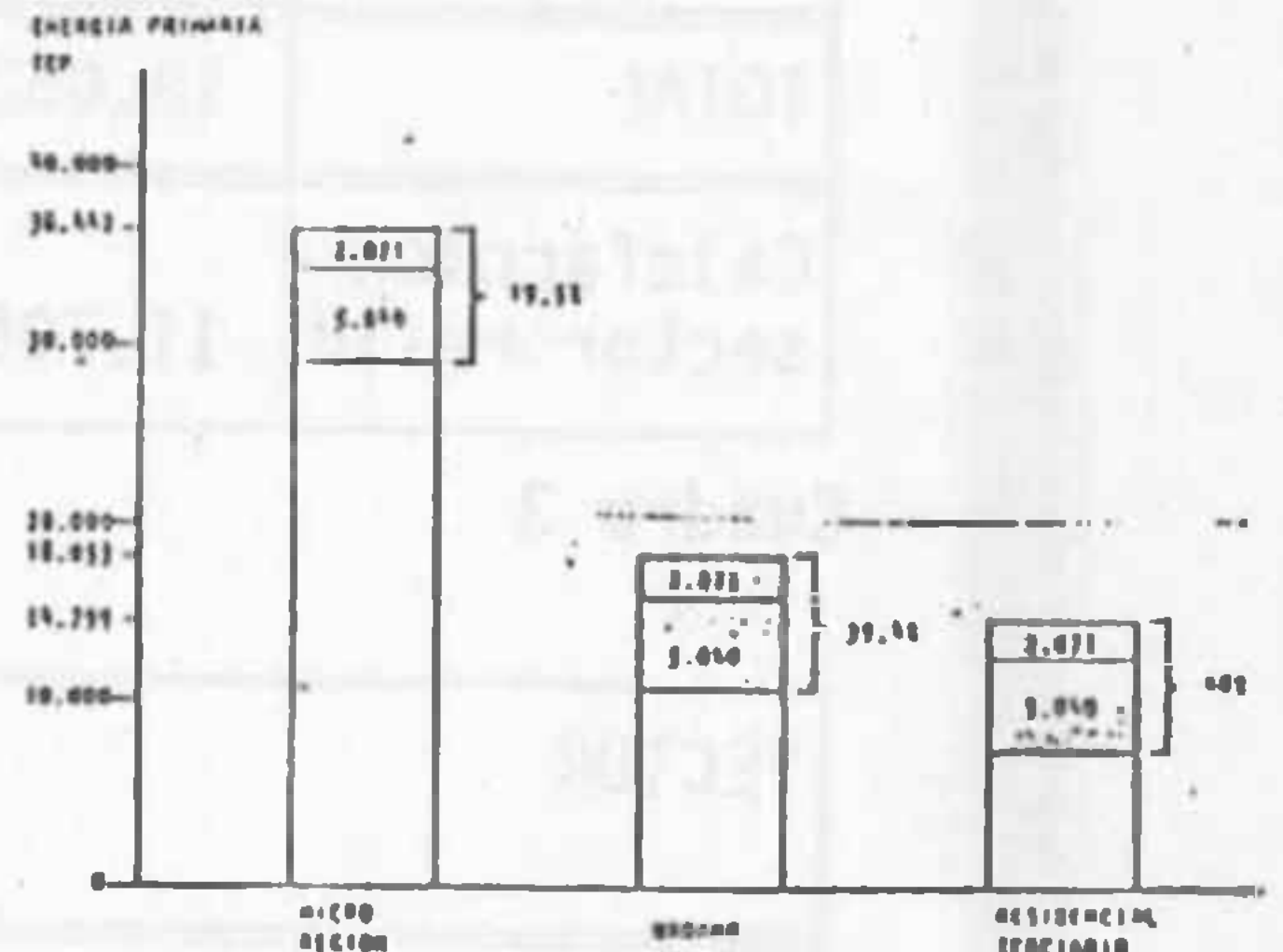
- a) para aberturas
 - a1) control de infiltraciones de aire mediante la colocación de burletes.
 - a2) colocación de postigones.
 - a3) colocación de doble vidrio.
- b) para superficies opacas
 - b1) aislación térmica de techos
 - b2) aislación térmica de muros.

