

## **AHORRO ENERGÉTICO EN EL CONSUMO DE GAS RESIDENCIAL MEDIANTE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA CONSTRUCCIÓN**

V. L. Volantino, P. A. Bilbao

Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica – INTI Construcciones -Instituto Nacional de Tecnología Industrial

P. E. Azqueta, P. U. Bittner, A. Englebert, M. Schopflocher

Integrantes del Comité Ejecutivo de INTI Construcciones; Comisión de Trabajo URE en Edificios.

Av. General Paz 5445 CP B 1650WAB Provincia de Buenos Aires

Tel. 011 4724-6200 int. 6482 - Fax. 4753-5764 e-mail : vvolanti@inti.gov.ar

**RESUMEN:** Se determinaron los coeficientes volumétricos de pérdidas de calor, tanto en una vivienda “tipo casa” como en otra “tipo edificio”, considerando tres sistemas constructivos diferentes utilizados frecuentemente en el país. Se verificaron luego éstos mismos, pero aislando el techo y los muros con 3” y 2” respectivamente, de un aislante térmico convencional de conductividad media. Además, se cambiaron las carpinterías de vidrio simple por doble vidriado hermético. La tipología utilizada es una vivienda de 3 ambientes de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> de superficie; obtenida como promedio de datos del Censo 2001, como así también de las cantidades de viviendas tipo “Hogares Casas” y tipo “Hogares Departamentos” relevados en cada Provincia. La demanda de gas en millones de m<sup>3</sup> por día, destinada a calefacción para uso residencial y la cantidad de usuarios registrados, correspondientes al año 2006, fueron recabadas de ENARGAS. Como resultado, se estimó un ahorro de aproximadamente 40% aislando muros y techos; valor que puede superar el 50% si también se emplea doble vidriado hermético en las carpinterías.

**Palabras clave:** ahorro energético, consumo de gas, aislamiento térmico.

### **INTRODUCCION**

El desarrollo de la civilización va acompañado de mayores requerimientos de confort térmico, siendo una de las principales finalidades de los edificios habitables (vivienda, trabajo, sanidad, esparcimiento) el brindar las condiciones higrotérmicas adecuadas para el desenvolvimiento de las actividades humanas. Para mantener las condiciones de confort térmico interior, se debe emplear una cierta cantidad de energía, que varía en función de las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento, las características morfológicas del edificio y las propiedades térmicas de la envolvente. Cuando el consumo energético aplicado dista de ser el necesario, entonces se puede producir un desequilibrio creciente en las condiciones de confort deseadas, tanto de invierno como de verano.

Para poder reducir el consumo energético empleado en la climatización de los edificios, se deberá considerar el incremento del aislamiento térmico en los elementos de la envolvente, como una medida prioritaria para poder mejorar el comportamiento global de las construcciones edilicias. El aislamiento térmico comprende disminuir las indeseadas pérdidas o ganancias de calor, según se trate de condiciones de baja o alta temperatura del aire exterior respectivamente, tanto de los cerramientos opacos: muros, techos y piso, como de los semitransparentes, es decir los elementos vidriados existentes.

Por lo tanto, habiendo considerado la situación energética actual de nuestro país, que genera graves perjuicios para diversos sectores de la sociedad (población, industrias, comercios, etc.), se ha realizado este trabajo con el fin de brindar un aporte que permita tomar conciencia del beneficio que resultará para el futuro la utilización de una mayor aislación térmica de la envolvente de los edificios.

### **DESARROLLO DEL TRABAJO**

Se evaluó el comportamiento térmico de los sistemas constructivos que son frecuentemente utilizados en el país, considerando tres tipos de paredes (Tabique de Ladrillo Hueco de 12 cm; Muro de Ladrillo Hueco de 18cm; Muro de Bloque Portante de Hormigón), y dos de techos (Cubierta de chapa metálica, para las casas unifamiliares y Losa de Hormigón Armado para los edificios de viviendas).

Para cada uno de los sistemas constructivos mencionados precedentemente, se calculó teóricamente la Transmitancia Térmica (K) mediante la utilización de un programa de simulación numérica que analiza el fenómeno de transmisión de calor en geometría bidimensional. Los resultados obtenidos fueron los que se detallan en la Tabla 1.

Sistemas Constructivos	Transmitancia Térmica [W/m <sup>2</sup> K]
Muro de Ladrillo Hueco del 12	2,10
Muro de Ladrillo Hueco del 18	1,53
Muro de Bloques de Hormigón	2,46
Techo de Cubierta Metálica	2,50
Techo de Losa de Hormigón Armado	2,27

Tabla 1: Transmitancia térmica de muros y techos considerados.

Como segundo paso se aislaron dichos sistemas constructivos, mediante el agregado de un material aislante térmico convencional de conductividad térmica media igual a 0,040 W/m.K, incorporando 3 pulgadas (aproximadamente 7,5cm) en el techo y 2 pulgadas (aproximadamente 5cm) en los muros. Para cada caso se obtuvieron las respectivas Transmitancias Térmicas, resultando los valores detallados en la Tabla 2.

