

PARTE 18: ADAPTACIÓN DE APARATOS A OTRAS FAMILIAS DE GAS

INDICE

1. TIPOS DE GASES Y SU POTENCIA CALORÍFICA. RAZONES PARA LA ADAPTACIÓN DE APARATOS	3
2. TRANSFORMACIÓN	4
2.1. Operaciones para la adecuación	4
2.1.1. Operaciones a realizar en los aparatos de cocción	4
2.1.2. Operaciones a realizar en los calentadores de agua, calderas y secadoras	4
2.1.3. Comprobaciones finales de funcionamiento	5
2.2. Proceso de adecuación de aparatos de cocción.....	5
2.2.1. Adaptación de los inyectores existentes	5
2.2.2. Sustitución de los inyectores (cocinas, encimeras y vitrocerámicas).....	6
2.3. Adecuación de calentadores de agua, calderas y secadoras	7
2.3.1. Adecuación del quemador principal.....	7
2.3.2. Adecuación del quemador piloto	10
2.3.3. Adaptación del regulador de presión de gas	10
3. COMPROBACIÓN DE LOS APARATOS UNA VEZ TRANSFORMADOS (CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA).....	11
3.1. Comprobaciones finales de funcionamiento y puesta en marcha de los aparatos	11
3.2. Estanquidad de las conexiones de los aparatos.....	12
3.3. Estabilidad de la llama en los quemadores	13
3.3.1. Estabilidad de la llama en aparatos de cocción	13
3.3.2. Estabilidad de la llama en aparatos de producción de agua caliente sanitaria, de calefacción y secadoras.....	14
3.4. Dispositivos de seguridad.....	14
3.4.1. Dispositivo de seguridad por extinción de llama (tipo termopar).....	15
3.4.2. Dispositivo de seguridad por bimetal.....	16
3.4.3. Dispositivo de seguridad por detección o control de llama.....	18
3.5. Determinación de la presión de gas en el colector portainyectores (presión en rampa)	18
3.6. Análisis de combustión, CO ambiente y tiro del conducto de evacuación	19
3.7. Temperatura del agua caliente sanitaria	19
3.8. Consumo calorífico del aparato	20

1. TIPOS DE GASES Y SU POTENCIA CALORÍFICA. RAZONES PARA LA ADAPTACIÓN DE APARATOS

No todos los gases presentan la misma capacidad de combustión. La intercambiabilidad de gases trata sobre las posibilidades de sustitución de un gas por otro en un mismo aparato o, más generalmente, en el conjunto de un parque de aparatos, conservando las condiciones correctas de funcionamiento.

Se dice que dos gases son intercambiables cuando, en los aparatos de un parque considerado, distribuidos bajo la misma presión, en la misma red, alimentando los mismos quemadores y sin cambios de regulación, producen equivalentes resultados de combustión, y permiten mantener a la vez:

- la misma potencia calorífica.
- la estabilidad de la llama: Esto es ausencia de desprendimiento de llama en todos los quemadores y además, ausencia de retroceso de llama en los quemadores de premezcla.
- la calidad de combustión manteniendo la misma por debajo de los umbrales máximos de emisiones (relación CO/CO₂), ausencia de formación de hollín, etc.

Los estudios de los problemas de intercambiabilidad han conducido a agrupar a los gases de características próximas en familias, siendo los gases de cada familia intercambiables entre sí.

El método más utilizado para definir la intercambiabilidad es el método de Delbourg, que emplea dos parámetros: índice de Woobé y potencial de combustión.

El índice de Woobé se define como el cociente del poder calorífico de un gas y la raíz cuadrada de la densidad relativa del gas con respecto al aire. Según se utilice el PCS o el PCI se hablara de índice de Wobbe superior (W_s) o índice de Wobbe inferior (W_i). El más utilizado es el primero.

$$W_s = \frac{\text{PCS}}{\sqrt{d}}$$

Al intercambiar dos gases entre sí alimentándolos a la misma presión, la condición para que no varíe el gasto calorífico del quemador es que el valor del índice Wobbe sea el mismo en ambos gases.

Se dice por tanto que dos gases son intercambiables cuando tienen el mismo índice de Wobbe.

En función del valor de W_s se clasifican los gases en tres familias (norma UNE EN 437, o UNE 60.002) (tabla 1).