Estas medidas fueron consideradas en forma individual y en conjunto.

En el cuadro 6 se resumen los potenciales de ahorro de energía destinada a calefacción en relación al total de energía primaria del sector residencial y terciario de la Villa.

En la figura 4 se observa el yacimiento potencial de ahorro global.

AHORRO RESPECTO AL SECTOR RESIDENCIAL Y TERCIARIO		TEP/ARG	%	TEP/ARG	%
TOTAL ENERGIA PRIMARIA SECTOR RESIDENCIAL Y TERCIARIO				14.788	
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO 1 - USO ENERGETICO CONCIENTE				2.071	14
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO				5.040	34
MODIFICACIONES EN LA VIVIENDA					
TOTAL MEDIDAS					
MEDIDA I		2.210	14,8		
MEDIDA II		3.738	25,0		
MEDIDA III		1.330	9,0		
MEDIDA IV		3.140	21,2		
TOTAL				7.111	48



Cuadro 6

Figura 4

MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD DEL HABITAT BONAERENSE. (3)

Este trabajo se orientó hacia las viviendas de producción oficial de la provincia de Buenos Aires.

El sector se caracteriza, entre otros aspectos, por la precariedad y obsolescencia, lo que lo torna inadecuado desde el punto de vista habitacional. Las operatorias actualmente en construcción otorgan al usuario menor superficie y una calidad constructiva que ignora los costos energéticos de funcionamiento y las condiciones de habitabilidad.

Para obtener la información que permitiera revertir esta situación, se realizaron auditorías de viviendas construidas mediante algunas de las operatorias desarrolladas por el Instituto Provincial de la Vivienda, ubicadas en las localidades de La Plata, Necochea y Bahía Blanca, a lo que se sumó información recabada en AUDIBAIRES.

Asimismo, fue necesario realizar una regionalización climática de la provincia, de modo de evitar una excesiva generalización y posibilitar la consideración de situaciones microclimáticas. Figura 5.