Sistemas Constructivos	Transmitancia Térmica W/m²K
Muro de Ladrillo Hueco del 12	0,52
Muro de Ladrillo Hueco del 18	0,47
Muro de Bloques de Hormigón	0,53
Techo de Cubierta Metálica	0,50
Techo de Losa de Hormigón Armado	0,41

Tabla 2: Transmitancia térmica de muros y techos aislados térmicamente

Mediante la información extraída del Censo 2001, se pudo establecer la tipología a utilizar para la evaluación, obteniéndose como resultado que el promedio de vivienda está representado por una de 3 ambientes de aproximadamente 60m². También de la misma referencia se utilizaron los datos correspondientes a las cantidades de viviendas tipo “Hogares Casas” y tipo “Hogares Departamentos” que se relevó en cada Provincia.

En las figuras siguientes, se muestra tanto la planta de la vivienda utilizada como modelo en los “hogares casas” como la correspondiente a los “hogares departamento”.

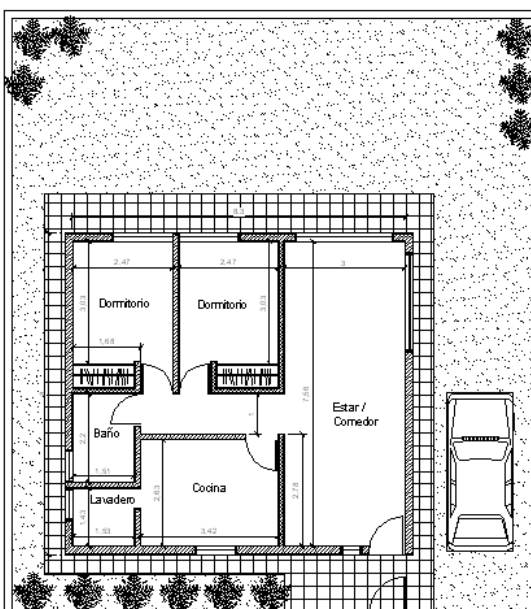


Figura 1: Planta de vivienda tipo “Hogares Casas”

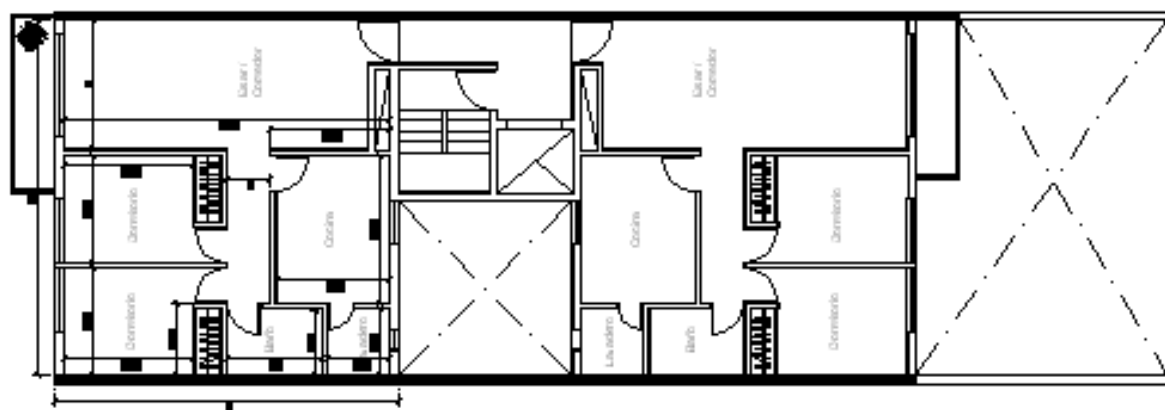


Figura 2: Planta de vivienda tipo “Hogares Departamentos”

En la Figura 3 se presenta, para cada planta la superficie a calefactar, la nomenclatura que identifica los muros (T) y las carpinterías (V).

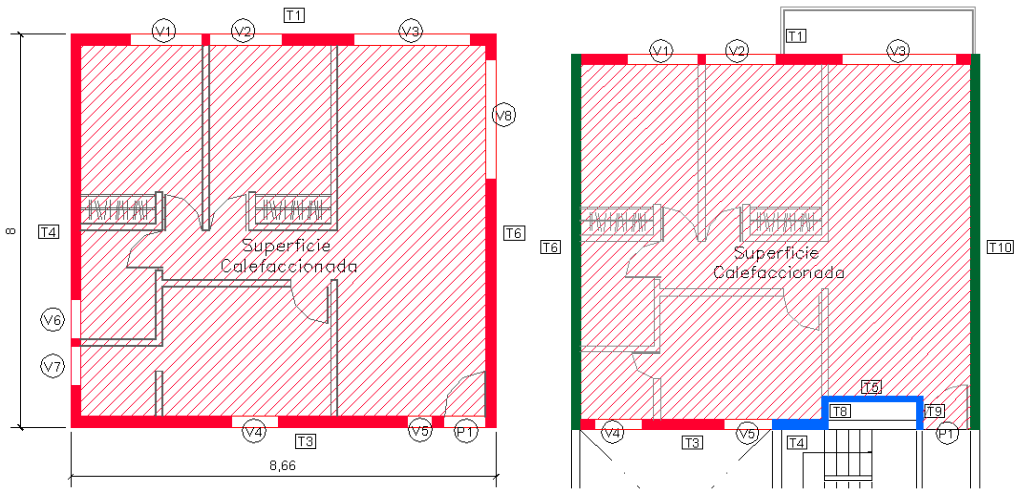


Figura 3: Superficie Calefaccionada para las viviendas: a) tipo “Hogares Casas”; b) “Hogares Departamentos”

Con estos resultados, más los datos de la vivienda utilizada, que contiene las dimensiones de muros, techos y ventanas y la superficie a calefaccionar, se determinó, el Coeficiente de Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G para invierno, tanto para las viviendas tipo “Hogares Casas” como para las de tipo “Hogares Departamentos”.

