

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

M. Medina, R. G. Stoll, J. H. Garnica, J. M. Lucchini y J. R. Barral
Universidad Nacional de Río Cuarto - Facultad de Ingeniería - Departamento de Mecánica
Ruta Nac. 36 Km. 601, 5800 Río Cuarto
Tel./Fax: (0358) 4676588 - e-mail: maylen.medina@gmail.com

Recibido: 14/08/12; Aceptado: 03/10/12

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados experimentales de ensayos de rendimientos realizados a equipos de producción de agua caliente sanitaria que utilizan gas licuado de petróleo como combustible. Se probaron dos aparatos de producción instantánea de agua caliente y un calentador de agua por acumulación de funcionamiento automático. El desempeño térmico de estos dispositivos se determinó utilizando las metodologías propuestas por las normas argentinas de gas, que son suministradas por Ente Nacional Regulador del Gas. Los resultados de rendimiento obtenidos fueron del orden del 60% y las conclusiones muestran la importancia de poner en vigencia una legislación que defina un etiquetado de eficiencia energética para estos dispositivos como punto de partida para un uso racional de la energía a nivel nacional, impulsar a una competitividad tecnológica de esta industria y establecer datos más fiables sobre el tiempo de amortización de sistemas solares térmicos.

Palabras clave: ensayos térmicos, calefón, termotanque, gas licuado de petróleo.

INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Energía mostró que 11 de las 23 provincias del país presentan valores medios anuales por encima de 5 kWh/m²-día, lo cual lo muestra como apto para la instalación de paneles fotovoltaicos. Estas provincias son las que se encuentran al norte del Río Colorado (Catamarca, Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, San Juan, San Luis y Santa Fe). Por su parte, las provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego presentan valores medios anuales muy por debajo de los 5 kWh/m²-día y una gran variación entre invierno y verano, lo que no permitiría obtener, para una misma potencia instalada, iguales niveles de generación que en las provincias del Norte.

Por otra parte, la cantidad de provincias con calidad del recurso adecuada para usos solares térmicos, es mayor que aquellas que disponen el recurso para usos eléctricos y abarcan gran parte del territorio nacional. Existe entonces, un importante potencial para la sustitución de gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN) y leña en usos térmicos (calentamiento de agua, cocción, acondicionamiento de ambientes) en gran parte de la Argentina, incluyendo áreas urbanas y zonas frías (Secretaría de Energía, 2009).

Sin embargo, la no existencia de políticas públicas que faciliten la diversificación energética, en particular en el sector de la energía solar térmica, se presenta como una barrera para el avance de esta opción tecnológica. Este hecho hace que sea importante poder analizar bajo las condiciones actuales cual es la viabilidad del reemplazo del gas distribuido por redes por energía solar para calentar agua con fines sanitarios en ámbitos residenciales (Salerno et al, 2009).

Por lo cual, Salerno et al (2009) estimaron, de forma aproximada, el plazo de amortización de la instalación de un colector solar destinado a proveer de agua caliente de uso sanitario a una familia tipo. Reemplazando el empleo de gas natural, no en su totalidad, sino en el porcentaje que resulte razonable según la inversión a efectuar. Si bien la amortización del equipo solar sigue siendo dificultosa para las categorías que van de la R1 a R3 2°, para la categoría denominada R3 3° los cálculos efectuados indican que el plazo de amortización ya se ubica en los niveles europeos, siendo de alrededor de ocho años. Para obtener el ahorro monetario Salerno et al (2009) supusieron que el porcentaje de gas ahorrado es de un 25% del total facturado bimestralmente, debido a que se desconoce el rendimiento real de los equipos calentadores de agua sanitaria de uso doméstico.

Por otro lado, el Grupo de Energía Solar (GES) de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) está realizando dos tipos de ensayos a equipos solares, las cuales son: la pruebas de desempeño térmico ISO 9459-2 (ISO, 1995) para sistemas completos y para colectores solamente, la norma Standard ANSI/ASHRAE 93-2003 (ASHRAE, 2003). Las experiencias recogidas de los ensayos, de la interacción con los fabricantes y distribuidores de estos sistemas de calentamiento solares, han permitido obtener resultados que beneficien al desarrollo de la energía solar térmica para calentamiento de agua en Argentina (Garnica et. al, 2008). Sin embargo, el GES intenta ampliar el conocimiento de los ensayos térmicos realizados a equipos que funcionan con GLP, de manera de dar respuestas a fabricantes de equipos solares y convencionales, con objeto de contar con más información del consumo domiciliario real y motivar a un uso racional de la energía.

