

## VALORES MEDIOS DEL CONSUMO DE GAS Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN SEGÚN EL NIVEL ECONÓMICO DE LOS USUARIOS

Casado J.C.\*\*, Assaf L.O.\*, Ayub F.\*\*\*

\*Fac. de C. Exactas y Tec.- \*\*Fac. de Arq. y Urb.- \*\*\*Becario CIUNT- Universidad Nacional de Tucumán  
General Paz 716 - (4000) San Miguel de Tucumán - Tel. 0381-4248489 – E-mail: [jccasado@arnet.com.ar](mailto:jccasado@arnet.com.ar)

### RESUMEN

Se presenta los resultados de una auditora de mediana escala realizada en viviendas de San Miguel de Tucumán. El objetivo fue –entre otros– determinar los consumos específicos de gas y de electricidad, su correlación con el nivel económico de los usuarios y la influencia de las temperaturas medias mensuales. Una muestra representativa de 62 hogares de San Miguel de Tucumán fue seleccionada y auditada. Los datos fueron obtenidos mediante el llenado de un formulario, los de consumo, tanto de gas como de electricidad, de las facturas respectivas. Se trabajó con dos fuentes de datos climáticos, uno de la Estación Aeropuerto del Servicio Meteorológico Nacional, otro de una estación recolectora de datos situada en la propia ciudad. Se correlacionaron los consumos de gas y de energía eléctrica con los aspectos: “nivel económico”, condición de usuario (usuario o aportante según colabora con el abono de la facturas de energía), y temperaturas. Los resultados indican un menor consumo de gas y electricidad (54.98 m<sup>3</sup> y 176.85 KWh respectivamente) respecto al promedio nacional obtenible de datos de la Secretaría de Energía y el INDEC (59.60 m<sup>3</sup> y 191.59 KWh respectivamente).

### INTRODUCCIÓN

El consumo energético de una vivienda, está relacionado con el comportamiento, hábitos o necesidades de los usuarios. Para poder distinguir la influencia del comportamiento del usuario en cada componente del consumo es necesario establecer los valores medios del consumo específico de energía. Ello posibilitaría estimar los potenciales factores de ahorro energético. Puesto que se pretende que los resultados puedan servir como indicadores de la población en estudio, se hace necesario seleccionar una muestra estadísticamente representativa, partiendo para ello de los resultados exploratorios encontrados sobre un total de seis viviendas (Casado y Assaf, 1999). Con estas premisas se realizó el trabajo de campo en San Miguel de Tucumán y el Gran San Miguel de Tucumán, que cuenta con una población de 113.048 viviendas unifamiliares (Dirección de Estadística y Control de Gestión, 1999)

Los objetivos propuestos para este trabajo fueron:

1. Determinar los valores de consumo específico de gas y energía eléctrica en viviendas según los niveles económicos de los usuarios de San Miguel de Tucumán.
2. Determinar las diferencias entre las temperaturas producidas en la ciudad y las utilizadas para análisis bioclimático de viviendas.
3. Correlacionar los valores de consumo específico de energía con las variaciones de temperatura producidas en la ciudad.

### MÉTODOS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS

Basados en los resultados obtenidos en el estudio exploratorio anteriormente citado y de información obtenida del Censo '91 de población y vivienda del INDEC (Dirección de Estadística y Control de Gestión, 1999), (Ministerio de Economía, Cuaderno n°2, 1995), (Ministerio de Economía, Cuaderno n°4, 1995), se seleccionó la muestra para un nivel de confianza del 95% que quedó integrada por 62 viviendas. Estas se estudiaron según el nivel económico del grupo familiar que las habita. El nivel económico de referencia se obtuvo a través de seis indicadores: nivel de ingresos, propietarios de vivienda, medios de movilidad, actividad laboral, estudios alcanzados, actividad recreativa.)