Familias de gases y grupos	Índice de Wobbe superior a 15 °C y 1 013,25 mbar (MJ/m ³)	
	mínimo	máximo
Primera familia	49,13 22,4	27,64 24,8
Segunda familia	39,1	54,7
Tercera familia	72,9	87,3

Tabla 1 - Clasificación de gases en familias.

La **primera familia** incluye los gases manufacturados, gas de coquería y mezclas hidrocarburos-aire (aire propanado y aire metanado) de bajo poder calorífico (entre 4,65 y 5,5 kWh/m³(n)). Está actualmente en desuso.

La **segunda familia** incluye los gases naturales, gas natural sintético y las mezclas hidrocarburo-aire (aire propanado) de alto poder calorífico (entre 9,3 kWh/m³(n) y 14 kWh/m³(n)). El gas natural distribuido en España es del grupo H.

La **tercera familia** incluye los gases licuados de petróleo (GLP): propano y butano, con PCS entre 27,9 kWh/m³(n) y 36 kWh/m³(n).

Las presiones de uso o utilización según las familias del gas son aproximadamente las siguientes:

- 1^a Familia: de 8 a 12 milibares.
- 2^a Familia: de 18 a 22 milibares.
- 3^a Familia: butano a 28 milibares, y propano a 37 milibares.

2. TRANSFORMACIÓN

En este apartado se establecen las operaciones para la propia adecuación los aparatos domésticos de cocción, de producción agua caliente sanitaria, de calefacción y secadoras que funcionan con GLP para su funcionamiento con gas natural.

2.1. Operaciones para la adecuación

2.1.1. Operaciones a realizar en los aparatos de cocción

Se llevarán a cabo las siguientes operaciones:

- Sustitución o adaptación de los inyectores existentes (apartados 2.2.1. y 2.2.2.).
- Ajuste del aire primario de los quemadores (apartado 2.2.3.).
- Regulación de los mínimos de los quemadores (apartado 2.2.4.).
- Regulación del mínimo del termostato de horno, si dispone de horno termostático (apartado 2.2.5.).

Para la adecuación de cocinas, encimeras convencionales y hornos independientes, se procederá, preferentemente, a sustituir los inyectores existentes por otros aptos para su funcionamiento con gas natural, o bien a adaptarlos.

No obstante, en aquellos casos en que los quemadores no incorporen mecanismo de regulación del aire primario (ver apartado 2.2.3.2) y en la adecuación de encimeras vitrocerámicas, es necesario sustituir siempre los inyectores.

2.1.2. Operaciones a realizar en los calentadores de agua, calderas y secadoras

Se llevarán a cabo las siguientes operaciones:

- Adaptación de los componentes internos de modulación.
- Adaptación del quemador principal (apartado 2.3.1.).
- Adaptación del quemador piloto, si dispone del mismo (apartado 2.3.2.).
- Adaptación del regulador de presión de gas, si lo incorpora (apartado 2.3.3.).

Debe tenerse en cuenta que se pueden encontrar aparatos que no puedan adaptarse de GLP a gas natural, bien porque no existe un método de adecuación apropiado, bien porque no se disponga de recambios, o bien por otras causas. En estos casos debe comunicarse esta situación al cliente, indicándole que en la Compañía Distribuidora le asesorarán sobre la mejor solución al problema detectado.

2.1.3. Comprobaciones finales de funcionamiento

Las comprobaciones finales de funcionamiento y la puesta en marcha de los aparatos a gas una vez adecuados se realizarán siguiendo los criterios expuestos en el apartado 3 de la presente parte.

2.2. Proceso de adecuación de aparatos de cocción

2.2.1. Adaptación de los inyectores existentes.

Para la adecuación de dichos aparatos se procederá a sustituir los inyectores existentes por otros aptos para su funcionamiento con gas natural. No obstante, cuando en cocinas y encimeras esto no sea posible, bien por no disponer de los inyectores apropiados o bien por no poder desmontarlos de la base, se procederá a la adaptación de los inyectores existentes.

La adaptación de los inyectores del aparato consiste en aumentar su diámetro de aforamiento hasta el valor necesario para su correcto funcionamiento con gas natural.