Por esto, se persigue obtener datos más fiables sobre el rendimiento real de equipos de producción de agua caliente sanitaria convencionales, que permitirá determinar el impacto económico de la reducción del consumo de gas consumido y el período de amortización de una instalación solar. Este trabajo se concentró en los ensayos de desempeño térmico de calefones y termotanques que funcionan con GLP.

REVISIÓN DE LA NORMATIVA VIGENTE

Con el objeto de establecer el estudio de rendimiento calefones y termotanques, se consultó la normalización vigente por el IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). La certificación vigente muestra que solo se cuenta con la Norma IRAM 19050-1 que se refiere al etiquetado de eficiencia energética de artefactos a gas para uso doméstico y se centra en artefactos de cocción. La IRAM 19050-2 que establece pautas para etiquetado de la eficiencia energética de artefactos de producción instantánea de agua caliente para uso doméstico (calefones) y la IRAM 19050-3 que trata sobre el etiquetado de eficiencia energética de artefactos de calentamiento de agua se encuentran en estudio inicial actualmente. Asimismo, la IRAM 210004 que establece el método de ensayo del conjunto colector y termotanque está discontinuada.

Por otro lado, la Ley 24076 fijó la facultad del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) de dictar reglamentos en materias de seguridad y calidad, incluidas normas y procedimientos técnicos, y mantuvo en vigencia el Clasificador de Normas Técnicas de Gas del Estado hasta que aquél las reemplazare o anulare. El ENARGAS encaró dichas tareas tanto en la actualización de documentos normativos existentes como en la generación de otros nuevos que los hechos y la experiencia fueron requiriendo. Estos documentos se estructuraron en grupos en que se sistematiza el cuerpo normativo, "CÓDIGO ARGENTINO DE GAS - NAG", con nomenclaturas unificadas bajo la sigla ya reconocida, permitiendo también evidenciar en cada caso el campo de aplicación. Su contenido está integrado por documentos normativos propios y otros provenientes de Gas del Estado.

En este trabajo se utilizaron las normas del grupo III, que se concentran en los artefactos que funcionan a gas y comprende todo lo relacionado con ellos, incluidos sus dispositivos de seguridad y ventilaciones propias. Las normas revisadas dentro de este grupo fueron: la NAG-301 (2006) que trata sobre artefactos para gas, su clasificación; gases de uso y de ensayo, la NAG-313 (1995) para aparatos de producción instantánea de agua caliente para usos sanitarios provistos de quemadores atmosféricos que utilizan combustibles gaseosos y la NAG-314 (1995), que contempla calentadores de agua por acumulación de funcionamiento automático a gas.

METODOLOGÍA

Determinación del poder calorífico del gas de combustión

El poder calorífico es la cantidad de calor producido por la combustión respecto a la unidad de volumen o de masa del gas, fijando como condiciones de referencia una presión constante e igual a 1013,25 hPa (mbar) y una temperatura de 15 °C. Se puede distinguir entre dos tipos de poder calorífico, según sean las condiciones de los productos generados durante la combustión. El poder calorífico inferior se determina cuando dichos productos se encuentran en estado gaseoso, y el poder calorífico superior corresponde al calor liberado cuando se produce la condensación del agua generada durante la combustión. Partiendo de éstas denominaciones, la NAG-301 (2006) establece la totalidad de sus especificaciones utilizando únicamente el poder calorífico superior.

Los gases combustibles que pueden emplearse con estos artefactos se clasifican internacionalmente en tres familias, eventualmente divididas en grupos. En las experiencias realizadas se utilizó butano comercial (envasado en garrafas de 10 kg y 15 kg), que pertenece a los gases de la tercera familia, la cual comprende a los gases licuados del petróleo, grupos propano-butano (P/B) y propano (P), con un índice de Wobbe entre 72,9 MJ/m³ y 87,3 MJ/m³ (NAG-301, 2006). Asimismo, en la República Argentina los valores de composición del propano, butano y mezcla de ambos están fijados por la Resolución 7/2006 de la Secretaría de Energía de la Nación. En el caso de butano comercial la resolución establece que debe cumplir con una composición de al menos 96 ml/100 ml, lo que determina implícitamente un valor de poder calorífico superior igual a 49624 kJ/kg, el cual será utilizado a lo largo de éste trabajo.