En las figuras siguientes se describen los diseños y las dimensiones de las carpinterías empleadas en los cálculos.

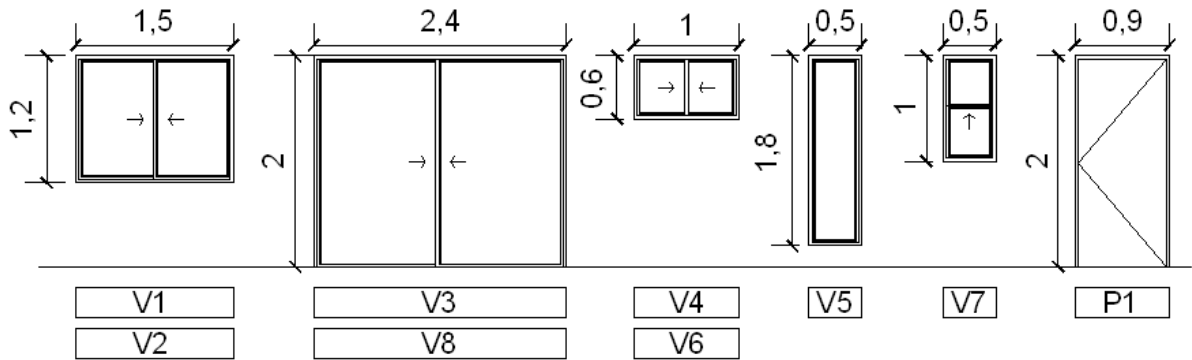


Figura 4: Carpinterías de la vivienda tipo “Hogares Casas”

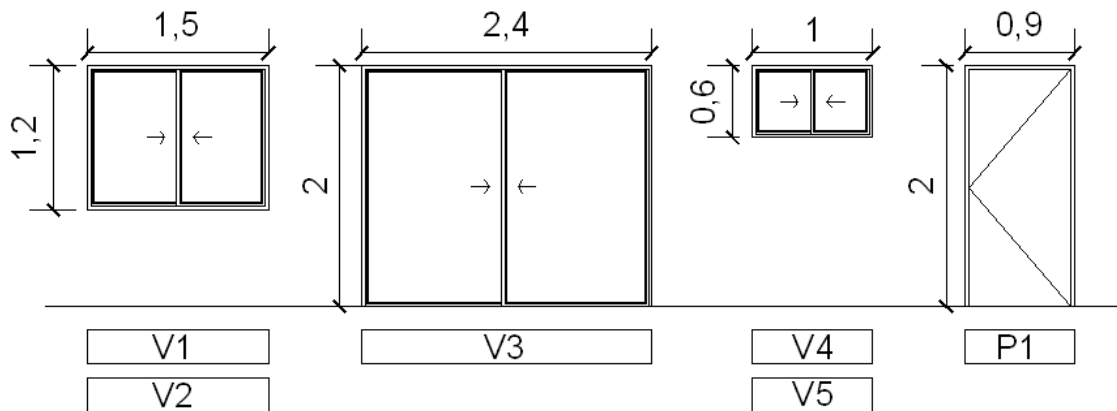


Figura 5: Carpinterías de la vivienda tipo “Hogares Departamentos”

Este cálculo se basó en la Norma IRAM 11.604, que consiste en determinar y calcular las pérdidas por transmisión de calor que se dan a través de los cerramientos opacos que lindan con el exterior (Transmitancia Térmica por la Superficie de los muros y techo); de las pérdidas de calor por cerramientos opacos que lindan con locales calefaccionados o no calefaccionados (Transmitancia Térmica por la Superficie de los muros por un factor de corrección de la Transmitancia Térmica); de las pérdidas de calor a través de los pisos (Perímetro del piso en contacto con el aire exterior multiplicado por las pérdidas por el piso en contacto con el terreno); y de las pérdidas por transmisión de calor a través de vidrios (Transmitancia Térmica por la Superficie de los elementos vidriados). El resultado de la sumatoria total por transmisión se suma a las pérdidas por infiltración de aire y se divide por el volumen calefaccionado, obteniendo así las Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G.

Análogamente, se calcularon los valores de G, para los mismos tipos de viviendas pero considerando el agregado de 5 cm de espesor de material aislante térmico en los muros y 7,5 cm en el techo.