Fueron considerados cinco aspectos: a) Los consumos de gas y energía eléctrica facturados; b) La cantidad, estado y tipo de artefactos que consumen energía en la vivienda (para iluminación, ventilación, calefacción, aire acondicionado y electrodomésticos) y su estado instantáneo al momento de la auditoría; c) El usuario (sus atributos, actitudes, comportamientos respecto a la vivienda y al manejo del consumo de energía, hábitos de uso de los artefactos, y su condición de aportante o no aportante, distinción realizada según colabore o no con el pago de las facturas de los servicios); d) Las características físicas de la vivienda (orientación, materiales componentes de techos, pisos, muros y cerramientos); e) Las condiciones del tiempo según dos fuentes, una a partir de los datos registrados en la Estación Laprida del PROCUT (Estación Laprida del PROCUT) ubicada en la misma ciudad de San Miguel de Tucumán (con datos primarios), y la otra a partir de los

datos para el análisis bioclimático (Gonzalo, 2000), (con datos secundarios basados en el Servicio Meteorológico Nacional, Estación Aeropuerto).

Los datos fueron obtenidos mediante dos instrumentos: a) una encuesta, dirigida los usuarios (incluyéndose los registros del consumo de gas y electricidad); y b) un relevamiento, dirigido a las características del edificio y sus artefactos.

Un aspecto que ofreció más dificultades que las estimadas inicialmente fue obtener el acceso del encuestador a las viviendas auditadas. Mayores dificultades se presentaron en viviendas de bajo nivel económico, por lo que se utilizó en tales casos la colaboración de los agentes sanitarios de cada zona censal (C.A.P.S.: Centros de atención primaria de la salud, provinciales; y los C.A.C.S: Centros de atención comunal de la salud, municipales) que operaron como agentes vinculantes con el encuestado.

El nivel económico del grupo familiar se relaciona con el nivel de ingresos del grupo familiar según los estratos el INDEC (Ministerio de Economía, Cuaderno n°2, 1995) y se indican a continuación :

Relación entre Nivel económico y el Nivel de ingresos del grupo familiar				
Nivel Económico	1	2	3	4
Nivel de ingresos (\$)	<350	351 a 640	641 a 1100	>1100

Para obtener el consumo mensual se calculó el consumo medio bimestral y se lo adjudicó al par de meses consecutivos previos a la "fecha de lectura actual" que figura en la factura respectiva. De esa manera se obtuvo:

$$\text{Consumo mensual (KWh)} = 0,5 \cdot \text{Consumo bimestral (KWh)}$$

Para obtener el consumo promedio mensual (en KWh) se promediaron los consumos mensuales calculados en el período de estudio elegido (12 meses: de enero a diciembre de 1999). Se calculó la energía específica por aportante y por usuarios de manera tal que:

La energía específica por usuario aportante es:  $C_{pa} = \text{Consumo mensual de energía (KWh)} / n^{\circ} \text{ usuario aportantes};$

Y, la energía específica por usuario es:  $C_p = \text{Consumo mensual de energía (KWh)} / n^{\circ} \text{ de usuarios}$

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1 – Consumos medios mensuales de Energía Eléctrica según el nivel económico de los usuarios de viviendas residenciales en San Miguel de Tucumán. Año 1999. (muestra de 62 familias)													
Nivel Económico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1	138.21± 62.27	144.35± 76.14	146.29± 75.54	129.06± 53.71	132.53± 52.86	133.88± 50.18	122.74± 51.55	121.06± 54.70	135.29± 52.64	134.38± 58.52	136.56± 66.00	155.47± 72.39	135.82± 60.29
2	171.45± 82.06	173.97± 75.77	171.71± 68.12	146.95± 52.55	146.92± 47.45	160.55± 60.41	157.53± 57.96	154.97± 53.55	168.79± 50.56	177.53± 44.48	182.97± 53.15	186.66± 71.16	166.67± 60.70
3	173.46± 59.25	176.54± 46.37	177.71± 37.13	166.71± 48.39	165.21± 51.88	177.29± 64.71	164.54± 66.47	164.33± 55.56	177.21± 57.02	182.04± 58.10	197.17± 65.38	189.04± 66.35	175.94± 55.68
4	266.79± 108.83	244.46± 99.21	233.57± 94.55	209.46± 82.11	207.75± 89.60	232.21± 91.53	223.04± 83.16	235.82± 114.14	248.29± 112.23	237.18± 77.08	263.04± 90.44	293.82± 124.98	241.29± 97.92
General	184.25± 77.57	182.27± 83.76	179.87± 77.57	159.98± 65.73	160.25± 66.22	172.66± 74.57	164.14± 72.43	165.74± 81.76	179.19± 80.12	180.04± 68.48	191.07± 80.84	202.77± 98.16	176.85± 79.39