Cabe destacar que determinar el valor exacto del poder calorífico del gas, carece de importancia dado que la variación en la composición del butano comercial permitida por la Secretaría de Energía de la Nación, resulta en una variación de su poder calorífico menor al 0,07% del valor total. Por otro lado, las Normas Argentinas de gas, aceptan una incertidumbre del $\pm 1\%$ en lo que respecta a éste valor.

Condiciones generales de los ensayos

Los ensayos consistieron en someter a los artefactos a condiciones normales de funcionamiento para poder determinar su rendimiento térmico. Estos procedimientos se encuentran regulados por las normas NAG-301 (2006), NAG-313 (1995), NAG-314 (1995) y las especificaciones de los fabricantes para la instalación particular de cada artefacto.

Los artefactos se instalaron en una estructura de ensayo vertical, soportados por un panel de contra chapado, recubierto de pintura negra mate y de acuerdo a las dimensiones establecidas en las normas anteriormente mencionadas. Dentro del local de ensayos la temperatura se mantuvo dentro del rango establecido por las normas, comprendido entre 17 °C y 27 °C, exento de corrientes de aire o con velocidades de viento inferiores a 0,5 m/s (NAG-313, 1995). La norma NAG-314 (1995) no establece condiciones del ambiente de ensayo, con lo cual se adoptan las establecidas anteriormente.

Los valores de las presiones a usar durante los ensayos fueron los especificados por la NAG-301 (2006), los cuales se indican en la tabla 1. Los manuales particulares de cada artefacto (especialmente los de uso comercial) pueden especificar presiones diferentes a las indicadas en esta tabla. Para medir la presión a la entrada del dispositivo se utilizó un manómetro de columna de agua conectado a la entrada del dispositivo.

Naturaleza del gas	Presión mín (hPa)	Presión normal (hPa)	Presión máx (hPa)
Tercera familia, Grupos P y B/P	21	28	33

Tabla 1: Presiones de ensayo para los gases combustibles de la tercera familia.

El cálculo de los rendimientos varía según el tipo de artefacto que se desea ensayar, es por esto que las normas proponen diferentes metodologías según se trate de calefones o termotanques. En ambos casos fue posible realizar las experiencias con el mismo banco de ensayos, procurando establecer las condiciones establecidas por las normas y registrando las variables que cada ensayo requiera.

RENDIMIENTO TÉRMICO DE CALEFONES

Condiciones particulares

Se considera que el calefón se encuentra en régimen de temperatura cuando ha funcionado durante el tiempo suficiente para que la variación de temperatura del agua a la salida del calefón sea inferior a 1 °C/min o cuando se alimente con el gas de ensayo como mínimo 5 minutos antes de realizar la verificación de las exigencias. La temperatura del agua a la entrada del calefón no debe superar nunca los 25 °C y, por recomendaciones de la norma NAG-313 (1995), se trabajó con un determinado caudal de agua, de manera que se logre un incremento de 40 °C en la temperatura de la misma.

Las temperaturas de entrada se midieron inmediatamente antes de la conexión de entrada de agua y las temperaturas de salida se miden seguida de la conexión de salida. La temperatura del agua de entrada durante todo el ensayo no varió de $\pm 0,5$ °C de acuerdo a lo establecido por la NAG 313 (1995).

Dependiendo del modelo de calefón se requirió un caudal diferente para lograr un incremento de 40 °C en la temperatura del agua, el cual se mantuvo fijo a lo largo del ensayo. Por otro lado, la presión de entrada de gas se fijó en 28 hPa y durante el ensayo se mantuvo dentro de los límites indicados en la tabla 1. La norma NAG-313 (1995) propone la relación de la ecuación 1 para obtener el rendimiento térmico de un calefón:

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_2 - T_1)}{\dot{M}_g H_s} \quad (1)$$

donde:

- \dot{m} Caudal másico de agua utilizado durante el ensayo, kg/s
- C_p Calor másico del agua, igual a $4,186 \times 10^{-3} \text{ MJ kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$
- T_1 Temperatura del agua a la entrada, °C
- T_2 Temperatura del agua a la salida, °C
- \dot{M}_g Caudal másico de gas consumido por el calefón durante el ensayo, kg/s
- H_s Poder calorífico superior del gas utilizado durante el ensayo, kJ/kg

RENDIMIENTO TÉRMICO DE TERMOTANQUES

Condiciones particulares

Se instaló el termotanque de acuerdo a lo establecido por el fabricante, colocando los sensores de temperatura en los lugares indicados en la figura 2. El llenado del artefacto se realizó con agua sin presurizar y se ubicó la posición de operación del termostato en su máximo. En las precedentes condiciones se puso en funcionamiento el artefacto hasta el corte del termostato, dando por cumplido el precalentamiento. Luego se drenó la totalidad del agua contenida en el tanque, volviendo a llenar el mismo con agua a 20 ± 2 °C (NAG-314, 1995). Al corte del termostato se registró la masa consumida de gas, y se tomó un promedio de temperatura sobre el total del agua drenada.

Para artefactos mayores a los $0,007 \text{ m}^3$ (70 litros) de capacidad, el caudal de agua será constante de agua y de $1,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ (11 lt/min). Para artefactos menores, dicho caudal será de 1/6 de la capacidad del tanque por cada minuto. En ningún caso este caudal será inferior a 4 litros por minuto. La temperatura inicial del agua en el sector superior del tanque será de 67 °C. La temperatura mínima de referencia para el cálculo de rendimiento será de 49 °C (NAG 314, 1995). En el caso del termotanque se registraron los valores necesarios para calcular el rendimiento según la ecuación 2:

$$\eta = \frac{m C_p (T_2 - T_1)}{M_g H_s} \quad (2)$$

donde:

- m Masa de agua acumulada hasta el corte del termostato, kg
- C_p Calor másico del agua recogida, igual a $4,186 \times 10^{-3} \text{ MJ kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$
- T_1 Temperatura promedio del agua drenada, °C
- T_2 Temperatura inicial del agua, igual a 20 °C

M_g Masa de gas consumida por el calefón durante el ensayo, kg
 H_s Poder calorífico superior del gas utilizado durante el ensayo, MJ/kg

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para las mediciones de temperaturas, se emplearon termocuplas tipo T y K, sensando la temperatura del agua a la entrada y a la salida del dispositivo, y la temperatura ambiente. Para determinar la masa de gas consumida se utilizó la señal de la galga extensiométrica de una balanza electrónica KRETZ modelo SIN 31B, en el tiempo que dura la experiencia. Estos datos fueron recogidos y grabados en un sistema de adquisición de datos marca Agilent modelo 34970A en intervalos de 10 segundos conectado a una notebook.

Durante los ensayos se registraron el caudal de agua, las temperaturas del agua antes y después de ingresar al artefacto, la temperatura ambiente, la masa de gas consumida durante el ensayo y por último la presión de gas a la entrada del artefacto. La configuración del banco de ensayos para determinar el rendimiento de los calefones se puede observar en la figura 1, mientras que la configuración requerida para el ensayo de termotanques puede verse en la figura 2.

En la figura 1 se muestra el esquema del equipo desarrollado para realizar los ensayos de desempeño térmico de los calefones, el manómetro de columna de agua es colocado mediante una conexión "T" entre la salida de la garrafa y la entrada de gas del calefón. Para ensayar el calefón LONGVIE modelo 112C fue necesario establecer un caudal de $7,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ (4,5 lt/min) y para el calefón ORBIS modelo 312, el caudal requerido ha sido de $8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ (4,8 lt/min) para lograr un salto de temperatura de 40 °C.

La figura 2 muestra la configuración realizada para realizar los ensayos a termotanques. Se optó por una configuración de válvulas para obtener la temperatura de 20 °C en el deposito auxiliar y la temperatura promedio del tanque al final de ensayo. Partiendo de la condición de que todas las válvulas están cerradas, Las válvulas V-6, V-4, V-1 son abiertas para llenar el tanque de almacenamiento, una vez lleno se cierra V-6 y V-4 y se enciende el quemador del termotanque de acuerdo a lo explicado anteriormente. Luego de que el termostato apague el quemador del termotanque, se abre las válvulas V-5 y V-3 con la combinación de V-6 y V-7 y se prepara el depósito auxiliar con agua a una temperatura de 20 °C. Mediante las válvulas V-7, V-3 y V-1 abiertas se llena el tanque con agua 20 °C y se enciende nuevamente el quemador del termotanque. Por último, se abre V-2 y V-4 y se obtiene la temperatura promedio del tanque, midiendo y promediando las temperaturas en la entrada y salida del dispositivo. Si bien no existe drenado del tanque, este método es conservativo con respecto al planteado por la norma NAG-314 (1995).