Sistemas Constructivos (Techo de Cubierta Metálica)	Muros y techos originales G [W/m <sup>3</sup> K]	Muros y techos aislados G [W/m <sup>3</sup> K]
Muro de Ladrillo Hueco del 12	3,19	1,84
Muro de Ladrillo Hueco del 18	2,95	1,82
Muro de Bloques de Hormigón	3,34	2,03

Tabla 3: Coeficiente de Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G de viviendas tipo "Hogares Casas" originales y con aislamiento térmico.

Sistemas Constructivos (Techo de Losa de Hormigón Armado)	Muros y techos originales G [W/m <sup>3</sup> K]	Muros y techos aislados G [W/m <sup>3</sup> K]
Muro de Ladrillo Hueco del 12	2,81	1,42
Muro de Ladrillo Hueco del 18	2,55	1,40
Muro de Bloques de Hormigón	2,96	1,43

Tabla 4: Coeficiente de Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G viviendas tipo "Hogares Departamentos" originales y con aislamiento térmico.

En forma complementaria se analizó la mejora en el ahorro energético que se alcanza por utilización de panel de doble vidrio hermético (DVH) en reemplazo del vidrio simple en las carpinterías existentes, para ambas tipologías de viviendas.

Sistemas Constructivos	Hogares Casas con DVH G [W/m <sup>3</sup> K]	Hogares Departamentos con DVH G [W/m <sup>3</sup> K]
Muro de Ladrillo Hueco del 12	1,56	1,26
Muro de Ladrillo Hueco del 18	1,54	1,24
Muro de Bloques de Hormigón	1,76	1,26

Tabla 5: Coeficiente de Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G viviendas tipo "Hogares Casas" y tipo "Hogares Departamentos" utilizando DVH en los cerramientos no opacos.

Provincia	Sistema Constructivo	Provincia	Sistema Constructivo
Capital Federal	Ladrillo hueco 12	Misiones	Ladrillo hueco 12
Buenos Aires	Ladrillo hueco 12	Neuquén	Ladrillo hueco 18
Catamarca	Ladrillo hueco 12		Bloque de hormigón
Chaco	Ladrillo hueco 12	Río Negro	Ladrillo hueco 18
Chubut	Bloque de hormigón		Bloque de hormigón
Córdoba	Bloque de hormigón	Salta	Bloque de hormigón
Corrientes	Ladrillo hueco 12	San Juan	Ladrillo hueco 18
	Ladrillo hueco 12	San Luis	Ladrillo hueco 18
Entre Ríos	Ladrillo hueco 12	Santa Cruz	Ladrillo hueco 18
Formosa	Ladrillo hueco 12		Bloque de hormigón
Jujuy	Bloque de hormigón	Santa Fe	Ladrillo hueco 12
La Pampa	Ladrillo hueco 12	Santiago del Estero	Ladrillo hueco 12
La Rioja	Bloque de hormigón	Tierra del Fuego	Ladrillo hueco 18
Mendoza	Ladrillo hueco 18		Bloque de hormigón
		Tucumán	Bloque de hormigón

Tabla 6: Tipo de muros considerados en cada región del país.

Se consultó el Censo 2001 del INDEC, con el objeto de utilizar los datos poblacionales referidos a Total de viviendas para cada provincia, Total de casas para cada provincia y Total de edificios para cada provincia. También se recurrió a la información obtenida de ENARGAS sobre Total de usuarios de red residenciales para cada provincia y Total de gas natural entregado para uso residencial para cada provincia en miles de m<sup>3</sup> de 9300 kcal.

Con todo este conjunto de datos, se realizaron los cálculos para hallar las Cargas Térmicas Anuales Unitarias para cada provincia y con los sistemas constructivos correspondientes en cada una, tanto considerando el diseño original como con el agregado de aislamiento térmico.

La Carga Térmica Anual Unitaria se calculó aplicando la expresión dada en la Norma IRAM 11.604, resulta proporcional al producto del Coeficiente de Pérdidas Volumétricas Globales de Calor G a los grados días y al volumen de la vivienda.

$$Q = 24 \times G \times \text{°D} \times V/1000$$

[1]

Los grados días para cada región analizada, se adoptaron de la Norma IRAM 11.603, utilizando los datos de las estaciones existentes de cada provincia en función de diversas temperaturas base de confort. Para la realización de este cálculo se definieron estaciones cercanas a los centros cuya población es más representativa en número o por extensión territorial.

Los grados días de calefacción se determinan como la suma de las diferencias de temperaturas, entre una temperatura base y la media diaria, para los días en que la media diaria es menor que la temperatura base en un período establecido. En este estudio se consideró como temperatura base a 20°C.

Posteriormente, se calculó la Carga Térmica Anual Total como el producto de la Carga Térmica Anual Unitaria por el Total de Usuarios de Gas de Casas o Departamentos, de cada provincia.

Como se observa en las Tablas 7 y 8, se obtiene los resultados correspondientes a dos valores de Carga Térmica Anual Total, siendo la primera la de las viviendas con el sistema constructivo sin aislar, y la segunda con el sistema constructivo con aislación en muros y techos. La diferencia entre estos dos valores permite determinar el porcentaje de ahorro alcanzado debido al aislamiento térmico empleado. Luego se hizo el promedio ponderado entre lo obtenido para las viviendas tipo “Hogares Casas” como para las viviendas tipo “Hogares Departamentos” hallándose el porcentaje total de ahorro energético.

