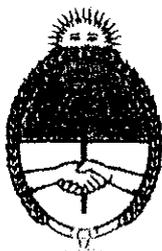


NAG-314

- Año 1995 -

ADENDA N° 1 Año 2016

**Aprobación de calentadores de agua
por acumulación de funcionamiento
automático (termotanques)**



ENARGAS

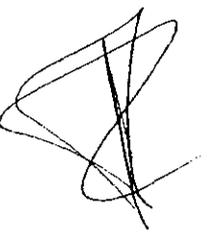
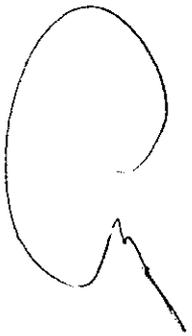
ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Nota

Esta Adenda N° 1 Año 2016 modifica y complementa a la NAG-314 Año 1995.



Reemplazar el apartado 1.4.6 de la NAG-314 por el siguiente:

1.4.6 Un ejemplar o prototipo del Manual de Instrucciones, que debe incluir en forma destacada un texto que exprese sustancialmente o tenga similar significado, lo que se indica a continuación:

IMPORTANTE

REGULACIÓN DE TEMPERATURA

La temperatura del agua caliente almacenada en el termotanque puede seleccionarse a través del dial de regulación del termostato entre un mínimo de aproximadamente 35 °C y un máximo de aproximadamente 70 °C. Las posiciones intermedias proveen temperaturas proporcionalmente intermedias.

A los efectos de elegir la temperatura a que va a regular el agua contenida en su termotanque son de utilidad las siguientes consideraciones:

- ◆ *Temperaturas más bajas resultan en menores pérdidas de energía por mantenimiento del calor (o sea: menor consumo de energía) y menores riesgos de escaldaduras o quemaduras.*
- ◆ *Temperaturas más altas resultan en mayor disponibilidad de agua caliente por mezcla con agua fría y menores riesgos de contaminación del agua con Legionella.*

NOTA: La Legionella es una bacteria que puede estar contenida en el agua corriente y que prolifera en ambientes entre 30 °C y 45 °C y resiste a los antisépticos habituales (cloro) pero que muere por encima de los 60 °C. Afortunadamente la Legionella no es frecuente en nuestra región. No obstante, a los efectos de prevenir su aparición se recomienda elevar la temperatura del agua caliente una vez al mes hasta el máximo, y mantenerla allí de dos a tres horas. Esta corta exposición a altas temperaturas será suficiente para eliminar el riesgo de proliferación de la bacteria.

Reemplazar el apartado 2.3.4.1 de la NAG-314 por el siguiente:

2.3.4.1 Si el piloto es de encendido manual debe estar emplazado de modo tal que sea posible su encendido con una cerilla o similar, mantenida con la mano, sin que ello entrañe riesgo alguno para el operador.

El encendido y las llamas del piloto deben ser verificables mediante observación estando o no el quemador en funcionamiento.

Incorporar a la NAG-314 los apartados 2.4.2.3 y 3.8.

2.4.2.3 Dispositivo de seguridad contra el sobrecalentamiento accidental

Los termotanques deben estar provistos de una protección contra el sobrecalentamiento que corte la entrada de gas antes de que la temperatura del agua llegue a 100 °C.

La actuación del dispositivo de seguridad contra sobrecalentamiento debe originar un firme bloqueo del pasaje de gas esto es, que se requiera una intervención manual para reencender el artefacto.

El elemento sensible del dispositivo de seguridad contra sobrecalentamiento, debe ser funcionalmente independiente del elemento sensible del termostato de regulación.

La válvula que interrumpe la entrada de gas debe ser funcionalmente independiente de la válvula accionada por el termostato de regulación.

El dispositivo de seguridad contra el sobrecalentamiento no debe ser regulable, pudiendo emplearse dispositivos con rearme manual o automático o del tipo de fusibles térmicos. En caso de rearme automático o manual, el diferencial no debe ser menor de 10 K.

La entrada de agua fría a los depósitos no debe influir en el funcionamiento del dispositivo.

La interrupción de la unión entre el elemento de detección y el dispositivo de actuación, o la avería del elemento sensible, así como cualquier interrupción de la energía eléctrica auxiliar susceptible de influir en el buen funcionamiento del dispositivo, debe originar al menos una parada por mal funcionamiento, esto es, que el reencendido no requiera necesariamente de intervención manual.

3.8 Dispositivo de seguridad contra el sobrecalentamiento del agua

Requisitos. El dispositivo de seguridad contra el sobrecalentamiento debe originar un firme bloqueo, antes de que la temperatura del agua pueda sobrepasar los 100 °C.

La seguridad contra el sobrecalentamiento no debe actuar por el funcionamiento prolongado del quemador de encendido, o el funcionamiento al consumo reducido de un termostato modulante, o de un termostato máximo/mínimo.

Ensayos.

Verificación del control de sobrecalentamiento. El termotanque se alimenta con uno de los gases de referencia de su categoría, al consumo calorífico nominal.

Se anula la función del termostato de regulación.

La temperatura del agua del recipiente se mide en la salida del termotanque haciendo circular agua inmediatamente después de la actuación del dispositivo de protección contra el sobrecalentamiento.

Verificación de no sobrecalentamiento. Además, para los termotanques con quemador de encendido permanente o alterno y/o con quemador principal

modulante o de varios escalones, se realiza un ensayo en las siguientes condiciones:

- ♦ con el termostato de regulación en la posición de máximo;
- ♦ con el dispositivo de reglaje del quemador de encendido, si existe, en la posición de apertura máxima.

Al elevarse la temperatura, el consumo del quemador principal se reduce al mínimo o interrumpe, por acción del termostato de regulación; el quemador de encendido permanecerá alimentado a la presión máxima de gas indicada en la NAG-301.

Se verifica que en estas condiciones después de 16 h por la acción únicamente del quemador de encendido sólo, o sumado al consumo reducido del quemador principal, la temperatura del agua en la salida del termotanque no sobrepasa el valor de 100 °C

Incorporar el apartado 4.4.1.8 como se indica a continuación:

4.4.1.8 Verificación del consumo calorífico nominal

El consumo calorífico nominal es el declarado por el fabricante.

Su verificación se realiza utilizando el o los gases de referencia de la categoría del artefacto y a las presiones de ensayo definidas en la NAG-301, en correspondencia con las indicaciones de presión que figuran sobre el artefacto, y con los inyectores apropiados.