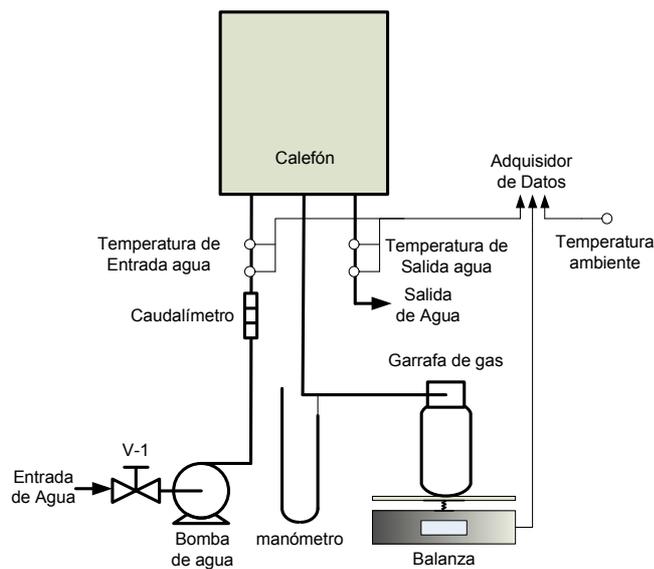


Figura 1: Esquema del equipo desarrollado para los ensayos de calefones.

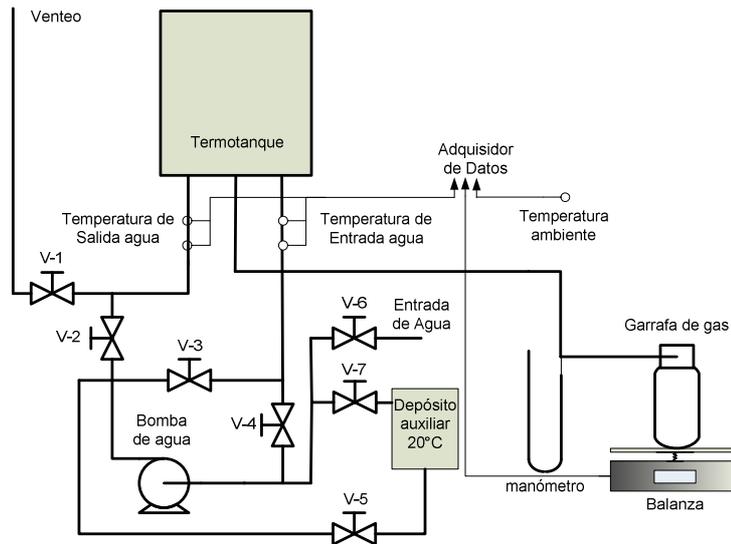


Figura 2: Esquema del equipo desarrollado para los ensayos de termotanques.

En la tabla 2 se muestran los datos provistos por los fabricantes, se ensayaron dos calefones y un termotanque. En la figura 3 (a) se observa el calefón Longvie® modelo 112C instalado en el bastidor donde se realiza el ensayo, por debajo se encuentra la garrafa sobre la balanza utilizada. Asimismo, el caudalímetro se encuentra entre la bomba de circulación y la entrada de agua fría del calefón. También se puede observar el manómetro utilizado para visualizar que la presión de gas se mantenga dentro de los límites definidos en la norma NAG-301 (2006).

En la figura 3 (b) se encuentra el termotanque instalado Saiar modelo C-080N y a la derecha el tanque de almacenamiento de agua a 20 °C. Cabe destacar que el depósito auxiliar no se encuentra aislado pero la variación de temperatura del mismo se mantiene dentro de los rangos propuestos por la norma NAG-314 (1995).