La determinación del diámetro necesario de aforamiento para gas natural, y el ajuste del inyector a este nuevo diámetro, se realizarán siguiendo la operativa que se indica a continuación:

- 1) Se procederá en primer lugar a medir el diámetro del inyector existente, utilizando para ello un juego de calibres adecuado, con escalonamiento de 0,05 mm.
- 2) Se aplicará la fórmula A de adaptación, según sea el tipo de GLP utilizado originariamente por el aparato, para calcular el diámetro necesario del inyector para gas natural:

A	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de gas butano
		$1,43 \times \varnothing$ inyector de gas propano

En la actualidad, el aforamiento de los inyectores de origen tanto para los aparatos de gas butano como los de propano son del mismo diámetro, los diferencia tan solo el valor de la presión dinámica de gas en la entrada del aparato. En los que para el cálculo del diámetro del inyector para gas natural, se aplicará la fórmula B de conversión según sea la presión dinámica originaria en GLP (PD):

B	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD > 200 mm c.a.
		$1,45 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD < 200 mm c.a.

Para obtener el diámetro requerido, el resultado de la aplicación de la fórmula correspondiente se redondeará por defecto en 0,05 mm.

- 3) Se seleccionará la broca helicoidal del diámetro requerido y con maneral (nunca eléctrica) se pasará la broca seleccionada, de modo que su eje esté perfectamente alineado con el orificio del inyector. El avance de la broca deberá realizarse lentamente, a fin de que la superficie del orificio quede bien refrentada.

2.2.2. Sustitución de los inyectores (cocinas, encimeras y vitrocerámicas)

Para sustituir los inyectores originales, se seguirá la secuencia siguiente:

- 1) Se procederá en primer lugar en obtener el diámetro a aplicar para gas natural consultando, para ello, el vademécum según marca y modelo del aparato, en el caso de no estar este contemplado se procederá a medir el diámetro del inyector existente, utilizando un juego de calibres adecuado, con escalonamiento de 0,05 mm.

Nota: En el caso de vitrocerámicas a gas, el diámetro para gas natural debe ser siempre el indicado en el vademécum, ya que estos no son deducibles por la aplicación de los siguientes coeficientes para cocinas y encimeras.

- 2) Se aplicará la fórmula A de adaptación, según sea el tipo de GLP utilizado originariamente por el aparato, para calcular el diámetro necesario del inyector para gas natural:

A	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de gas butano
		$1,43 \times \varnothing$ inyector de gas propano

En la actualidad, el aforamiento de los inyectores de origen tanto para los aparatos de gas butano como los de propano son del mismo diámetro, los diferencia tan solo el valor de la presión dinámica de gas en la entrada del aparato. En los que para el cálculo del diámetro del inyector para gas natural, se aplicará la fórmula B de conversión según sea la presión dinámica originaria en GLP (PD):

B	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD > 200 mm c.a.
		$1,45 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD < 200 mm c.a.

Para obtener el diámetro requerido, el resultado de la aplicación de la fórmula correspondiente se redondeará por defecto en 0,05 mm.

- 3) El nuevo inyector deberá tener la misma forma física o ser lo más parecido posible al original, en cuanto a las dimensiones siguientes (figura 1):

- Rosca (R): Deberá tener la misma rosca que el original, y de una longitud suficiente para permitir un asentamiento firme y perfecto del inyector al cuerpo del quemador.
- Altura de cabeza (C): El exceso o defecto de altura no deberá influir en la posibilidad de poder regular el aire primario.
- Diámetro máximo de cabeza (D): Se deberá tener en cuenta, además del espacio de su alojamiento, su influencia en la entrada del aire primario al venturi.

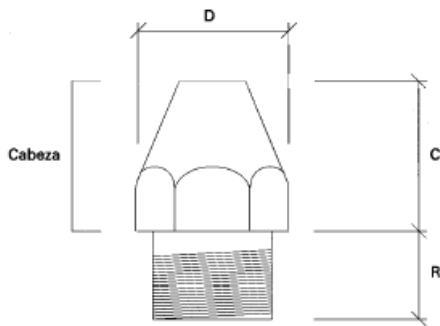


Figura 1

Estas dimensiones se determinarán mediante un calibre.

En caso de que los inyectores sean del tipo diferencial, se deberá proceder a su sustitución completa.

2.3. Adecuación de calentadores de agua, calderas y secadoras

2.3.1. Adecuación del quemador principal

Para la adecuación de calentadores instantáneos, acumuladores, calderas y secadoras, se procederá a sustituir los inyectores existentes por los del kit específico indicado en el vademécum de adecuación según marca y modelo del aparato, en el caso de no estar contemplados se procederá a sustituirlos por otros aptos para su funcionamiento con gas natural, según lo establecido en las normas EN 26 y UNE-EN 297. No obstante, cuando esto no sea posible, bien por no disponer de los inyectores apropiados o bien por no poder desmontarlos de la base del quemador, se procederá a la adaptación de los inyectores existentes.