El consumo calorífico nominal Q_n del termotanque se calcula por la siguiente fórmula:

$$Q_n = 0,278 \cdot M_r \cdot H_s \quad (1)$$

o

$$Q_n = 0,278 \cdot V_r \cdot H_s \quad (2)$$

donde:

- Q_n Valor del consumo calorífico en la posición de máximo, es la potencia nominal de entrada, expresado en kilowatt (kW)
- M_r consumo másico por unidad de tiempo de gas de referencia seco correspondiente a la posición del consumo calorífico nominal obtenido en las condiciones de referencia, en kilogramos por hora (kg/h)
- V_r consumo volumétrico por unidad de tiempo del gas de referencia seco correspondiente a la posición del consumo calorífico nominal obtenido en las condiciones de referencia, en metros cúbicos por hora (m³/h)
- H_s poder calorífico superior del gas de referencia, indicado en la NAG-301, en megajoule por metro cúbico (MJ/m³), o en megajoule por kilogramo (MJ/kg)

El valor de consumo calorífico nominal verificado debe estar dentro de $\pm 5\%$ del valor declarado por el fabricante.

Los consumos másico por unidad de tiempo (M_r) y volumétrico por unidad de tiempo (V_r) corresponden a una medida del caudal del gas de referencia en las condiciones de referencia, es decir, suponiendo el gas seco a 15 °C y a una presión de 1 013,25 mbar. En la práctica los valores de los consumos obtenidos durante los ensayos (M ó V) no se corresponden necesariamente con estas condiciones de referencia y con el gas de referencia, por lo que debe corregirse el resultado para que este sea el que se hubiese obtenido midiendo en las condiciones de referencia y gas de referencia.

El equipo de medida de volumen por unidad de tiempo (V) o masa por unidad de tiempo, (M) debe tener una incertidumbre no mayor de $\pm 1\%$ para la determinación del consumo.

Según se determine por pesada, o a partir del consumo volumétrico, el consumo corregido se calcula por medio de las siguientes fórmulas:

- ♦ determinación por pesada

$$M_r = M \cdot \sqrt{\frac{1013,25 + p}{p_a + p} \cdot \frac{273,15 + T_g}{288,15} \cdot \frac{d_r}{d}} \quad (3)$$

- ♦ determinación a partir del consumo volumétrico

$$V_r = V \cdot \sqrt{\frac{1013,25 + p}{1013,25} \cdot \frac{p_a + p}{1013,25} \cdot \frac{288,15}{273,15 + T_g} \cdot \frac{d}{d_r}} \quad (4)$$

El consumo másico se mide por pesada directa (M) o a partir del consumo volumétrico. En este último caso el valor corregido se calcula por medio de la fórmula:

$$M_r = 1,226 \cdot V_r \cdot d_r \quad (5)$$

donde:

- M consumo másico por unidad de tiempo obtenido con el gas de ensayo en las condiciones de ensayo, en kilogramos por hora (kg/h)
- V consumo volumétrico por unidad de tiempo del gas obtenido con el gas de ensayo, en las condiciones de ensayo, en metros cúbicos por hora (m^3/h)
- p_a presión atmosférica durante el ensayo, en milibar (mbar)
- p presión de alimentación del gas en el punto de medida del consumo durante el ensayo, en milibar (mbar)
- T_g temperatura del gas en el punto de medida del consumo durante el ensayo, en grados Celsius (°C)
- d densidad relativa del gas de ensayo seco (o húmedo) respecto al aire seco
- d_r densidad relativa del gas de referencia seco respecto al aire seco

Estas fórmulas se aplican cuando el gas de ensayo utilizado es seco.

Si se utiliza un contador húmedo o si el gas utilizado está saturado de humedad, el valor d (densidad relativa del gas seco con relación al aire seco) debe

sustituirse por el valor de la densidad del gas húmedo d_h , calculado mediante la siguiente fórmula:

$$d_h = \frac{(p_a + p - p_{ws}) \cdot d + 0,622 \cdot p_{ws}}{p_a + p} \quad (6)$$

donde:

p_{ws} tensión de vapor de agua a la temperatura T_g , en milibar (mbar).

La tensión de vapor saturado a T_g puede tomarse como igual a:

$$p_{ws} = \exp\left(21,094 - \frac{5262}{273,15 + T_g}\right) \quad (7)$$



Incorporar los anexos que se indican a continuación:

**Anexo 4 (normativo)
Incertidumbre de las mediciones**

Excepto cuando sea establecido otro valor en cláusulas particulares, las mediciones se deben realizar con una incertidumbre que no exceda los valores máximos establecidos a continuación:

Presión atmosférica	± 5 mbar	
Presión en la cámara de combustión y en la chimenea de ensayos	± 5 % del fondo de escala o 0,05 mbar	
Presión de gas	± 2 %	
Pérdida de carga del lado del agua	± 5 %	
Caudal de agua	± 1 %	
Caudal de gas	± 1 % (ver NCTA 1)	
Caudal de aire	± 2 %	
Tiempos:		
Hasta 1 hora	± 1 s	
Más de 1 hora	± 0,1 %	
Energía eléctrica auxiliar- [kWh]	± 2 %	
Temperaturas	Ambiente	$\Delta T (instr) = \pm 1^{\circ}\text{C}$ (y $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para mediciones de rendimiento y eficiencia energética)
	Agua	$\Delta T (instr) = \pm 1^{\circ}\text{C}$ (y $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para mediciones de rendimiento y eficiencia energética)
	Productos de la combustión	± 5 °C
	Gas	± 1 °C
	Superficies	± 5 °C
O ₂ y CO ₂	± 6 %	
CO	± 6 % del valor máximo admitido por esta norma para cada medición	
Poder calorífico del gas	± 1 %	
Densidad del gas	± 0,5 %	
Masa	± 0,5 %	
Momento torsor	± 10 %	
Fuerza	± 10 %	

Las tolerancias o incertidumbres corresponden a 2 desviaciones estándar, es decir el intervalo de confianza es del 95%.

En el caso en que se requiera una combinación de los valores de incertidumbre individuales indicados anteriormente, como es el caso de la temperatura del agua en el cálculo del rendimiento, se puede requerir que éstos tomen un valor menor, para limitar el de la incertidumbre combinada.

Se deben identificar las principales fuentes de incertidumbre para cada medición a realizar, elegir el método de evaluación adecuado, e informar el resultado de la medición junto con su incertidumbre expandida.