Tabla 2 – Consumos medios mensuales de Gas según el nivel económico de los usuarios de viviendas residenciales en San Miguel de Tucumán. Año 1999. (muestra de 62 familias)													
Nivel Económico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1	28.20± 23.61	26.12± 20.71	26.56± 20.42	32.17± 26.42	41.36± 41.18	63.55± 74.81	58.75± 72.24	40.43± 36.20	37.09± 31.77	31.80± 28.11	30.55± 26.66	26.97± 23.62	36.96± 40.51
2	29.26± 13.96	30.18± 17.13	42.84± 46.09	45.86± 47.43	56.89± 48.54	67.60± 62.76	66.94± 62.96	64.99± 55.91	56.28± 43.44	45.21± 29.52	35.84± 21.07	33.44± 17.72	47.95± 43.75
3	52.83± 34.29	48.79± 26.47	50.88± 26.81	54.83± 28.47	90.92± 49.40	102.83± ±54.66	96.50± 49.19	86.33± 41.52	69.42± 26.61	65.42± 31.56	54.85± 33.46	52.88± 33.41	68.87± 40.83

4	46.97± 19.11	45.76± 17.83	52.76± 24.56	57.00± 24.91	110.52 ±64.82	116.16 ±60.26	111.10 ±53.69	107.21 ±56.79	71.06± 25.29	69.46± 24.48	55.54± 15.37	50.58± 15.27	74.51± 45.85
General	37.53± 24.61	36.19± 22.02	42.17± 33.21	46.36± 34.96	71.32± 56.74	84.27± 66.71	80.40± 63.58	71.92± 53.88	56.90± 35.67	50.92± 31.69	42.52± 26.31	39.30± 24.74	54.98± 45.32

Tabla 3 – Consumos específicos medios anuales de Energía Eléctrica y de Gas según el nivel económico de los usuarios de las viviendas residenciales en San Miguel de Tucumán. (1999) . (muestra de 62 familias)

Nivel Económico	Nº de viviendas	Nº de Usuarios	Nº de Aportantes	Consumo Específico de Electricidad		Consumo Específico de Gas (9300 Kcal/m3)	
				Cp (KWh /usuario)	Cpa (KW/h /aportante)	Cp (KWh /usuario)	Cpa (KWh /aportante)
1	17	4.8 ± 2.8	1.8 ± 0.8	36.77 ± 19.63	91.77 ± 46.50	9.94 ± 9.61	24.86 ± 23.93
2	19	4.9 ± 1.8	1.6 ± 0.7	39.71 ± 24.3 0	115.48 ± 52.55	12.42 ± 12.29	33.84 ± 29.71
3	12	4.1 ± 1.2	2.0 ± 0.6	46.44± 17.32	99.28 ± 54.17	17.64 ± 8.22	40.33 ± 26.63
4	14	4.3 ± 1.8	2.1 ± 0.7	63.66 ± 31.10	127.22 ± 72.88	19.18 ± 9.51	39.62 ± 24.03
General	62	4.6 ± 2.0	1.9 ± 0.7	45.62 ± 25.36	108.50 ± 56. 86	14.28 ± 10.69	33.94 ± 26.46

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La distribución los consumos se representan los valores de la tabla 1 y 2 como gráficos 1 y 2 respectivamente.