En algunos modelos de calentadores y calderas, además de sustituir los inyectores, se deberán cambiar otros componentes internos (válvulas, etc.) allí relacionados por otros aptos para gas natural, según las instrucciones del fabricante (los aparatos con kit asignado en el vademécum que requieren otros componentes, estos ya están incluidos).

2.3.1.1. Sustitución de los inyectores y otros componentes

En algunos aparatos se utilizará en la adecuación su "kit" específico (inyectores + otras piezas), indicado en el vademécum de adecuación de aparatos.

En el resto de aparatos se sustituirán los inyectores originales por otros para gas natural siguiendo la secuencia operativa que se indica a continuación:

- 1) Se desmontará el quemador principal y se extraerá del aparato.
- 2) Se extraerán los inyectores originales y se sustituirán por otros de gas natural de diámetro igual al indicado en el Vademécum según marca y modelo del aparato, en el caso de no estar contemplado se procederá medir el diámetro de los inyectores existentes, utilizando para ello un juego de calibres adecuado, con escalonamiento de 0,05 mm.

3) Se aplicará la fórmula A de adaptación, según sea el tipo de GLP utilizado originariamente por el aparato, para calcular el diámetro necesario del inyector para gas natural:

A	\varnothing inyector para gas natural	1,35 x \varnothing inyector de gas butano 1,43 x \varnothing inyector de gas propano
---	---	---

En la actualidad, el aforamiento de los inyectores de origen tanto para los aparatos de gas butano como los de propano son del mismo diámetro, los diferencia tan solo el valor de la presión dinámica de gas en la entrada del aparato. En los que para el cálculo del diámetro del inyector para gas natural, se aplicará la fórmula B de conversión según sea la presión dinámica originaria en GLP (PD):

B	\varnothing inyector para gas natural	1,35 x \varnothing inyector de GLP para una PD > 200 mm c.a. 1,45 x \varnothing inyector de GLP para una PD < 200 mm c.a.
---	---	--

El diámetro de los inyectores para gas natural se podrá calcular también a partir de la potencia absorbida nominal del aparato, según la fórmula siguiente:

$$\varnothing \text{ inyector para gas natural (mm)} = \sqrt{\frac{Pn}{1560 \times n}}$$

Donde: Pn = Potencia absorbida nominal del aparato (en kW, indicada por el fabricante en la placa de características del aparato)
n = número de inyectores del quemador principal

Para obtener el diámetro requerido, el resultado de la aplicación de la fórmula correspondiente se redondeará por defecto en 0,05 mm.

4) Los nuevos inyectores deberán tener la misma forma física o ser lo más parecidos posible a los originales, en cuanto a las dimensiones siguientes (figura 7):

- Rosca (R): Deberán tener la misma rosca que los originales, y de una longitud suficiente para permitir un asentamiento firme y perfecto de los inyectores al cuerpo del quemador.
- Altura de cabeza (C): La posible desigualdad de altura no deberá influir en la entrada de aire primario a los venturis de los quemadores.
- Diámetro máximo de cabeza (D): Se deberá tener en cuenta, además del espacio de su alojamiento, su influencia notoria en la entrada del aire primario a los venturis.

Estas dimensiones se determinarán mediante un pie de rey.

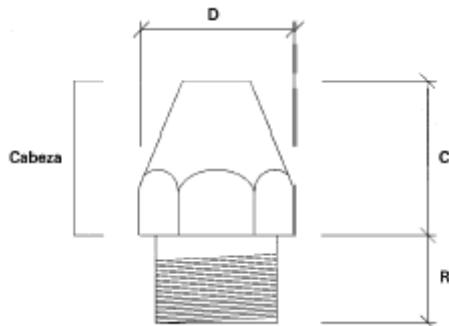


Figura 7

2.3.1.2. Adaptación de los inyectores existentes

La adaptación a gas natural de los inyectores existentes en el aparato, consiste en aumentar el diámetro de aforamiento de los mismos hasta el valor necesario para su correcto funcionamiento con gas natural.