NOTA: El medidor de caudal de gas debe ser apto para medir el consumo del quemador piloto y el consumo del quemador principal, en GN y GLP.

ANEXO N° 5 (normativo) ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

E.1 Objeto

E.1.1 El presente anexo establece las características que deben poseer las etiquetas de eficiencia energética destinadas a informar a los usuarios sobre la eficiencia de los termotanques, en base a los valores de ensayo realizado.

A tal fin, la etiqueta se califica a través de un sistema comparativo compuesto por cinco clases de valores de eficiencia identificadas mediante las letras A, B, C, D y E donde la letra A corresponde a los termotanques más eficientes y la letra E a los menos eficientes.

E.1.2 En este anexo se establece la metodología que se debe seguir para determinar la clase de eficiencia energética del termotanque.

E.1.3 En el caso de termotanques que posean algún dispositivo eléctrico de calefacción, la eficiencia se refiere exclusivamente al uso del gas.

E.2 Requisitos

E.2.1 General

E.2.1.1 Para indicar la clase de eficiencia energética, los termotanques deben llevar una etiqueta cuyo modelo e información contenida se establecen en el apartado E.4 y su diseño debe responder a lo indicado en el apartado E.4.3.

E.2.1.2 La etiqueta debe imprimirse en forma legible y debe estar adherida en la parte externa del termotanque, de forma que resulte claramente visible y no quede oculta.

Asimismo, en caso de que la etiqueta no fuera visible con el termotanque embalado, otra idéntica debe estar adherida en forma visible en el embalaje del artefacto.

E.2.1.3 La etiqueta debe permanecer en el termotanque hasta que el producto haya sido adquirido por el consumidor final.

E.2.2 Determinación de la eficiencia

A los efectos de obtener la eficiencia energética de los termotanques, el cálculo se basa en lo indicado en el Anexo 6.

E.3 Clases de eficiencia energética

La clase de eficiencia energética de los termotanques se indica en la tabla E.1.

Tabla E.1

Clase de eficiencia energética	Rendimiento η_{EE} (%)
A	$\eta_{EE} \geq 58$
B	$54 \leq \eta_{EE} < 58$
C	$50 \leq \eta_{EE} < 54$
D	$46 \leq \eta_{EE} < 50$
E	$\eta_{EE} < 46$

E.4 Etiquetas de eficiencia energética

E.4.1 Modelos

El diseño de la etiqueta debe responder a la figura E.1.

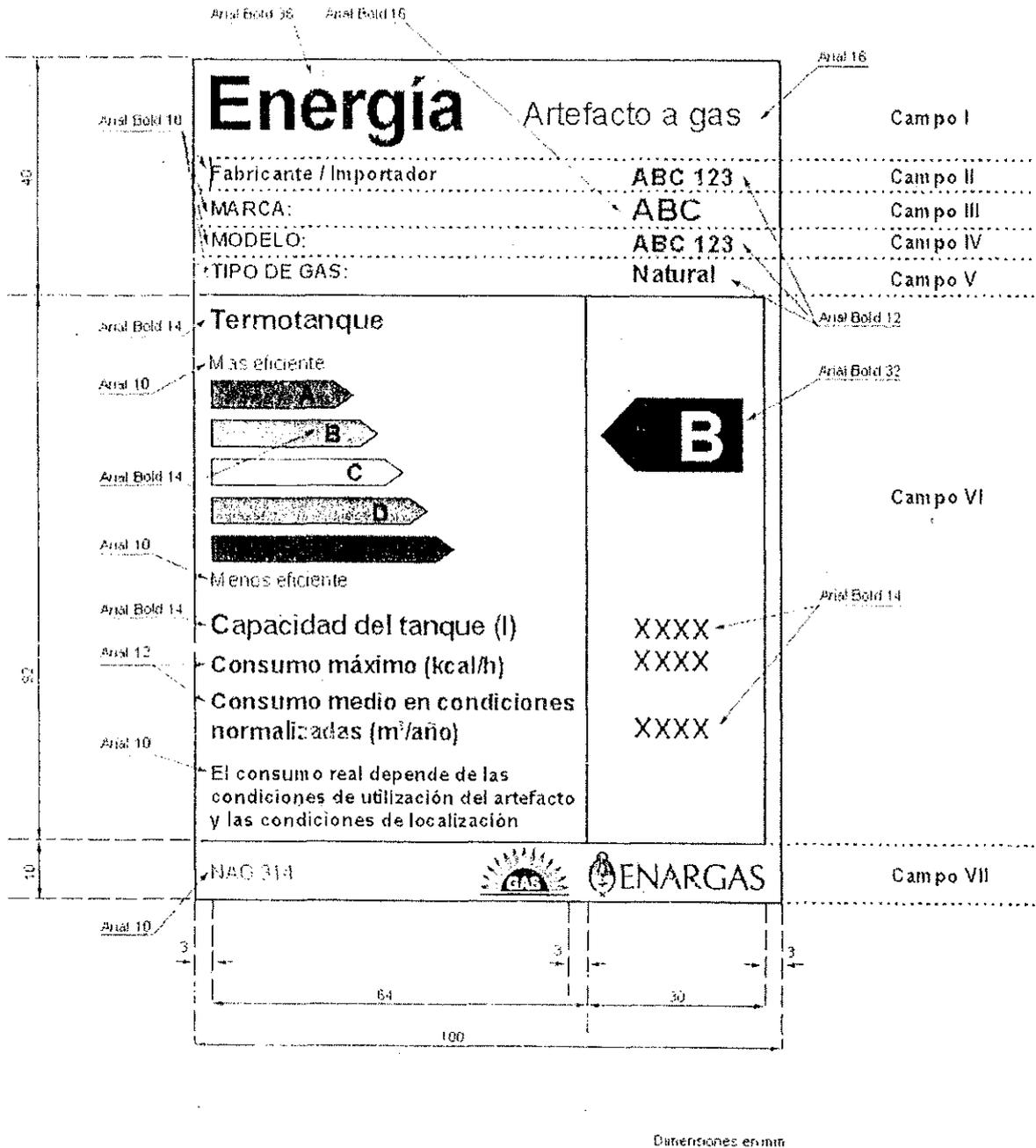


Figura E.1 - Etiqueta para aparatos de producción de agua caliente por acumulación (termotanques)

E.4.2 Información de las etiquetas

La información que debe incluirse en la etiqueta, es la siguiente:

- ◆ **Campo I:** Artefacto a gas.
- ◆ **Campo II:** Fabricante / importador (nombre de la empresa fabricante o importadora)
- ◆ **Campo III:** Marca del termotanque.
- ◆ **Campo IV:** Modelo del termotanque.
- ◆ **Campo V:** Tipo de gas que utiliza el termotanque (Natural o Licuado para gases licuados de petróleo).
- ◆ **Campo VI:** En este campo se muestra el:
 - indicador de la clase de eficiencia energética: A, B, C, D; o E (tabla E.1), sobre la flecha ubicada en la misma línea que la flecha de color correspondiente;
 - capacidad nominal del tanque (l);
 - consumo máximo en kcal/h;
 - consumo medio en condiciones de ensayo normalizadas en m³/año, cuando se utilice gas natural. En el caso de GLP, este valor se expresa en kg/año.