Provincia	Sistema Constructivo	Carga Térmica Anual Unitaria (original) MJoule/año	Carga Térmica Anual Unitaria (con aislamiento) MJoule/año	Casas Afectadas Unidades	Carga Térmica Anual Total (original) MJoule/año	Carga Térmica Anual Total (con aislamiento) MJoule/año	Ahorro MJoule/año
Capital Federal	Ladrillo hueco 12	50.943,48	29.384,33	313.052	1.126.987.200	15.947.962.639	9.198.824.845
Buenos Aires	Ladrillo hueco 12	62.458,96	36.026,48	2.515.299	9.055.076.400	157.102.939.256	90.617.369.351
Catamarca	Ladrillo hueco 12	30.457,61	17.568,02	16.329	58.784.400	497.332.835	286.862.827
Chaco	Ladrillo hueco 12	16.063,26	9.265,33	0	0	0	0
Chubut	Bloque de hormigón	97.853,58	59.473,88	96.240	346.464.000	9.417.426.778	5.723.765.377
Córdoba	Bloque de hormigón	43.291,47	26.311,88	393.234	1.415.642.400	17.023.688.728	10.346.732.970
Corrientes	Ladrillo hueco 12	29.748,32	17.158,91	0	0	0	0
	Ladrillo hueco 12	13.851,95	7.989,84	0	0	0	0
Entre Ríos	Ladrillo hueco 12	40.846,57	23.560,41	33.520	120.672.000	1.369.168.283	789.739.699
Formosa	Ladrillo hueco 12	8.553,16	4.933,49	0	0	0	0
Jujuy	Bloque de hormigón	46.436,77	28.223,54	53.076	191.073.600	2.464.694.046	1.498.002.669
La Pampa	Ladrillo hueco 12	75.184,40	43.366,55	79.708	286.948.800	5.992.821.277	3.456.674.341
La Rioja	Bloque de hormigón	34.336,12	20.868,96	11.620	41.832.000	398.998.523	242.505.091
Mendoza	Ladrillo hueco 18	60.036,29	37.039,34	249.162	896.983.200	14.958.788.536	9.228.811.910
Misiones	Ladrillo hueco 12	13.685,06	7.893,58	0	0	0	0
Neuquén	Ladrillo hueco 18	84.228,29	51.964,57	56.907	204.865.200	4.793.172.884	2.957.143.949
	Bloque de hormigón	95.363,56	57.960,49	37.938	136.576.800	3.617.897.725	2.198.901.911
Río Negro	Ladrillo hueco 18	149.897,81	92.479,33	47.874	172.346.400	7.176.261.057	4.427.388.178
	Bloque de hormigón	169.714,81	103.150,02	71.812	258.523.200	12.187.480.643	7.407.360.989
Salta	Bloque de hormigón	49.188,90	29.896,25	92.224	332.006.400	4.536.403.096	2.757.155.175
San Juan	Ladrillo hueco 18	49.194,26	30.350,36	65.835	237.006.000	3.238.694.840	1.998.110.037
San Luis	Ladrillo hueco 18	50.043,10	30.874,05	38.741	139.467.600	1.938.726.328	1.196.095.565
Santa Cruz	Ladrillo hueco 18	175.208,74	108.094,88	11.289	40.640.400	1.977.851.182	1.220.233.611
	Bloque de hormigón	198.371,93	120.567,37	16.933	60.958.800	3.358.994.720	2.041.544.695
Santa Fe	Ladrillo hueco 12	38.134,59	21.996,13	352.713	1.269.766.800	13.450.555.509	7.758.314.149
Santiago del Estero	Ladrillo hueco 12	25.993,27	14.992,99	42.769	153.968.400	1.111.706.510	641.235.103
Tierra del Fuego	Ladrillo hueco 18	201.214,17	124.138,91	2.158	7.768.800	434.270.295	267.922.690
	Bloque de hormigón	227.815,37	138.462,64	19.424	69.926.400	4.425.140.697	2.689.531.621
Tucumán	Bloque de hormigón	34.816,65	21.161,02	115.576	416.073.600	4.023.953.730	2.445.696.429

Tabla 7: Carga Térmica Anual Total para viviendas tipo “Hogares Casas”.