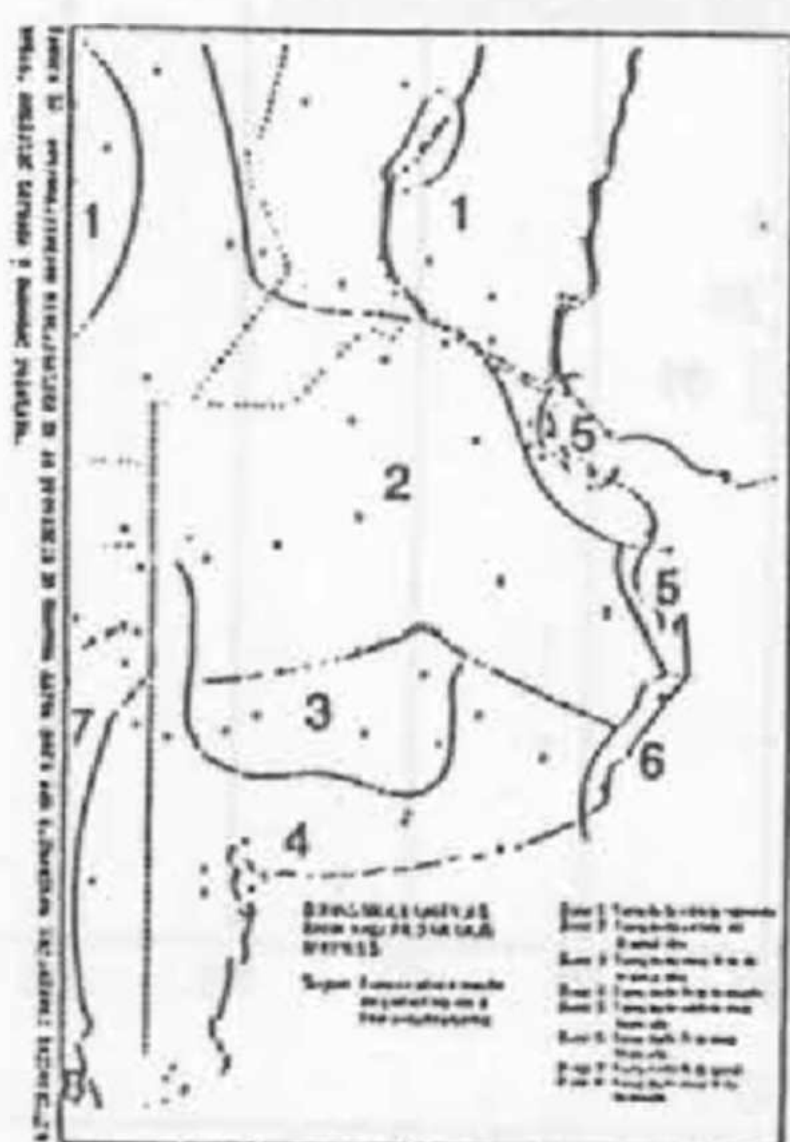


Figura 5

Los tipos edilicios estudiados, corresponden a "tipos de agrupamiento". Estos son: vivienda aislada, vivienda apareada, vivienda agrupada y vivienda apilada.

La simulación de comportamiento térmico para las distintas zonas climáticas, permitió determinar las pérdidas de calor a través de la envolvente. Los porcentajes promedio de pérdidas que arrojó el análisis fueron: por techos 22,6%; por muros 32,9%; por puertas 3,1%; por ventanas 8,9%; por pisos 9,5% y por renovaciones de aire 23%.

Las medidas de mejoramiento de la envolvente se discriminaron según se apliquen a edificios existentes o a edificios nuevos. Estas son:

1. Control de infiltraciones de aire mediante la colocación de burletes en puertas y ventanas.
2. Aislación térmica de techos.
 - 2.1. Edificio nuevo: 2" de poliestireno expandido (PE) de 20 KG/m³ de densidad.
 - 2.2. Idem sobre cielorraso existente.
3. Aislación térmica de muros y techos.
 - 3.1. Edificio nuevo:
 - a. 1" de PE de 20 KG/m³ de densidad con protección exterior de ladrillo hueco.
 - b. 2" de PE de 20 KG/m³ de densidad en cubiertas.
 - 3.2. Edificio existente.
 - a. Idem anterior con protección interior de madera.
 - b. Idem anterior sobre cielorraso existente.
4. Aislación térmica de muros y techos.
 - 4.1. Edificio nuevo:
 - a. 2" de PE de 20 Kg/m³ de densidad con protección exterior de ladrillo.
 - b. 5" de PE de 20 KG/m³ en cubiertas.
 - 4.2. Edificio existente:
 - a. Idem anterior con protección interior de madera.
 - b. Idem anterior sobre cielorraso existente.

Los porcentajes de ahorro de energía obtenibles mediante la aplicación de estas medidas, para cada tipología, se muestran en la figura 6.