Nota: Para el caso de GLP, se toma como referencia el gas de ensayo: Familia 3P (ver NAG-301) En la etiqueta se debe consignar el consumo anual en las unidades que correspondan a la configuración (GN o GLP) del equipo que sale de fábrica.
- ◆ **Campo VII:** Indicación de la norma de aplicación (NAG-314), el isologotipo del ENARGAS y el isologotipo de identificación de productos certificados de acuerdo con la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

E.4.3 Diseño de las etiquetas

E.4.3.1 Las indicaciones que se indican en la figura E.1, definen los aspectos de la etiqueta utilizada.

E.4.3.2 La altura de la flecha que contiene la letra indicadora de la clase de eficiencia energética debe ser igual o hasta dos veces mayor que la altura de la flecha de color correspondiente.

E.4.3.3 Colores utilizados

Los colores empleados para el área de las flechas de la clase de eficiencia energética se expresan en por cientos de los colores básicos de impresión: cian, magenta, amarillo y negro (CMYK).

Flecha	Cian	Magenta	Amarillo	Negro
A	100	0	100	0
B	70	0	100	0
C	0	0	100	0
D	0	70	100	0
E	0	100	100	0
Letras	0	0	0	100
Contorno de las flechas	0	0	0	100
Fondo	Blanco			

La flecha indicadora de la clase de eficiencia energética debe ser de color negro con letra en blanco.

E.4.3.4 Isologotipos utilizados

Los isologotipos indicados para el Campo VII deben responder a las siguientes características:

Isologotipo del ENARGAS (*)



Altura: 8 mm

Largo: 30 mm

Color: Negro

Isologotipo de identificación de Productos Certificados (*)



Altura: 8 mm

Largo: 15 mm

Color: Negro

(*) Para la impresión de los isologotipos se debe requerir al ENARGAS los diseños respectivos.

E.5 Muestreo y criterios de verificación y aceptación

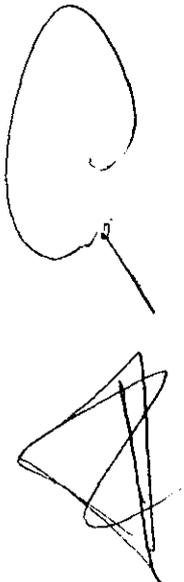
La eficiencia energética declarada en la etiqueta se verifica mediante los ensayos correspondientes en el laboratorio, según el criterio indicado a continuación:

E.5.1 Se toman tres muestras del mismo modelo de termotanque, realizándose los ensayos correspondientes sobre uno de ellos. Para la

aceptación, el valor de verificación de la clase no debe diferir del rango certificado en más de la incertidumbre de la determinación de certificación.

En caso de no conformidad, se realizan los ensayos sobre las otras dos muestras. Los ensayos en la segunda y tercera muestra deben ser satisfactorios para ser considerados válidos los valores de eficiencia energética declarados.

E.5.2 Si los resultados no satisfacen las condiciones indicadas precedentemente, se considera que el modelo de termotanque no está conforme con lo declarado en la categorización (etiqueta) de eficiencia energética.



ANEXO N° 6 (normativo)

CÁLCULO DE LA EFICIENCIA Y ESTIMACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES

F.1 Cálculo del rendimiento y la eficiencia de termotanques

El objeto es obtener un valor que relacione la energía consumida por el artefacto con respecto a la energía de uso promedio de un termotanque en la Argentina, que supone un requerimiento promedio de agua caliente de volumen $V_{agua} = 400$ litros por día por unidad familiar, a una temperatura de confort $T_c = 42$ °C y se utilizará ese consumo para el cálculo del consumo anual de gas del artefacto. Dado que los diferentes modelos de termotanques están diseñados (en función de su capacidad y su potencia) para atender diferentes consumos, para el cálculo de la Eficiencia Energética se considera en cada caso un volumen de agua de referencia V_a que tiene en cuenta tres aspectos:

- ◆ consumo de agua medio base, que se toma como la mitad del requerimiento promedio de agua caliente V_{agua} , es decir 200 litros por día;
- ◆ el volumen nominal del termotanque, que se adopta como $0,5 \times V_{nom}$;
- ◆ volumen de agua proporcional a la potencia nominal declarada por el fabricante, que se indica más abajo.

Con estas consideraciones se define el volumen de agua de referencia del termotanque, como:

$$V_a [l] = 200 [l] + 0,5 \cdot V_{termo} [l] + \frac{Q_n}{50 \left[\frac{kcal}{lh} \right]} \quad (8)$$

donde.

V_{termo} Capacidad máxima de agua que puede contener el termotanque, en litros

Q_n Consumo calorífico nominal, en kcal/h

Si se toma como temperatura de ingreso de agua fría a $T_{af} = 17$ °C, la energía necesaria para llevar el volumen de agua V_a desde esta temperatura T_{af} hasta la temperatura de confort, $T_c = 42$ °C, resulta un $\Delta T = 25$ °C; como el calor específico de agua es de $1 \text{ kcal} / l \cdot K$, definimos la energía útil aprovechada por el equipo E_u igual a:

$$E_u = c_{H_2O} \cdot V_a \cdot (T_c - T_{AF}) = 1 \frac{kcal}{K \cdot l} \cdot V_a \cdot 25 K \quad (9)$$

de donde

$$E_u (kcal) = V_a (l) \cdot 25 \left(\frac{kcal}{l} \right) \quad (10)$$

F.2 Definiciones

F.2.1 Rendimiento N del termotanque hace referencia al rendimiento energético del artefacto, según el apartado 4.4.1.6 de la NAG-314.

F.2.2 Eficiencia energética η_{EE} , tiene en cuenta tanto el rendimiento del artefacto como las distintas pérdidas de calor de mantenimiento de agua caliente en el termotanque.