Provincia	Sistema Constructivo	Carga Térmica Anual Unitaria (original) MJoule/año	Carga Térmica Anual Unitaria (con aislamiento) MJoule/año	Casas Afectadas Unidades	Carga Térmica Anual Total (original) MJoule/año	Carga Térmica Anual Total (con aislamiento) MJoule/año	Ahorro MJoule/año
Capital Federal	Ladrillo hueco 12	44803,81051	22691,56998	954.464	3.436.070.400	42.763.604.849	21.658.276.857
Buenos Aires	Ladrillo hueco 12	54931,45318	27820,86836	414.849	1.493.456.400	22.788.278.567	11.541.469.622
Catamarca	Ladrillo hueco 12	26786,88097	13566,62251	569	2.048.400	15.245.572	7.721.351
Chaco	Ladrillo hueco 12	14127,32764	7154,999544	0	0	0	0
Chubut	Bloque de hormigón	86833,9099	41757,93684	15.450	55.620.000	1.341.542.236	645.140.084
Córdoba	Bloque de hormigón	38416,2521	18474,15867	56.175	202.230.000	2.158.014.866	1.037.777.161
Corrientes	Ladrillo hueco 12	26163,0769	13250,68747	0	0	0	0
	Ladrillo hueco 12	12182,52669	6170,025581	0	0	0	0
Entre Ríos	Ladrillo hueco 12	35923,77599	18194,1417	2.794	10.058.400	100.384.776	50.841.394
Formosa	Ladrillo hueco 12	7522,343287	3809,804952	0	0	0	0
Jujuy	Bloque de hormigón	41207,34206	19816,37806	4.933	17.758.800	203.278.606	97.755.533
La Pampa	Ladrillo hueco 12	66123,23221	33489,11475	4.477	16.117.200	296.062.663	149.945.430
La Rioja	Bloque de hormigón	30469,39874	14652,56177	436	1.569.600	13.298.714	6.395.276
Mendoza	Ladrillo hueco 18	51994,70652	28491,79899	30.696	110.505.600	1.596.045.759	874.593.165
Misiones	Ladrillo hueco 12	12035,74926	6095,687924	0	0	0	0
Neuquén	Ladrillo hueco 18	72946,30099	39972,74884	9.516	34.257.600	694.126.191	380.363.795
	Bloque de hormigón	84624,29701	40695,34649	6.344	22.838.400	536.832.712	258.159.819
Río Negro	Ladrillo hueco 18	129819,6882	71137,94285	9.237	33.253.200	1.199.098.221	657.075.840
	Bloque de hormigón	150602,5625	72423,92171	13.855	49.878.000	2.086.593.343	1.003.430.954
Salta	Bloque de hormigón	43649,54578	20990,82004	11.374	40.946.400	496.468.170	238.748.739
San Juan	Ladrillo hueco 18	42604,91698	23346,42912	8.121	29.235.600	345.988.433	189.593.009
San Luis	Ladrillo hueco 18	43340,06064	23749,26947	3.677	13.237.200	159.355.813	87.323.001
Santa Cruz	Ladrillo hueco 18	151740,3357	83149,90952	1.641	5.907.600	249.004.588	136.448.288
	Bloque de hormigón	176032,4932	84653,03179	2.461	8.859.600	433.301.715	208.372.348
Santa Fe	Ladrillo hueco 12	33538,64275	16986,15476	61.486	221.349.600	2.062.161.419	1.044.412.956
Santiago del Estero	Ladrillo hueco 12	22860,58472	11578,09017	2.915	10.494.000	66.647.950	33.754.866
Tierra del Fuego	Ladrillo hueco 18	174262,4643	95491,47283	682	2.455.200	118.855.886	65.130.053
	Bloque de hormigón	202160,1965	97217,69672	6.138	22.096.800	1.240.952.051	596.766.833
Tucumán	Bloque de hormigón	30895,81526	14857,62306	15.988	57.556.800	493.950.633	237.538.070

Tabla 8: Carga Térmica Anual Total para viviendas tipo "Hogares Departamentos".

Provincia	Sistema Constructivo	Carga Térmica Anual Total (original) MJoule/año	Carga Térmica Anual Total (con aislamiento) MJoule/año	Ahorro MJoule/año	Ahorro %
Capital Federal	Ladrillo hueco 12	58.711.567.488,25	30.857.101.701,62	27.854.465.786,63	47,44%
Buenos Aires	Ladrillo hueco 12	179.891.217.823,31	102.158.838.973,44	77.732.378.849,87	43,21%
Catamarca	Ladrillo hueco 12	512.578.407,08	294.584.177,89	217.994.229,19	42,53%
Chubut	Bloque de hormigón	10.758.969.013,85	6.368.905.461,47	4.390.063.552,39	40,80%
Córdoba	Bloque de hormigón	19.181.703.594,37	11.384.510.130,52	7.797.193.463,85	40,65%
Entre Ríos	Ladrillo hueco 12	1.469.553.058,65	840.581.092,79	628.971.965,86	42,80%
Jujuy	Bloque de hormigón	2.667.972.652,09	1.595.758.202,28	1.072.214.449,81	40,19%
La Pampa	Ladrillo hueco 12	6.288.883.939,47	3.606.619.771,41	2.682.264.168,06	42,65%
La Rioja	Bloque de hormigón	412.297.236,99	248.900.366,83	163.396.870,16	39,63%
Mendoza	Ladrillo hueco 18	16.554.834.295,62	10.103.405.075,74	6.451.429.219,88	38,97%
Neuquén	Ladrillo hueco 18	5.487.299.075,04	3.337.507.744,09	2.149.791.330,95	39,18%
	Bloque de hormigón	4.154.730.437,50	2.457.061.730,20	1.697.668.707,30	40,86%
Río Negro	Ladrillo hueco 18	8.375.359.278,32	5.084.464.018,05	3.290.895.260,27	39,29%
	Bloque de hormigón	14.274.073.985,60	8.410.791.943,26	5.863.282.042,34	41,08%
Salta	Bloque de hormigón	5.032.871.266,39	2.995.903.914,29	2.036.967.352,10	40,47%
San Juan	Ladrillo hueco 18	3.584.683.272,43	2.187.703.046,00	1.396.980.226,43	38,97%
San Luis	Ladrillo hueco 18	2.098.082.140,92	1.283.418.565,70	814.663.575,22	38,83%
Santa Cruz	Ladrillo hueco 18	2.226.855.770,52	1.356.681.898,49	870.173.872,03	39,08%
	Bloque de hormigón	3.792.296.435,11	2.249.917.042,64	1.542.379.392,46	40,67%
Santa Fe	Ladrillo hueco 12	15.512.716.928,41	8.802.727.105,27	6.709.989.823,14	43,25%
Sgo. del Estero	Ladrillo hueco 12	1.178.354.460,14	674.989.969,09	503.364.491,05	42,72%
Tierra del Fuego	Ladrillo hueco 18	553.126.180,21	333.052.743,42	220.073.436,79	39,79%
	Bloque de hormigón	5.666.092.748,70	3.286.298.454,23	2.379.794.294,47	42,00%
Tucumán	Bloque de hormigón	4.517.904.363,04	2.683.234.498,36	1.834.669.864,68	40,61%
<b>Total</b>	-----	<b>372.904.023.852,01</b>	<b>212.602.957.627,10</b>	<b>160.301.066.224,91</b>	<b>42,99%</b>