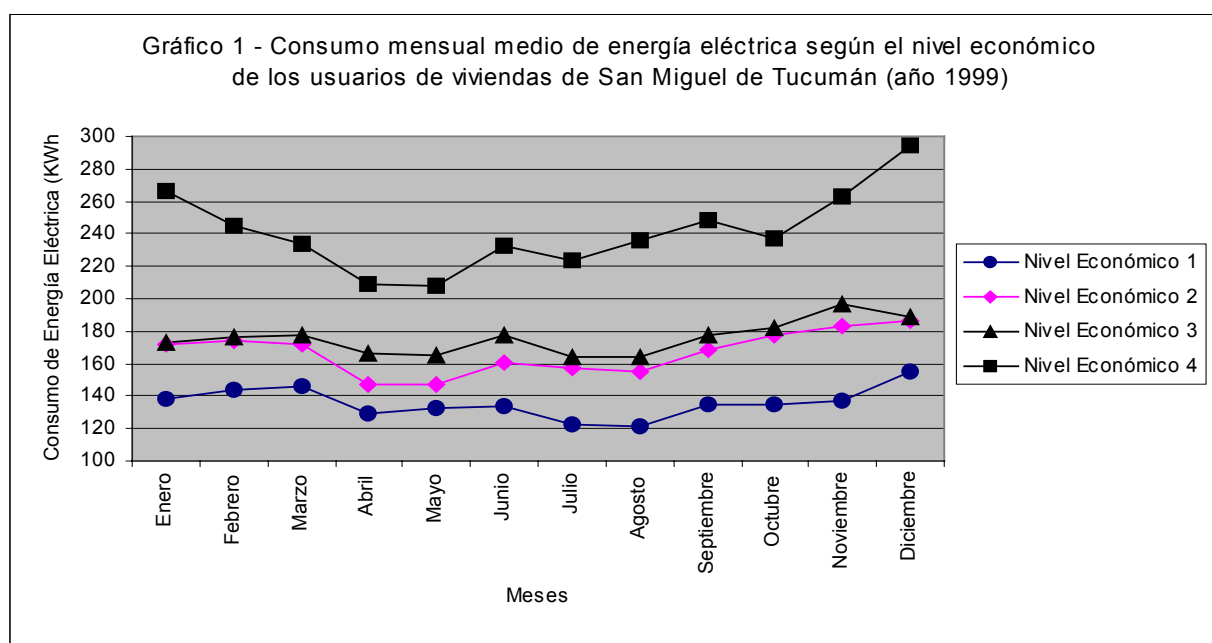


Gráfico 1 – Consumo mensual medio de energía eléctrica, según el nivel económico de los usuarios. Caso San Miguel de Tucumán, año 1999.-

En el gráfico 1 se observa que el comportamiento de los usuarios de nivel económico más alto (Ministerio de Economía, Cuaderno n°4, 1995 ) se diferencia de los otros tres en el período cálido, posiblemente asociado al uso de artefactos de refrigeración (aire acondicionado, principalmente). Si bien es cierto se cuenta con suficiente información para confirmar esta suposición, esa tarea se encuentra aún pendiente.

De igual manera, en el gráfico 2 se observa la variación del consumo de gas según el nivel económico de los usuarios y se pueden distinguir dos niveles de consumo diferentes según sea el nivel económico mayor o iguales a 3 o menor que 3. Esto puede ser consecuencia de un comportamiento selectivo del nivel económico 3 por el tipo de energía de menor costo y mejor rendimiento calórico.

Por otra parte, es necesario destacar que las diferencias en los consumos de gas puede asociarse a diferentes comportamientos en el uso de artefactos. Estos se pueden distinguir según sea la necesidad de requerimiento estacional que presentan: a) de alto requerimiento (estufas), b) de mediano requerimiento (calefón), y c) de bajo requerimiento (cocinas y hornos). Esto

serviría para indicar que el consumo de gas en viviendas de mayores niveles económicos se debe a un mayor uso de las estufas.