F.2.3 Pérdidas por mantenimiento de temperatura en 24 h, se define

como el consumo de energía necesario para mantener el termotanque lleno a una temperatura estable durante 24 h, cuando no se extrae agua del termotanque.

F.2.4 Condición estática es la condición de funcionamiento en la que no se extrae agua del artefacto estando el tanque lleno.

F.3 Notación empleada

Se utiliza la siguiente nomenclatura:

t	Tiempo en horas
t_i	Tiempo de inicio del ensayo [h]
t_f	Tiempo de finalización del ensayo [h]
Δt	Intervalo de tiempo entre dos mediciones consecutivas de temperatura
$T_A(t)$	Temperatura ambiente [°C], como función del tiempo t
T_{mA}	Temperatura ambiente media [°C], durante el ensayo
T_{af}	Temperatura de ingreso de agua [°C].
T_{max}	Temperatura máxima del agua [°C], durante el ciclo del termotanque
T_{min}	Temperatura mínima del agua [°C], durante el ciclo del termotanque
T_{med}	Temperatura media del agua [°C] durante el ciclo del termotanque $[(T_{max} + T_{min})/2]$
T_{A20}	Temperatura ambiente de ensayo; se adopta 20 °C
ΔT	Diferencia de temperatura del agua dentro del termotanque respecto a la temperatura ambiente [K]
T_c	Temperatura de confort del agua caliente, se adopta 42 °C
V_{med}	Volumen consumido del gas de ensayo durante el ensayo
V_0	Volumen consumido del gas de ensayo durante el ensayo expresado en condiciones de referencia [m^3]
V_{termo}	Volumen máximo de agua medido, que puede contener el termotanque, en litros, según lo determinado en el apartado 3.7 de esta norma
$T_{AC}(t)$	Temperatura del agua en el termotanque mitad de la altura en cada instante de tiempo t
T_{iAC}	Temperatura inicial del agua en el termotanque mitad de la altura al comenzar el ensayo
T_{fAC}	Temperatura final del agua en el termotanque mitad de la altura, al terminar el ensayo
T_{mAC}	Temperatura media del agua en el termotanque mitad de la altura del tanque, durante todo el ensayo
E_{M24}	Pérdida de energía por mantenimiento de temperatura por cada 24 h [kcal]
E_M	Pérdida de energía por mantenimiento de temperatura durante un día tipo (kcal)

E_U	Energía útil aprovechada por el equipo en un día [kcal]
Q_n	Consumo calorífico nominal del artefacto (kcal/h)
ρ_{H_2O}	Densidad del agua a la temperatura media del termotanque, T_{med} [kg/m^3]
c_{H_2O}	Calor específico del agua a temperaturas comprendidas entre T_e y T_s [$kcal/l \cdot K$]
m_{H_2O}	Masa del agua usada durante el ensayo [kg]
V_{agua}	Volumen medio o consumo medio de agua de agua caliente, a la temperatura de confort $T_c = 42$ °C, consumida diariamente por cada usuario. Su valor se fija en 400 litros
H_S	Poder calorífico superior en condiciones de referencia del gas usado en el ensayo [$kcal/m^3$]
N	Rendimiento del termotanque, (% porcentual), según apartado 4.4.1.6 de esta norma
η_{EE}	Eficiencia energética del termotanque, (% porcentual)
HR	Humedad relativa ambiente del aire
E_{gas_0}	Calor generado por la combustión del gas = $H_S \cdot V_0$
p_a	presión atmosférica, en milibar (mbar)
p	presión manométrica de alimentación del gas en el punto de medida del consumo, en milibar (mbar)
T_g	temperatura del gas en el punto de medida del consumo, en grados Celsius (°C)
p_w	presión parcial del vapor de agua en mbar (aplicable solo si se usa caudalímetro húmedo)

F.4 Condiciones generales para las mediciones

Las condiciones de mediciones se realizan con el termotanque, operando:

- en un recinto sustancialmente libre de corrientes de aire;
- a una temperatura ambiente $T_A(t) = (20 \pm 2)$ °C
- a una humedad relativa ambiente HR no mayor a 85%.
- a la potencia nominal (máxima).
- el termotanque debe estar montado como se describe en el capítulo 4 de esta norma. La entrada de agua debe ser instalada con las instrucciones del fabricante. La temperatura de entrada del agua debe ser de $T_{af} = (17 \pm 4)$ °C. La presión de agua debe mantenerse estable.
- La regulación del termostato debe ser la que se describe en el apartado F.6.

F.5 Montaje del termotanque

Los termotanques montados en paredes se deben instalar sobre un panel que esté a una distancia mínima de 150 mm de cualquier pared estructural.

Se deben ubicar de forma que haya un espacio libre como mínimo de 250 mm por encima y por debajo del termotanque, y como mínimo de 700 mm a los lados y al frente.

La ventilación del artefacto debe ser tal como lo previsto en el apartado 4.4.1 de la NAG-314 para el ensayo de Rendimiento, sin conectar ningún conducto suplementario sobre su salida de gases, y se lo alimenta con el gas de referencia (NAG-301) o con un gas cuyo poder calorífico sea conocido o medido de la familia correspondiente.

Los termotanques montados sobre el piso se colocan sobre el mismo o sobre cualquier soporte que traigan de fábrica. También se puede usar un falso piso para facilitar las mediciones.

Los termotanques de agua para empotrar se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

F.6 Regulación del termostato

El termostato se fija de manera que la temperatura del agua medida en la mitad de la altura del tanque sea $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

La regulación del termostato debe permanecer sin alteraciones durante todas las mediciones.

F.7 Medición del consumo de energía

Los consumos volumétricos se expresan en m^3 en las condiciones de referencia o en kg para el caso de consumo másico, conforme a la NAG-301.

NOTA: Para el caso de GLP, se toma como referencia el gas de ensayo: Familia 3P (ver NAG-301).

En la etiqueta se debe consignar el consumo anual en las unidades que correspondan a la configuración (GN o GLP) del equipo que sale de fábrica.

F.8 Determinación de la pérdida por mantenimiento de temperatura por cada 24 h

Esta determinación se realiza en **condición estática**, es decir con el tanque lleno y sin extracción de agua. La pérdida de energía por mantenimiento, E_{M24} , se define como el consumo de energía necesario para mantener el termotanque lleno a una temperatura estable durante 24 h, en condiciones estáticas.