Equipo	Marca	Modelo	Capacidad m ³ /s (lt/min)	Potencia kW (kcal/hr)
Calefón	Longvie	112C	0,002 (12)	21849,8 (18800)
Calefón	Orbis	312	0,002 (12)	20803,8 (17900)
Termotanque	Saiar	C-080N	0,08 (80)	6973,3 (6000)

Tabla 2: Datos provistos por el fabricante de cada artefacto.



Figura 3 (a): Experimento realizado para determinar el rendimiento térmico del calefón.



Figura 3 (b): Experimento realizado para determinar el rendimiento térmico del termotanque.

El tiempo de duración de los ensayos realizados a los calefones fue de aproximadamente 30 minutos, registrando datos cada 10 segundos. En el caso del termotanque, la duración de los ensayos realizados quedó determinado principalmente por el tiempo de corte del termostato, siendo aproximadamente de 90 minutos, considerando el tiempo de llenado y de drenado del artefacto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar el consumo de gas de los artefactos ensayados fue necesario realizar la calibración de la balanza electrónica utilizada. La calibración se logró registrando la señal emitida por la balanza mientras diferentes pesos conocidos se iban acumulando sobre la misma, como se muestra en la figura 4. Luego de repetir tres veces éste procedimiento, se promediaron las interpolaciones de cada experiencia obteniendo como resultado una dependencia lineal, representada por la ecuación que puede verse en la figura 4. Ésta ecuación fue utilizada para calcular el peso de la garrafa de gas a lo largo de los ensayos.

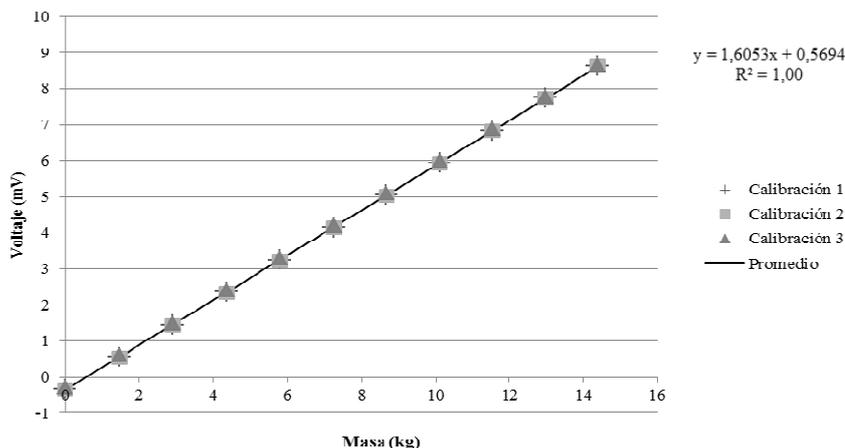


Figura 4: Calibración de la balanza electrónica.

En la figura 5 se muestra la variación de la masa de gas consumido a lo largo de uno de los ensayos realizados al calefón Orbis modelo 312 (variación de M_{gi} en función de t_i). A estos valores se les realizó un ajuste por el método de cuadrados mínimos, cuya ecuación puede verse en la misma figura, siendo la pendiente de la misma el caudal de gas utilizado para el cálculo del rendimiento según la ecuación 1.

Para el cálculo del rendimiento del termotanque, se registró el consumo de gas en el período durante el cual permaneció encendido el termostato. En la figura 6 se muestra la progresión durante uno de los ensayos realizados a dicho artefacto, tomando el valor final como el consumo de gas total (M_g), al que se hace referencia en la ecuación 2.

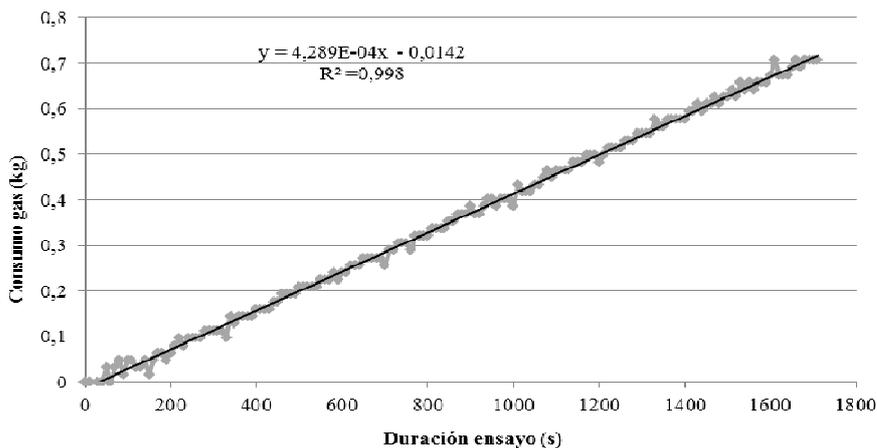


Figura 5: Consumo de gas durante el ensayo de un calefón.