Tabla 9: Ahorro en el consumo de gas para la totalidad de las viviendas

Las provincias que no tienen usuarios registrados a la red de gas natural, presentan en las Tablas 7 y 8 el valor cero de Carga Térmica Anual y por lo tanto no se incorporaron en la Tabla 9. El resultado obtenido (Tabla 9), indica la posibilidad de alcanzar un ahorro de energía empleado para calefacción en edificios residenciales de todo el país, de 43 % respecto a la actual demanda registrada.

Es necesario destacar que por la metodología de cálculo empleado, este ahorro global se obtendría en todos los combustibles utilizados para calefacción: gas natural, electricidad, gas envasado, leña, combustibles líquidos, etc.

Considerando exclusivamente el Gas Natural consumido en las viviendas conectadas a la red, este nivel de ahorro energético representa una disminución en la demanda diaria, durante el período invernal, equivalente a 15,4 millones de m<sup>3</sup>/día como valor promedio y 20,7 millones de m<sup>3</sup>/día durante las olas de frío.

La determinación de este ahorro energético diario, para el período invernal se obtuvo tomando como fuente el trabajo: "Caracterización de los Inviernos Según su Impacto en el Consumo de Gas Natural".

El mismo consistió en utilizar la Figura 6 (Figura 1 del mencionado artículo), que representa el consumo específico residencial en función de la temperatura media mensual.

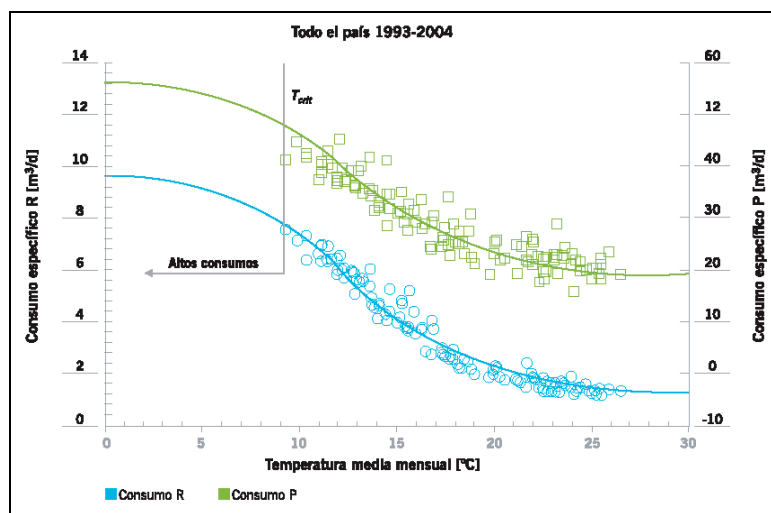


Figura 6: Variación de los consumos específicos residencial (R), círculos, referidos al eje vertical izquierdo y servicios generales pequeños (P), cuadrados, referidos al eje vertical derecho. Los consumos específicos que se muestran son los consumos diarios (promediados mensualmente) como función de la temperatura media mensual correspondiente a datos de todo el país.

Se adoptó la temperatura media mensual de 10,5 °C correspondiente a un promedio global ponderado de invierno para todo el país, resultando un consumo específico de 7,2 m<sup>3</sup>/día. A este valor se le restó el correspondiente a condiciones de verano, en que se considera que el gas se utiliza para calentamiento de agua y cocción, para obtener el consumo de gas debido sólo a calefacción. Ese dato surge también de la Figura 1 como asíntota de la gráfica, dando un valor de 1,3 m<sup>3</sup>/día y por lo tanto, la diferencia es de 5,9 m<sup>3</sup>/día.