Para esta determinación se requiere:

- Un termómetro, conectado a un sistema de adquisición de datos, y ubicado dentro del tanque y a media distancia entre el nivel de la tapa y el del fondo del tanque, sin tocar las paredes del tanque. Llamamos a esta temperatura T_{AC} . Con $T_{AC}(t)$ denotamos el registro de esta temperatura en cada instante t .
- Se instala un termómetro en el mismo ambiente en que se encuentra el termotanque a ensayar, también conectado a un sistema de

adquisición de datos. El termómetro se ubica a la misma altura que la del termómetro del interior del tanque y a una distancia del termotanque de $(1 \pm 0,2)$ m y separada de las paredes del recinto en una distancia similar. Debe evitarse que la indicación de este termómetro sea afectada por corrientes de aire o por los productos de combustión del termotanque. Llamamos a esta temperatura $T_A(t)$, y se registra en correspondencia con los valores de $T_{AC}(t)$.

- c) Se regula la temperatura del agua a un valor de (65 ± 2) °C y se hace funcionar el artefacto un ciclo de calentamiento y 2 ciclos de enfriamiento-recalentamiento, realizando extracciones de agua.
- d) Se cierra la entrada de agua y la salida de agua se conecta al desagüe para drenar el excedente por dilatación. El volumen de agua se determina según el apartado 3.7, es decir el volumen máximo de agua, en litros, que puede contener el termotanque.
- e) Se registra la lectura inicial del medidor de gas. En este instante se registra la temperatura inicial del agua caliente T_{iAC} en el instante de inicio del ensayo t_i .
- f) Durante todo el ensayo se registran simultáneamente la temperatura ambiente $T_A(t)$ y la del agua caliente $T_{AC}(t)$ con una frecuencia no menor a sesenta veces por hora, es decir Δt debe ser del orden de un minuto.
- g) Transcurridas 48 h se termina el ensayo. Si se encontrase encendido el quemador principal al cabo de las 48 h se espera el siguiente corte más 10 min. y se registran:

- ✓ el tiempo final del ensayo, t_f y se calcula el tiempo total del ensayo

$$t_E = t_f - t_i \quad (11)$$

- ✓ la lectura final del medidor de gas obteniéndose el volumen consumido V_{med} , que se expresa en la condición seca y de referencia mediante:

$$V_0 = V_{med} \frac{p_a + p - p_w}{1013,25} \cdot \frac{288,15}{273,15 + T_y} \quad (12)$$

($p_w = 0$ si se emplea medidor seco)

Conociendo el poder calorífico del gas usado en el ensayo H_s , se calcula el contenido energético:

$$E_{med} = H_s \cdot V_0 \quad (13)$$

Dónde E_{med} es la energía consumida durante el ensayo (kcal)

- h) En caso de que la temperatura del agua al cabo de 48 h no solo no descienda sino que ascienda más de 15 °C respecto a la temperatura de corte inicial, se considera que el artefacto no es apto.

Para determinar las pérdidas en un periodo de 24 h E_{M24} a partir de V_0 deben realizarse los siguientes ajustes:

- 1) **Corrección por variación entre las temperaturas inicial y final del agua:** para tener en cuenta la energía que se empleó para compensar pérdidas de mantenimiento, E_{med} se corrige por la posible variación de las temperaturas inicial (T_{IAC}) y final (T_{FAC}) del agua caliente. Esta corrección $E_{\Delta T}$ viene dada por:

$$E_{\Delta T} = 100 \times \frac{\rho_{H_2O} \cdot c_{H_2O} \cdot V_{termo} \cdot [T_{FAC} - T_{IAC}]}{N} \quad (14)$$

Donde N es el rendimiento porcentual del termotanque, de acuerdo con el apartado 4.4.1.6 de la NAG-314 y V_{termo} es el volumen de agua (máximo) que tiene el termotanque.

- 2) **Corrección por variación de la temperatura ambiente:** otra corrección a realizar para computar el calor perdido por el termotanque durante el ensayo, está asociado a las pérdidas de calor del agua caliente, caracterizada por su temperatura media durante todo el ensayo, T_{mAC} , y la temperatura media del aire, T_{mA} , que efectivamente usó. Esta pérdida de calor debe relacionarse con los correspondientes valores adoptados,

$$\Delta T = T_{AC65} - T_{A20} = 65^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 45 \text{ K} \quad (15)$$

Llamemos a esta corrección $f_{\Delta T}$ y se calcula como:

$$f_{\Delta T} = \frac{(65-20)}{T_{mAC} - T_{mA}} = \frac{45}{T_{mAC} - T_{mA}} \quad (16)$$

La temperatura ambiente media, T_{mA} , durante el ensayo se calcula usando los valores registrados en los distintos instantes $t_k = k \cdot \Delta t$.

$$T_{mA} = \frac{1}{n} \times [\sum_{k=0}^n T_A(t_k)] \quad (17)$$

De modo análogo, la temperatura media del agua caliente, T_{mAC} , durante el ensayo viene dada por:

$$T_{mAC} = \frac{1}{n} \times [\sum_{k=0}^n T_{AC}(t_k)] \quad (18)$$

- 3) **Corrección por variación de la duración del ensayo:** se corrige la duración real del ensayo t_E , por su valor correspondiente a las 24 horas. Llamemos a este valor de corrección f_{t_E} ,

$$f_{t_E} = \frac{24}{t_E} \quad (19)$$

- 4) De este modo, la pérdidas en un período de 24 horas E_{M24} , resulta:

$$E_{M24} = (E_{med} - E_{\Delta T}) \cdot f_{\Delta T} \cdot f_{t_E} \quad (20)$$

F.9 Cálculo de la eficiencia energética

La Eficiencia Energética (η_{EE}) se determina comparando el calor útil (energía) aprovechado por el usuario en un período determinado (E_U) con la energía total consumido por el artefacto en ese mismo período (E_T), siendo esta energía la suma entre la energía de mantenimiento (E_{M24}) y la energía consumida para calentar la masa de agua (E_C).

El calor útil E_U se determina según lo indicado en el apartado F.1, ecuación (9). La energía consumida total durante un día tipo E_T para generar esta cantidad de agua caliente (V_{agua}) a la temperatura de confort (T_C) está conformado por:

- a. La energía empleada para calentar el agua consumida diariamente desde la temperatura de entrada del agua a la temperatura de confort (E_C):

$$E_C = 100 \times \frac{E_U}{N} \quad (21)$$

Donde N es el rendimiento porcentual del artefacto.