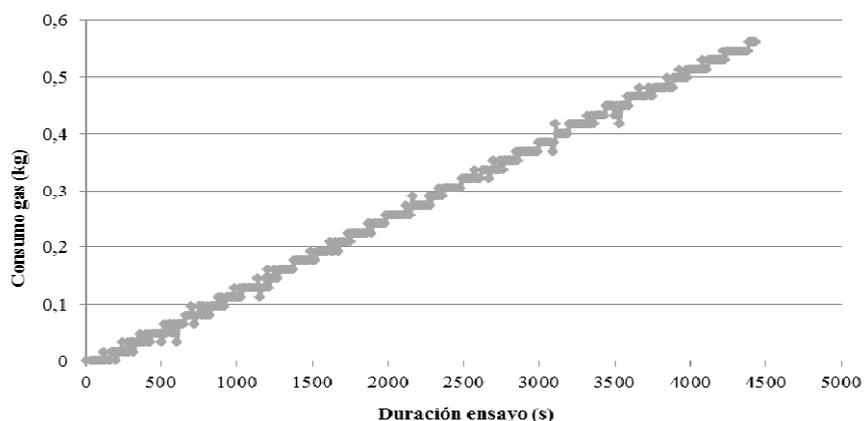


Figura 6: Consumo de gas durante el ensayo del termotanque.

Para obtener el error del rendimiento calculado, se realizó la propagación de errores de las ecuaciones 1 y 2 según se muestra en la ecuación 3, para el caso de calefones, y la ecuación 4, al tratarse del termotanque. En ambos casos se despreció tanto el error del calor específico del agua como el error del poder calorífico superior del gas.

$$\frac{\varepsilon \eta}{\eta} = \frac{\varepsilon \dot{m}}{\dot{m}} + \frac{\varepsilon \Delta T}{\Delta T} + \frac{\varepsilon \dot{M}_g}{\dot{M}_g} \quad (3)$$

$$\frac{\varepsilon \eta}{\eta} = \frac{\varepsilon m}{m} + \frac{\varepsilon \Delta T}{\Delta T} + \frac{\varepsilon M_g}{M_g} \quad (4)$$

En lo que respecta al rendimiento de calefones, fue necesario plantear el error del caudal másico de gas como el error de la pendiente de la interpolación realizada. Éste cálculo se realiza según la ecuación 5, donde N son los valores de la interpolación y su error (ei) proviene del planteo de la ecuación 6 (Maiztegui y Gleiser, 1976).

$$\varepsilon \dot{M}_g = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{-(\sum M_{gi})^2 + N \sum (M_{gi})^2}} \quad (5)$$

$$e_i = M_{gi} - \dot{M}_g t_i - b \quad (6)$$

Los resultados obtenidos y sus respectivos errores se presentan en la tabla 3, y provienen de realizar promedios entre los resultados individuales de los ensayos de cada artefacto.

Equipo	Rendimiento	Error porcentual	Potencia kW (kcal/hr)	Cantidad ensayos
Calefón Longvie	63,28	9,46	19560,2 (16830)	3
Calefón Orbis	62,98	7,98	20601,6 (17726)	5
Termotanque Saiar	57,08	7,65	6219,1 (5351)	3

Tabla 3: Resultados obtenidos de los ensayos realizados.

CONCLUSIONES

Si bien los equipos no llegaron a cumplir con los requerimientos mínimos de rendimiento de la norma NAG 313 y NAG 314, este trabajo pone en evidencia que sería importante generar un ahorro en el consumo de gas, propiciando al estudio de artefactos de gas de mayor eficiencia que beneficien a empresas y usuarios. Además, tiende a dejar asentado que se necesita trabajar con mayor intensidad en generar políticas que faciliten la adquisición de mejores equipos y atiendan a un mejor uso de la energía.