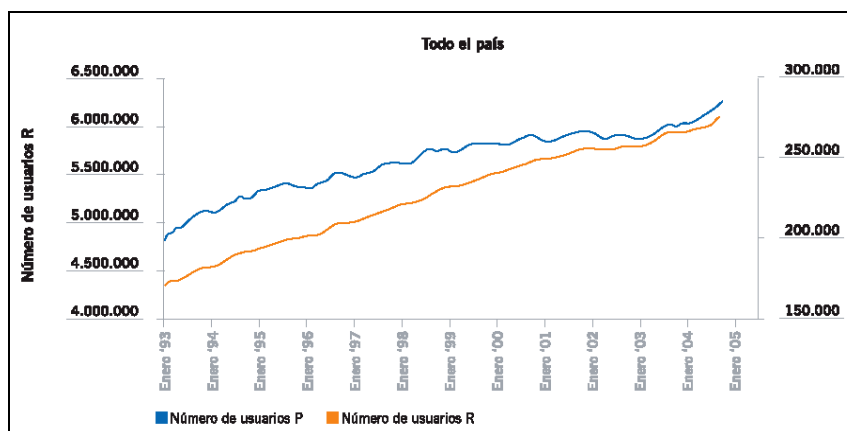


Figura 7: Variación del número de usuarios residenciales (R) de todo el país para el período enero 1993- enero 2005.

Multiplicando este resultado por la cantidad de usuarios residenciales correspondientes a enero de 2005, que como se desprende de la Figura 7 (Figura 2 del trabajo referido), es de 6.3000.000 y por el ahorro real de consumo de energía destinado a calefacción debido al aislamiento térmico (43 %), se obtiene que una disminución de la demanda diaria de **15,4 millones de m<sup>3</sup>/día**.

Análogamente, adoptando en 5 °C la temperatura correspondiente a las denominadas “olas de frío”, el consumo específico residencial de gas resulta ser de 9,2 m<sup>3</sup>/día y repitiendo los mismos cálculos anteriores, estaría definiendo una disminución de la demanda diaria de **20,7 millones de m<sup>3</sup>/día**.

## CONCLUSIONES

Este trabajo cuantifica el significativo aporte en el ahorro de energía consumida en el país destinada a calefacción residencial, que se lograría si en la construcción de viviendas tan solo se contemplaran los mencionados criterios de aislamiento térmico. Los mismos consisten en un acondicionamiento térmico pasivo de la envolvente de edificios (paredes, techo y aberturas), tanto para la ejecución de viviendas nuevas como para su incorporación a las existentes. El ahorro estimado de consumo de energía, destinado a calefacción para uso residencial, sería de 43% respecto a la actual demanda registrada.

En el caso del Gas Natural, este nivel de ahorro energético representa una disminución en la demanda diaria, durante el período invernal, equivalente a 15,4 millones de m<sup>3</sup>/día, mientras que para aquellos días que soportan las denominadas “olas de frío”, el consumo específico residencial de gas resulta ser de 9,2 m<sup>3</sup>/día y estaría definiendo una disminución de la demanda diaria de 20,7 millones de m<sup>3</sup>/día.

La disponibilidad de este caudal de gas de red, que hoy se derrocha por el incumplimiento o el carácter no obligatorio de las normativas que exigen requerimientos constructivos de aislamiento térmico en viviendas, hubiese evitado por sí sola, la situación energética actual.

El ahorro diario de gas obtenido se refiere solamente a las viviendas y por lo tanto no contempla los ahorros que se pueden obtener en hoteles, edificios comerciales, industriales, etc. Tampoco considera los posibles ahorros de gas en la generación de electricidad utilizada para calefacción.

A este importante ahorro de los recursos energéticos que se alcanzarían en el período invernal, se le agrega un ahorro aún mayor de energía destinada a refrigeración durante el período estival, evitándose de este modo posibles situaciones críticas también en verano. Todos estos recursos energéticos así ahorrados estarían disponibles para la industria, transporte, exportación, etc.

## REFERENCIAS:

ENARGAS (2006), datos operativos

S. Gil, L. Pomerantz y R. Ruggero (2005), Gerencia de Distribución del ENARGAS. “Caracterización de los Inviernos Según su Impacto en el Consumo de Gas Natural”. REVISTA PETROTECNIA.

SAP Users Group, "TAP 6 Thermal Analyzer Computer Program", University of Southern California, Dept. of Civil Engineering, Los Angeles

IRAM, Normas de Acondicionamiento Térmico N°: 11603, 11604 y 11605

INDEC, Censo Nacional 2001

## ABSTRACT

Volumetric heat loss coefficient was determined not only for a detached house but also for a unit in an apartment building. Three different construction systems usually used in our country were considered. Then, the same construction systems with added conventional 3” roof insulation and 2” wall insulation of medium thermal conductivity were analyzed. In addition, single glazing windows were changed for insulated double glazing ones. The pattern is a housing consisting of three rooms about 60 m<sup>2</sup> obtained as average from Census 2001 data, as well as the amount of single-unit and multi-unit dwellings taken from data of each Province. Daily gas demand for residential use, in millions of m<sup>3</sup>, and amount of registered users, were obtained from ENARGAS during 2006. As a result, savings of about 40% were obtained by roof and wall insulation; this value may exceed 50% if insulated double glazing windows are used.

**Keywords:** energy save, gas consumption, thermal insulation.