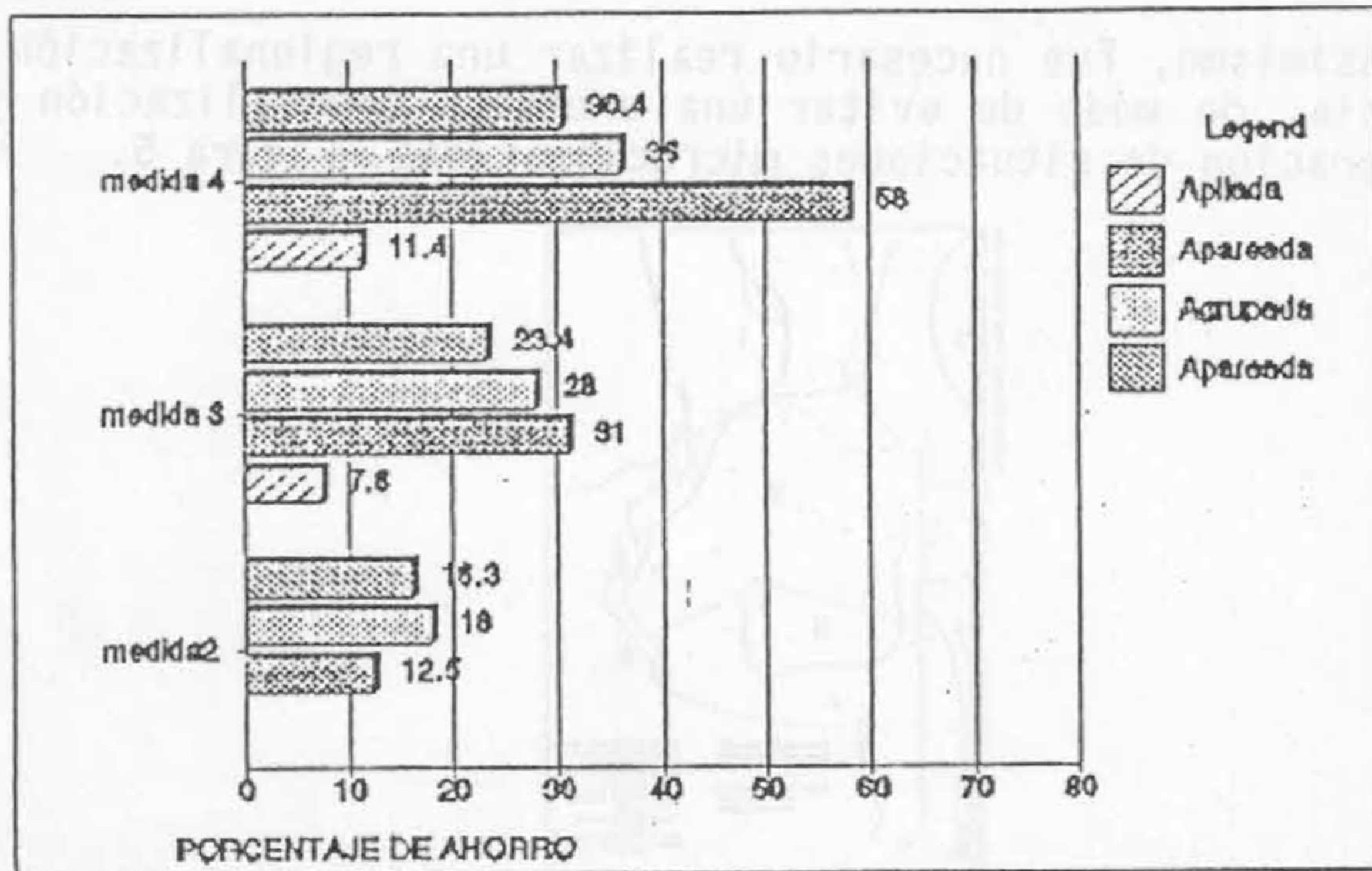


Figura 6

Este ahorro energético es relativo, puesto que, según las estimaciones realizadas en AUDIBAIRES, el 58% de los usuarios consumen sólo el 34% de la energía necesaria para calefacción. Esto se verifica en las familias de bajos recursos que utilizan combustibles líquidos o gas envasado para cocción y calefacción, dado el alto costo que tiene en especial este último combustible. Es por esto que las medidas a implementar tienden a lograr, más que ahorro energético el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

REFERENCIAS

- (1) AUDIBAIRES. Plan piloto de evaluación energética en viviendas de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe Final. E. Rosenfeld et al. La Plata 1987.
- (2) Plan integral de conservación de energía para la micro-región de Río Turbio. Sumario ejecutivo. E. Rosenfeld et al. La Plata 1988.
- (3) Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del habitat bonaerense. E. Rosenfeld et al. (En desarrollo)