También es importante destacar que al calefón Longvie modelo 112C se le realizaron tareas de mantenimiento por un gasista matriculado previo a los ensayos. Sin embargo, aunque posee los pasos calibrados originales, la llama presentó una coloración amarillenta, lo cual indica que el proceso de combustión es incompleto, es decir que no todo el GLP que se introduce en el quemador se convierte en dióxido de carbono y agua. Esta situación no se pudo revertir ya que el quemador posee una posición fija dentro del calefón que impide la regulación de la entrada de aire al quemador. Esta situación no

ocurre con el calefón Orbis modelo 312 ya que es posible regular la cantidad de comburente alejando el quemador de los pasos calibrados.

Por otro lado, se percibió que los proveedores de repuestos proporcionan los pasos calibrados de acuerdo a la potencia del artefacto de gas y el tipo de gas. Esta situación no asegura que el equipo funcione de una manera eficaz. Lo que muestra que deberá establecerse una estandarización más rigurosa de los componentes para este tipo de dispositivos, de manera de beneficiar tanto a usuarios, a proveedores, fabricantes y al medio ambiente.

De los ensayos realizados, se notó que las garrafas de gas utilizadas de 10 kg de capacidad (llamadas “garrafas sociales”) contenían un 20% menos de gas aproximadamente, esto muestra que deberían intensificarse los controles por parte de los entes reguladores para asegurar a los consumidores, que obtienen este tipo de combustibles, la cantidad y calidad de GLP abonada. Asimismo, se observó que muchas de las válvulas de cierre de estas garrafas eran deficientes, lo que provoca que se desperdicie gas cuando se le retira el tapón de plástico de la garrafa.

Se concluye además, que impulsar políticas que promuevan el uso eficiente de la energía reduce inequidades, evita el deterioro del medio ambiente, preserva los recursos energéticos disponibles y reduce el impacto económico de su uso en la población en general, al tiempo que mejora la competitividad de las empresas productoras de bienes y servicios. En este sentido, sería conveniente la adopción de un esquema de etiquetado de eficiencia de artefactos de gas como una herramienta muy útil para lograr que los gasodomésticos en la Argentina sean más eficientes. Ya que, la experiencia internacional indica que el etiquetado de artefactos domésticos es una herramienta muy efectiva para lograr un uso más eficiente de la energía y también mejora la competitividad tecnológica de los productos elaborados en el país.

Por último, mediante los resultados de este trabajo, se pretende a futuro realizar un estudio en detalle de la conveniencia económica del uso del colector solar y la amortización de la inversión monetaria para la zona centro-sur de Córdoba.

REFERENCIAS

Garnica J. H., Lucchini J. M., Stoll R. G. y Barral J. R., 2008, Ensayos normalizados de colectores solares y sistemas de calentamiento de agua en argentina: análisis de la situación, avances y dificultades, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, pp. 03-147- 03.154.

IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). <http://www.iram.org.ar>

Norma Argentina de Gas. <http://www.enargas.gov.ar/MarcoLegal/Normas/Normas.php>

Maiztegui A. P. y Gleiser R. J.. Introducción a las mediciones de laboratorio. Edición Guayqui, 1976. Universidad de Texas.

Salerno J., Bertinat P., Marino E., Pifferetti A. y Giordani C.. Cálculo de la amortización de un colector solar para uso familiar en el marco del nuevo cuadro tarifario del gas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 13, pp. 07.09-07.09.

Secretaría de Energía. Energías renovables diagnóstico, barreras y propuestas. Primera Parte. Junio 2009. <http://www.energia.gov.ar>

ABSTRACT

This work shows the experimental results of efficiency tests performed over residential water heaters, which use liquefied petroleum gas as fuel. Two heaters of instantaneous hot water production and an automatic hot water storage system were tested. The performance of these heaters was determined by using the methodologies proposed by the gas standards, which are provided by the Gas Regulating National Institution of Argentina. The obtained efficiency results were in the order of 60%, and the conclusions show the necessity of work to put in force legislation to define an energy efficiency labeling for residential heaters. The energy efficiency labeling would be the starting point to the rational use of energy at national level; it would encourage the industry technological competitiveness and would allow the specification in a reliable manner of the recovery of investment for hot water solar thermal systems.

Keywords: heater of instantaneous hot water production, automatic hot water storage system, gas standards.