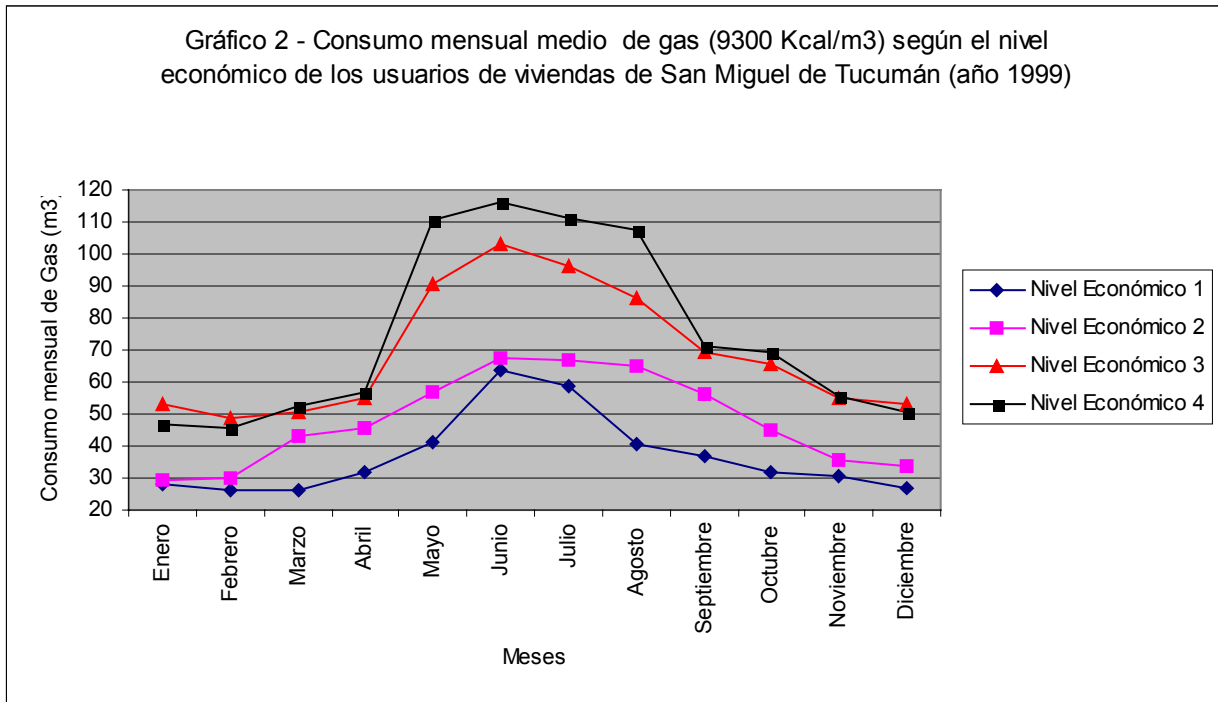


Gráfico 2 – Consumo mensual medio de gas, según el nivel económico de los usuarios. Caso San Miguel de Tucumán, año 1999.-

Tabla 3 – Comparación de consumos específicos mensual promedio anual de gas y electricidad según el nivel económico de los usuarios de viviendas residenciales de San Miguel de Tucumán (1999) (muestra de 62 viviendas)

Nivel económico	Consumos específicos para Energía Eléctrica		Consumos específicos para Gas (9300 Kcal/m <sup>3</sup> )	
	Cp	Cpa	Cp	Cpa
≤ 3	40.35 ± 21.02 *	103.03 ± 50.92	12.85 ± 10.68 *	32.28 ± 27.14
4	63.66 ± 31.10 *	127.22 ± 72.88	19.18 ± 9.18 *	39.62 ± 24.03

\* Valores que presentan diferencia significativa entre grupos (p<5%)

En general puede indicarse que los datos no muestran que el consumo específico por aportante (Cpa) sea significativamente diferente según el nivel económico de las familias (tabla 3), siendo su valor mensual medio anual de 108.50 KWh ± 56.86 KWh para el consumo de corriente eléctrica, y de 33.94 m<sup>3</sup> ± 26.46 m<sup>3</sup> para el consumo de gas (de 9300 Kcal/m<sup>3</sup>). Por el contrario, el consumo específico por usuario de gas y electricidad presenta diferencias significativas según sea el nivel económico: 4 o menor a 4.