- b. La pérdida de calor por mantenimiento de temperatura durante un día tipo, puede calcularse a partir de la pérdida de calor cada 24 h E_{M24} usando la ecuación (20) de la cual deben deducirse las pérdidas ocurridas durante el tiempo de recuperación t_R , dado que las mismas ya están contabilizadas en el calor E_C empleado para calentar la masa de agua con que se calculó el rendimiento N . Por lo tanto:

$$t_R = \frac{E_C}{Q_n} \quad (22)$$

Donde Q_n es el consumo calorífico nominal.

El valor de Q_n se determina según la ecuación (2) pero expresado en kcal/h.

Siendo $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$, se tiene:

$$Q_n \left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right] = Q_n [\text{kW}] 0,860 \quad (23)$$

Por lo tanto:

$$E_M = E_{M24} \times \frac{(24 - t_R)}{24} = E_{M24} \times f_e \quad (24)$$

Donde

$$f_e = \frac{(24 - t_R)}{24}$$

De este modo, la eficiencia energética, η_{EE} , del artefacto resulta:

$$\eta_{EE} = 100 \cdot \frac{E_U}{E_C + E_M} = \frac{N \cdot E_C}{E_C + E_M} \quad (25)$$

O bien

$$\eta_{EE} = \frac{N}{1 + \left(\frac{N}{100} \right) \cdot \left(\frac{E_M}{E_U} \right)} \quad (26)$$

NOTA: Tanto el valor de N como el de η_{EE} varía entre 0 y 100, o sea: $0 < N < 100$ y $0 < \eta_{EE} < 100$.

F.10 Consumo medio anual

El valor del consumo energético anual se calcula sobre la base de resultados obtenidos en 24 h en condiciones de ensayos normalizadas.



En el caso de termotanques, el requerimiento promedio de agua caliente, según el protocolo propuesto, es $V_{agua} = 400$ litros, a una temperatura de confort $T_c = 42^\circ C$. Tomando la temperatura de entrada del agua, correspondiente a la media anual de la zona central de la Argentina, $T_{AF} = 17^\circ C$. El consumo anual resulta:

$$E_{tot}^{anual} = 36500 \cdot \frac{E_{agua}}{\eta_{EE}} = 36500 \cdot \frac{V_{agua} \cdot c_{H_2O} \cdot (T_c - T_{AF})}{\eta_{EE}} = \frac{3,65 \cdot 10^8}{\eta_{EE}} \text{ kcal} \quad (27)$$

Para el caso de gas natural el consumo anual $m^3(GN)/año$ (tomando un $H_s = 9300 \text{ kcal}/m^3$) resulta:

$$V_{tot}^{anual} = \frac{39250}{\eta_{EE}} \text{ m}^3(GN) \quad (28)$$

Para el caso de GLP el consumo anual $Kg/año$ (tomando $H_s = 22486 \text{ kcal}/m^3 = 11948 \text{ kcal}/kg$) resulta

$$V_{tot}^{anual} = \frac{30550}{\eta_{EE}} \text{ kg (GLP)} \quad (29)$$

F.11 Estimación de las incertidumbres en la eficiencia

Las incertidumbres se determinan realizando una propagación de incertidumbres; en las ecuaciones (19) a (24). En particular a partir de la ecuación (25), tenemos:

$$\eta_{EE} = \frac{N \cdot E_c}{(E_c + E_M)} = 100 \cdot \frac{E_u}{(E_c + E_M)} = \frac{100 \cdot E_u}{E_c + (E_{med} - E_{\Delta T}) \cdot f_{\Delta T} \cdot f_{tE} \cdot f_e} \quad (30)$$

el error relativo de la eficiencia energética η_{EE} se calcula como:

$$\left(\frac{\Delta \eta_{EE}}{\eta_{EE}}\right)^2 = \left(\frac{E_c}{E_c + E_M}\right)^2 \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \left(\frac{E_M}{E_c + E_M}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_M}{E_M}\right)^2 \quad (31)$$

Por lo general el peso de error en N es mayor que el del error en E_M .

Como según (20) y (24), $E_M = (E_{med} - E_{\Delta T}) \cdot f_{\Delta T} \cdot f_{tE} \cdot f_e$ tenemos:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\Delta E_M}{E_M}\right)^2 &= \left(\frac{E_{med}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{med}}{E_{med}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\Delta T}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{\Delta T}}{E_{\Delta T}}\right)^2 + \\ &+ \left(\frac{\Delta f_{\Delta T}}{f_{\Delta T}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_{tE}}{f_{tE}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_e}{f_e}\right)^2 \end{aligned} \quad (32)$$

Por su parte, cada uno de los términos de esta ecuación se puede calcular, de las ecuaciones (2) y (6) y (12) tenemos:

$$\left(\frac{\Delta E_{med}}{E_{med}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta H_s}{H_s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_0}{V_0}\right)^2 \quad (33)$$

y

$$\left(\frac{\Delta E_{\Delta T}}{E_{\Delta T}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta V_{termo}}{V_{termo}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \frac{(\Delta T_{iAC})^2 + (\Delta T_{iAC})^2}{(T_{fAC} - T_{iAC})^2} \quad (34)$$

Esta última ecuación es estrictamente válida para el caso en que T_{iAC} y T_{fAC} se midan independientemente con dos termómetros diferentes. Dado que en general estas dos temperaturas son cercanas y se miden con el mismo instrumento, la ecuación anterior se puede aproximar, usando el error en ΔT_{AC} una sola vez donde su valor se reduce al error de apreciación o resolución del termómetro usado, ΔT_{apAC} , es decir:

$$\left(\frac{\Delta E_{\Delta T}}{E_{\Delta T}}\right)^2 \approx \left(\frac{\Delta V_{termo}}{V_{termo}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \frac{(\Delta T_{apAC})^2}{(T_{fAC} - T_{iAC})^2}. \quad (35)$$

De la ecuación (24) se tiene:

$$\left(\frac{\Delta f_e}{f_e}\right)^2 = \left(\frac{t_R}{24 - t_R}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta t_R}{t_R}\right)^2. \quad (36)$$

y

$$\left(\frac{\Delta t_R}{t_R}\right)^2 = \left(\frac{\Delta Q_n}{Q_n}\right)^2 + \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 \quad (37)$$

Por lo tanto:

$$\left(\frac{\Delta f_e}{f_e}\right)^2 = \left(\frac{t_R}{24 - t_R}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{\Delta Q_n}{Q_n}\right)^2 + \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 \right] \quad (38)$$

Para valores habituales de Q_n y N , aun suponiendo errores porcentuales en cada uno de ellos del 5%, el error final de $\Delta f_e/f_e$ resulta del orden o menor que el 0,3%, por lo tanto si los errores en el resto de los otros términos de la ecuación (32) son mayores que el 1%, la contribución al error total de $\Delta f_e/f_e$ se puede despreciar.