La determinación del diámetro necesario de aforamiento para gas natural, y el ajuste de los inyectores a este nuevo diámetro, se adaptarán de acuerdo al diámetro indicado en el vademécum según marca y modelo del aparato.

En caso de que la marca y/o modelo del aparato no esté contemplado en el vademécum, se seguirá la operativa que se indica a continuación:

- 1) Se desmontará el quemador principal y se extraerá del aparato.
- 2) Se medirá el diámetro de los inyectores existentes, utilizando para ello un juego de calibres adecuado, con escalonamiento de 0,05 mm.
- 3) Se aplicará la fórmula A de adaptación según sea el tipo de GLP utilizado originariamente por el aparato, para calcular el diámetro necesario del inyector para gas natural:

A	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de gas butano
		$1,43 \times \varnothing$ inyector de gas propano

En la actualidad, el aforamiento de los inyectores de origen tanto para los aparatos de gas butano como los de propano son del mismo diámetro, los diferencia tan solo el valor de la presión dinámica de gas en la entrada del aparato. En los que para el cálculo del diámetro del inyector para gas natural, se aplicará la fórmula B de conversión según sea la presión dinámica originaria en GLP (PD):

B	\varnothing inyector para gas natural	$1,35 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD > 200 mm c.a.
		$1,45 \times \varnothing$ inyector de GLP para una PD < 200 mm c.a.

Para obtener el diámetro requerido, el resultado de la aplicación de la fórmula correspondiente se redondeará por defecto en 0,05 mm.

- 4) A continuación se desmontarán los inyectores del quemador, si el estado de conservación de éste no supone un peligro de roturas durante el proceso de extracción. En caso contrario, se adaptarán los inyectores sin extraerlos de su posición de origen, para ello se intentará desmontar la batería para poder darle la vuelta y así poder adaptar los diámetros de los inyectores sin que entren virutas dentro de ellos.

5) Se seleccionará la broca helicoidal del diámetro requerido y con maneral se pasará la broca seleccionada, de modo que su eje esté perfectamente alineado con el orificio del inyector. El avance de la broca deberá realizarse lentamente, a fin de que la superficie del orificio quede refrentada.

2.3.2. Adecuación del quemador piloto

Los aparatos que dispongan de quemador piloto, se procederá a sustituir el inyector original por el de gas natural según lo indicado en el apartado 2.3.1.1. Cuando el piloto no incorpore un agujero para la toma del aire primario, al cambiar a gas natural, normalmente el inyector piloto del kit es de doble cámara o de doble agujero. Si no se sustituye el inyector piloto se genera, al haber más aportación de aire primario, un deterioro progresivo del termopar hasta su total destrucción por exceso de oxígeno. No obstante, cuando esto no sea posible por no disponer del inyector apropiado, se procederá a realizar la adaptación del existente, según lo indicado en el apartado 2.3.1.2., y se complementará un parte de trabajo para posteriormente poder volver a realizar su sustitución definitiva (en la actualidad muchos inyectores piloto de GLP son de cerámica, los cuales no se pueden adaptar).

Si se trata de un aparato calentador o caldera, se cambiará el inyector original por el que forma parte de su "kit" específico de adecuación, según especifique el fabricante.

En cualquiera de los casos, la llama del quemador piloto deberá ser suficiente para encender rápidamente el quemador principal sin que se produzcan deflagraciones, así como también para mantener el sistema de seguridad permanentemente activado.

2.3.3. Adaptación del regulador de presión de gas

Si el aparato incorpora un regulador de la presión de gas, se deberá, para su funcionamiento en gas natural, regular la presión de salida del mismo hasta alcanzar en el quemador (presión en rampa) el valor indicado por el vademécum, o por el fabricante en el caso que no contuviera el modelo del aparato. Para el cálculo del diámetro de los inyectores y del caudal de gas, se utilizarán las fórmulas siguientes:

$$\phi \text{ inyector para gas natural (mm)} = \sqrt{\frac{P_n}{117 \times n \times \sqrt{p_r}}}$$

$$Q = 0,2 \times [\phi \text{ inyector para gas natural (mm)}]^2 \times \sqrt{p_r}$$

Donde: P_n = Potencia absorbida nominal del aparato (en kW), indicada por el fabricante en la placa de características del aparato.

n = número de inyectores del quemador principal.

p_r = presión en el quemador indicada por el fabricante (presión en rampa), en mm cda.

Q = Caudal de gas natural del aparato, en l/min.