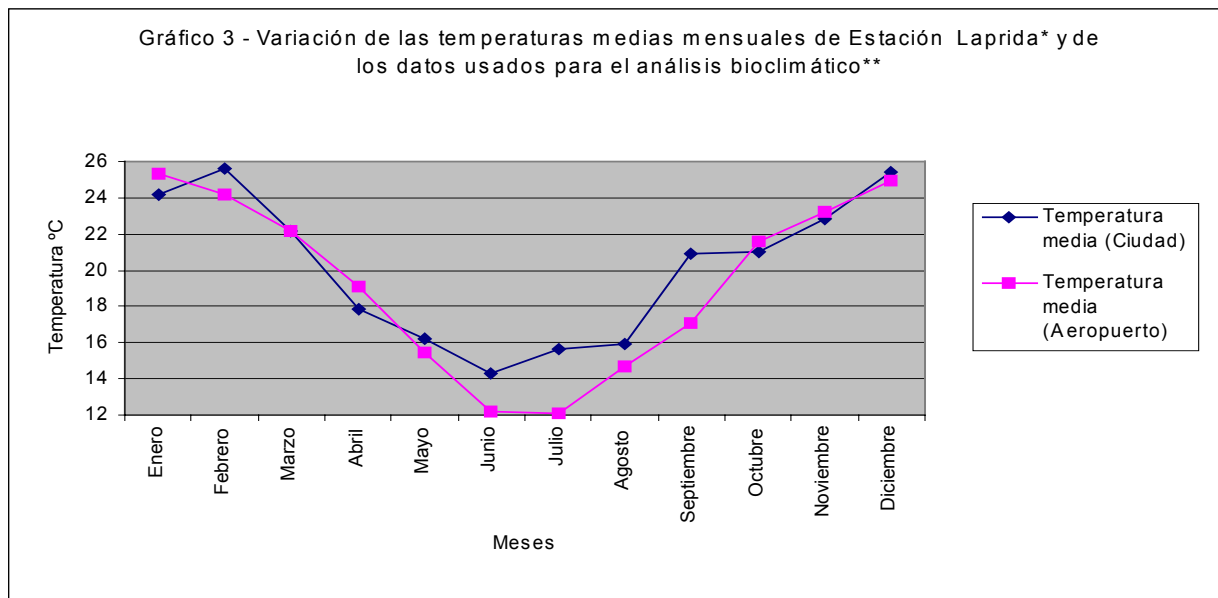


Gráfico 3 – Temperaturas medias mensuales en Estación Laprida y de los datos usados para análisis bioclimáticos .

Los datos de temperatura que se muestran en el gráfico 3 permiten observar que las diferencias máximas en el período frío es de 4°C, y de menos de 1°C para el período cálido. La correlación existente entre los valores es  $r = 0.95$  (Pearson)

Tabla 4 – Correlación entre los consumos de energía y las temperaturas según el nivel económico de los usuarios de viviendas de San Miguel de Tucumán –1999				
Nivel Económico	Temperaturas de Estación Laprida		Temperaturas para el diseño bioclimático	
	Energía Eléctrica	Gas	Energía Eléctrica	Gas
1	0.79	-0.84	0.74	-0.91
2	0.81	-0.93	0.73	-0.98
3	0.63	-0.89	0.60	-0.94
4	0.74	-0.91	0.65	-0.94

Las tabla 4 indica que los valores de consumo de gas se correlacionan mejor con las temperaturas que los de consumo de electricidad.

## CONCLUSIÓN

Los valores obtenidos para el consumo específico mensual medio anual de energía eléctrica y de gas pueden utilizarse como representativos del consumo de las viviendas en San Miguel de Tucumán, con una dispersión para la muestra estudiada del orden del 50% de los valores observados. Esto sugiere los probables potenciales de ahorro energético asociado a las características comportamentales de cada familia, sin distinguir el nivel económico o tipo de energía.

Se confirma la asociación entre el nivel de consumo de energía y el nivel económico de los usuarios –lo que era predecible-: a mayor nivel económico mayor es el consumo de energía, tanto en gas como en electricidad.

Se puede ver también que la el tipo de energía utilizada se encuentra asociada en forma marcada al aspecto térmico. En los meses cálidos es mayor el consumo de energía eléctrica, y en los meses fríos es mayor el consumo de gas. Estos consumos pueden encontrarse asociados a los artefactos acondicionadores de aire y a los calefactores respectivamente, como también al menor costo unitario y mayor rendimiento calórico de cada tipo de energía.