Por su parte de la ecuación (16) tenemos:

$$\left(\frac{\Delta f_{\Delta T}}{f_{\Delta T}}\right)^2 = \frac{(\Delta T_{mAC})^2 + (\Delta T_{mA})^2}{(T_{mAC} - T_{mA})^2}. \quad (39)$$

Las incertidumbres ΔT_{mA} y ΔT_{mAC} se estiman combinando en cuadratura el error instrumental de cada termómetro, $\Delta T(instr)$, con la desviación estándar del promedio, es decir:

$$(\Delta T_{mA})^2 = \left(\frac{2 \cdot Desv.Std(T_A)}{\sqrt{n}}\right)^2 + (\Delta T(instr))^2, \quad (40)$$

y

$$(\Delta T_{mAC})^2 = \left(\frac{2 \cdot Desv.Std(T_{AC})}{\sqrt{n}}\right)^2 + (\Delta T(instr))^2, \quad (41)$$

Donde **Desv.Std(T)** indica la desviación estándar de T , n es el número total de mediciones realizadas en el tiempo del ensayo. En la práctica, el número de mediciones n es mayor que 1 000, por lo tanto:

$$\Delta T_{mA} \approx \Delta T(instr), \quad (42)$$

y

$$\Delta T_{mAC} \approx \Delta T(instr). \quad (43)$$

La contribución del error instrumental de los termómetros en la incertidumbre final es particularmente importante por lo que se recomienda usar instrumentos con incertidumbre del orden de $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$

Por su parte, de la ecuación (20) tenemos:

$$\left(\frac{\Delta f_{t_E}}{f_{t_E}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta t_E}{t_E}\right)^2 \quad (44)$$

En esta última expresión, el error asociado al término f_{t_E} es en general pequeño, ya que los errores en los tiempo de duración del ensayo son del orden del segundo ($\Delta t_E \approx 1s$) y el tiempo de duración del ensayo es del orden del día ($t_E \approx 24h = 86\ 000\ s$), por lo tanto $\frac{\Delta f_{t_E}}{f_{t_E}} \approx 0,001\ \%$, mucho menor que el resto de los errores, por lo tanto se desprecia.

EL rendimiento N ha sido calculado en el apartado 4.4.1.6 de la Norma. Su incertidumbre es:

$$\left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 = \left(\frac{\Delta m_{H_2O}}{m_{H_2O}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H_S}{H_S}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_0}{V_0}\right)^2 + \frac{[\Delta T_1]^2 + [\Delta T_2]^2}{[T_2 - T_1]^2} \quad (45)$$

Donde cada uno de los valores corresponden al ensayo de rendimiento:

- m masa de agua en el termotanque calentada de T_1 a T_2
- H_S poder calorífico superior del gas utilizado en el ensayo de rendimiento
- V_0 volumen de gas de ensayo obtenido durante la medición de rendimiento y expresado en condiciones de referencia en forma similar a la ecuación (12) donde V_{med} es la indicación del instrumento en el ensayo

Si reemplazamos, cada uno de los términos obtenidos por medio de las ecuaciones (32) a la (45), en la ecuación (31), obtenemos la incertidumbre relativa de la eficiencia energética η_{EE} :

$$\left(\frac{\Delta \eta_{EE}}{\eta_{EE}}\right)^2 = \left(\frac{E_c}{E_c + E_M}\right)^2 \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \left(\frac{E_c}{E_c + E_M}\right)^2 \left\{ \left(\frac{E_{med}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{med}}{E_{med}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\Delta T}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{\Delta T}}{E_{\Delta T}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_{\Delta T}}{f_{\Delta T}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_e}{f_e}\right)^2 \right\} \quad (46)$$

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el término $\Delta f_e/f_e$ se puede despreciar, por lo tanto la ecuación (46) se simplifica a:

$$\left(\frac{\Delta \eta_{EE}}{\eta_{EE}}\right)^2 \approx \left(\frac{E_c}{E_c + E_M}\right)^2 \left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \left(\frac{E_c}{E_c + E_M}\right)^2 \left\{ \left(\frac{E_{med}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{med}}{E_{med}}\right)^2 + \left(\frac{E_{\Delta T}}{E_{med} - E_{\Delta T}}\right)^2 \left(\frac{\Delta E_{\Delta T}}{E_{\Delta T}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta f_{\Delta T}}{f_{\Delta T}}\right)^2 \right\} \quad (47)$$

Si reemplazamos, cada uno de los términos obtenidos por medio de las ecuaciones (32) a la (45), en la ecuación (47), obtenemos la incertidumbre relativa de la eficiencia energética η_{EE} .

Formulario para observaciones

Observaciones propuestas a la Adenda N° 1 Año 2016
de la NAG-314 Año 1995

Aprobación de calentadores de agua por acumulación de funcionamiento
automático (termotanques)

Empresa:

Rep. Técnico:

Dirección:

CP:

TE:

Página:

Apartado:

Párrafo:

Donde dice:

Se propone:

Fundamento de la propuesta:

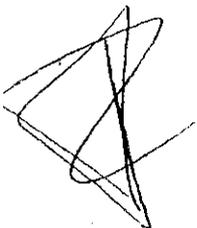


Firma:

Aclaración:

Cargo:

Hoja de



Instrucciones para completar el formulario de observaciones propuestas

1. Completar con letra de imprenta (manual o por algún sistema de impresión), con tinta indeleble.
2. En el espacio identificado "**Donde dice**", transcribir textualmente la versión en vigencia que se propone modificar, o sucintamente siempre que no quede posibilidad de duda o ambigüedad del texto a que se refiere.
3. En el espacio identificado "**Se propone**", indicar el texto exacto que se sugiere.
4. En el espacio identificado "**Motivo de la propuesta**", incluir qué posible problema, carencia, etc., resolvería o mejoraría la propuesta; completando la argumentación que se dé, o bien con la mención concreta de la bibliografía técnica en que se sustente, en lo posible adjuntando sus copias, o bien detallando la experiencia propia en que se basa.
5. Dirigir las observaciones a la Gerencia de Distribución del ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS), Suipacha 636, (1008) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