Si se desconoce la presión a la que debe funcionar el quemador (presión en rampa), se tomará un valor de referencia de $p_r = 100$ mm cda. Con este valor se procederá al cálculo del diámetro del inyector para gas natural.

3. COMPROBACIÓN DE LOS APARATOS UNA VEZ TRANSFORMADOS (CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA)

Una vez superados los apartados anteriores, se llevan a cabo las comprobaciones finales de funcionamiento y puesta en marcha de los aparatos a gas ya adecuados a gas natural.

3.1. Comprobaciones finales de funcionamiento y puesta en marcha de los aparatos

Para verificar el resultado correcto de las adecuaciones realizadas, se deberán efectuar como mínimo las comprobaciones que se indican en la tabla 2 y en la tabla 3, en función del tipo de aparato de que se trate.

Aparatos domésticos de cocción			
Comprobaciones finales de funcionamiento y puesta en marcha de los aparatos:	Cocinas y encimeras convencionales	Hornos ⁽¹⁾	Encimeras vitrocerámicas
Estanquidad de las conexiones de los aparatos	SI	SI	SI
Estabilidad de la llama en los Quemadores	SI	SI	
Dispositivos de seguridad (por extinción o detección de llama)	Sólo si disponen del dispositivo	SI	SI
Ánalysis de combustión del aparato	-	SI ⁽³⁾	SI
Consumo calorífico del aparato	-	-	SI ⁽²⁾

Tabla 2

- (1) Se incluyen tanto hornos independientes como hornos solidarios a cocinas
- (2) Prueba opcional. Obligatoria si el análisis de combustión y CO ambiente da un resultado incorrecto.
- (3) Cuando el horno esté debajo de una vitrocerámica de gas, la prueba de combustión se realizará, funcionando solamente el horno, situando la sonda del analizador encima y en el centro de la rejilla posterior de ventilación de la encimera.

	Calentadores, acumuladores y calderas			Secadoras
	De circuito abierto y tiro natural	de circuito abierto y tiro forzado	de circuito estanco	
Comprobaciones finales de funcionamiento y puesta en marcha de los aparatos:				
Estanquidad de las partes internas de gas del aparato (4)	SI		SI	SI
Estanquidad de las conexiones de los aparatos	SI		SI	SI
Estabilidad de la llama en los quemadores	SI		SI	SI
Dispositivos de seguridad (por extinción o detección de llama)	SI		SI	SI
Presión de gas en la rampa portainyectores	SI		SI	-
Análisis de la combustión del aparato	SI		SI	-
Tiro del conducto de evacuación	SI	-	-	-
Temperatura del agua caliente sanitaria	SI ⁽²⁾		SI ⁽²⁾	-
Consumo calorífico del aparato	SI ⁽¹⁾		SI ⁽¹⁾	-

Tabla 3

- (1) Prueba opcional. Obligatoria si se han adaptado los inyectores o si el análisis de combustión y CO ambiente da un resultado incorrecto.
- (2) Sólo en aparatos de baja presión de agua
- (3) Para comprobar la estanquidad del interior del aparato una vez adecuado a gas natural, se realizará mediante agua jabonosa utilizando un pincel para su aplicación, para evitar de esta manera posibles cortes del circuito eléctrico.

En el caso de que el aparato a gas sea un aparato conectado a conducto de evacuación de los productos de la combustión, de circuito abierto o estanco, o una encimera vitrocerámica, una vez realizada la puesta en marcha se emitirá el "Certificado de Puesta en Marcha". Para el resto de aparatos a gas su emisión es opcional.

3.2. Estanquidad de las conexiones de los aparatos

La comprobación de estanquidad de las conexiones de los aparatos, una vez realizada su adecuación para utilizar gas natural, se efectuará empleando uno de los métodos siguientes:

- Resiguiendo la conexión del aparato utilizando un detector de gas adecuado, que cumpla lo indicado en el tema 4, localizando las posibles fugas con agua jabonosa.
- Por aplicación directa de agua jabonosa sobre toda la conexión del aparato.

En el caso de que se compruebe la existencia de fuga, se procederá a su localización y posterior corrección (mediante una columna de agua o un manómetro analógico o digital).

En el caso de tener que efectuar una comprobación de la estanquidad conjunta de la instalación individual con los aparatos de gas y sus conexiones, se actuará siguiendo el procedimiento que se indica en el tema 7: Inspección previa y puesta en servicio de IR.