La encuesta plantea el inconveniente de la desconfianza inicial del usuario, pero una vez superada, la predisposición para brindar información es buena. El procedimiento de encuesta, extenso por la cantidad de datos requeridos, hizo necesario que en algunas ocasiones se tuviera que suspender y regresar por segunda vez la vivienda.

## DISCUSIÓN

El valor obtenido para el consumo medio mensual de energía eléctrica por vivienda residencial (176.85 KWh) indica un consumo menor al que puede obtenerse de datos suministrados por la Secretaría de Energía (estimado por la Secretaría de Energía de la Nación, y ENERGAS) y del INDEC, que dan un resultado de 191.59 KWh.

Idéntica tendencia es observable en los valores obtenidos para el consumo medio mensual de gas (54.98 m<sup>3</sup>), los que indican un consumo menor al informado por el INDEC para el consumo del sector residencial (también estimados por Secretaría de Energía de la Nación y ENERGAS) que dan un valor de 59.60 m<sup>3</sup>.

De las correlaciones obtenidas se puede afirmar que los valores de temperatura permiten explicar la tendencia general del consumo de energía eléctrica y de gas en las viviendas residenciales. Una menor influencia puede atribuirse en referencia al nivel de económico, donde se observan pequeñas variaciones en el rango comprendido entre los niveles 1 y 2.

## REFERENCIAS

Casado, J.C.; Assaf, L.O. (1999). “El usuario y el consumo de energía eléctrica en edificios residenciales”. Avances en energías renovables y medio ambiente. ASADES: Tucumán. Vol 3, n°2, Pp 8.153-8.156

Dirección de Estadística y Control de Gestión. (1999). Encuesta Permanente de Hogares. Ministerio de la Producción. Superior Gobierno de la Provincia de Tucumán.

ENERGAS. Base de datos de las licenciatarias de gas.

Estación Laprida del PROCUT (Proyecto de investigación sobre el clima urbano de Tucumán). Instituto de Estudios Geográficos de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán.

Gonzalo, G. E., (2000). Datos y gráficos para el análisis bioclimático. Acondicionamiento Ambiental 1, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.

Ministerio de Economía. (1995). Censo Nacional de Población y Vivienda 1991- Cuaderno n°2 - Resultados Definitivos. Superior Gobierno de la Provincia de Tucumán.

Ministerio de Economía. (1995). Censo Nacional de Población y Vivienda 1991- Cuaderno n°4 - Resultados Definitivos. Superior Gobierno de la Provincia de Tucumán.

Secretaría de Energía de la Nación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Prof. Enrique José Würschmidt y la Prof. Claudia Hernandez, del Instituto de Estudios Geográficos de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán por permitir el acceso a la Estación Laprida, mostrando la ubicación de la estación meteorológica, el equipamiento disponible y poner a nuestra disposición los datos recolectados.

Entre otros a la Licenciada en Enfermería María Alejandra Acosta, que desde el CACS (Centro de Atención Comunitario de la Salud, Municipal) actuó como agente vinculante con varias familias auditadas.

## **ABSTRACT**

The results of a middle-scale survey on domestic buildings of San Miguel de Tucumán are presented. The survey was addressed to obtain –among others– Gas and Electricity consumption and their correlation between two variables: users incomes and mean (monthly) temperatures variations. A representative of 62 households sample of San Miguel de Tucumán was selected and surveyed. Data's were collected by filling a questionnaire form and requesting to the occupants Electricity and Gas bills. Two sorts of climatic data were used, one obtained from the National Weather Forecast (Service Meteorológico Nacional, Estación Aeropuerto) and the other from weather loggers located in the city. Results shows lower Gas and Electricity consum of Tucumán households (54.98 m<sup>3</sup> and 176.85 KWh respectively) compared with the national average reported by the INDEC and the Secretaría de Energía de la Nación (59.60 m<sup>3</sup> and 191.59 KWh respectively).