3.3. Estabilidad de la llama en los quemadores

3.3.1. Estabilidad de la llama en aparatos de cocción

3.3.1.1. Aspecto y estabilidad de la llama

Esta comprobación se realizará en todos los quemadores de cocinas, hornos y encimeras convencionales (figura 8).

Funcionando el quemador en su posición de máxima potencia, se comprobará que la llama se propague en todo el perímetro del quemador, que presente un aspecto vivo y estable (a), sin apreciarse fuertes fluctuaciones en su tamaño, ni desprendimiento o retroceso de llama.

Las llamas pequeñas, vibrantes y de tono violáceo (b), indican un exceso de aire o un bajo caudal de gas.

Por el contrario, la poca definición del cono de la llama y la aparición de un exceso de puntas amarillas (c), indican defecto de aire.

En caso necesario, se actuará de nuevo sobre los órganos de regulación del aire primario (ver apartado 2.2.3), asegurándose antes que no haya aire en la instalación receptora (en caso de exceso de aire), y que no haya suciedad en los quemadores que obture la entrada del aire primario (en caso de exceso de puntas amarillas).

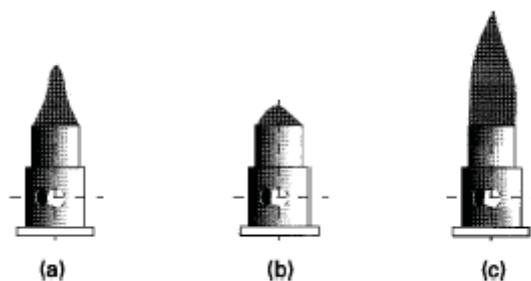


Figura 8

3.3.1.2. Estabilidad de la llama mínima

En los quemadores superiores de cocinas y encimeras convencionales, se comprobará que la llama no se extingue al pasar de la posición de máxima a la de mínima potencia. También se deberá comprobar que la llama, en la posición de mínima potencia, se propague en todo el perímetro del quemador y que sea estable, sin fuertes fluctuaciones en su tamaño.

En los hornos, tanto independientes como solidarios a cocinas, la llama no debe extinguirse al pasar de la posición de máxima a la de mínima temperatura, debiendo mantener activado el dispositivo de seguridad en la posición de mínimo.

En caso necesario, se actuará de nuevo sobre los correspondientes mecanismos de regulación del mínimo, tal como se indica en los apartados 2.2.4. y 2.2.5., según el caso.

3.3.2. Estabilidad de la llama en aparatos de producción de agua caliente sanitaria, de calefacción y secadoras

3.3.2.1. Aspecto y estabilidad de la llama

Esta comprobación se realizará en los calentadores, acumuladores y calderas de circuito abierto (figura 9), y también en los aparatos estancos y de tiro forzado que se puedan ver las llamas por la mirilla de los mismos.

Funcionando el aparato a su régimen de máxima potencia, se comprobará que las llamas se propaguen a todas las rampas del quemador, que presenten un aspecto vivo y estable (a), sin apreciarse fuertes fluctuaciones en su tamaño ni desprendimiento o retroceso de llama.

También se hará lo mismo en régimen de mínima potencia.

La aparición de puntas amarillas en la mayor parte del quemador (b), indicará exceso de caudal de gas o defecto de aire.

Contrariamente, las llamas pequeñas, vibrantes, con tendencia al desprendimiento y de tono violáceo (c), indicarán defecto de caudal de gas o exceso de aire.

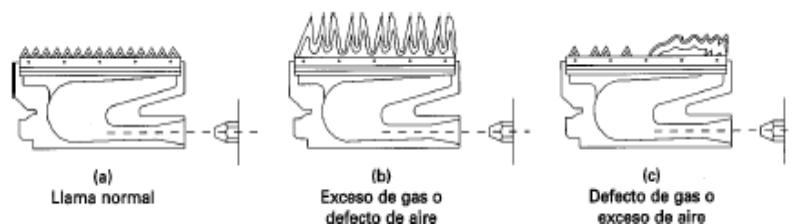


Figura 9

Si se detectara alguna de estas anomalías (b o c), se repasarán las transformaciones y/o regulaciones realizadas, asegurándose antes de que no haya aire en la instalación receptora (en caso de exceso de aire), y que las entradas de aire a los venturis estén limpias (en caso de exceso de puntas amarillas).

3.3.2.2. Quemador piloto

En los aparatos que dispongan de quemador piloto, se comprobará que su llama esté correctamente orientada para encender el quemador principal sin que se produzcan deflagraciones, y que mantenga constantemente activado el dispositivo de seguridad.

En caso de que el quemador piloto no funcione correctamente, se repasará la transformación realizada, asegurándose antes que su filtro no está obstruido por suciedad y que no haya aire en la instalación receptora.

Existen modelos de quemadores piloto para gas natural sin toma de aire primario, de doble agujero y de doble cámara. Los cuales al restringir la aportación de aire primario evitan el incremento de oxígeno y, en consecuencia, del deterioro progresivo del termopar hasta su destrucción.

3.4. Dispositivos de seguridad

A continuación se indican las comprobaciones que se han de realizar a los dispositivos de seguridad de los quemadores que reglamentariamente deben incorporarlos, en función de su tipo.

Si algún quemador superior y descubierto de un aparato de cocción incorporara dispositivo de seguridad, aunque no lo requiera, también se comprobará su funcionamiento.

A continuación se indican las comprobaciones que se han de realizar a dichos dispositivos de seguridad, en función de que sean por extinción de llama (tipo termopar o bimetal) o por detección de llama.

3.4.1. Dispositivo de seguridad por extinción de llama (tipo termopar)

Para comprobar el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad por extinción de llama del tipo termopar, se actuará según la sistemática que se establece a continuación, debiéndose obtener en todas las operaciones resultados satisfactorios:

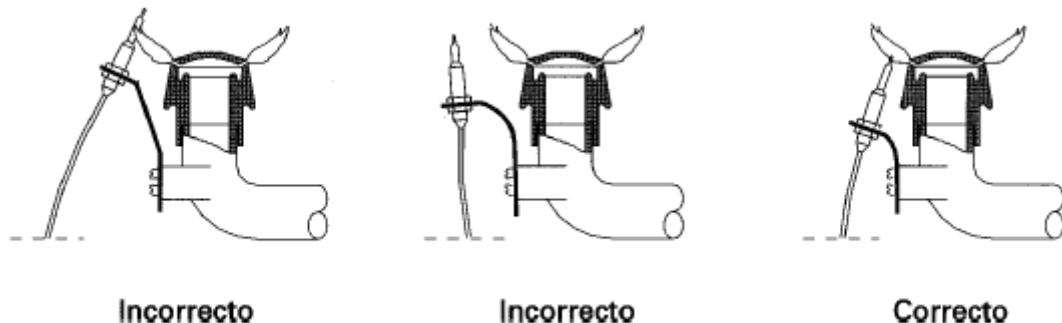
- 1) Con el quemador apagado y frío, se accionará el mando de gas situándolo en posición abierto y se verificará que, sin pulsar su válvula de seguridad, no sale gas por el quemador.
- 2) Manteniendo el mando del quemador en posición abierto, se pulsará la válvula de seguridad del mismo y se procederá a su encendido.
- 3) Transcurrido un tiempo mínimo 30 segundos, se dejará de pulsar el mando de gas, debiendo quedar activado el dispositivo de seguridad y, en consecuencia, permanecer encendido el quemador piloto en aquellos quemadores que lo incorporen, o el quemador en los que no lo incorporen (en el caso del quemador de horno o grill).

Posteriormente, en los quemadores que incorporen quemador piloto, se pondrá en funcionamiento el quemador principal.

- 4) A continuación, se cerrará la llave de conexión del aparato, con lo cual se observará que el quemador y el piloto (si lo tiene) se apagan. Transcurrido un tiempo aproximado de 1 minuto (cuando suena el "clic" del cierre de la bobina), se volverá a abrir dicha llave y se verificará que no sale gas por el quemador principal ni por el quemador piloto, si lo incorpora.

En el caso de detectar alguna anomalía en las comprobaciones anteriores, se deberá intentar su corrección, llevando a cabo las siguientes operaciones:

- a) En los quemadores que no incorporan quemador piloto (quemadores de horno o grill): centrar el extremo del termopar con respecto a la llama del quemador para que ésta incida sobre el termopar, envolviéndolo (figura 10).



En los quemadores que incorporan quemador piloto: centrar el extremo del termopar con respecto a la llama del quemador piloto, para que ésta incida sobre el termopar envolviéndolo (figura 11).

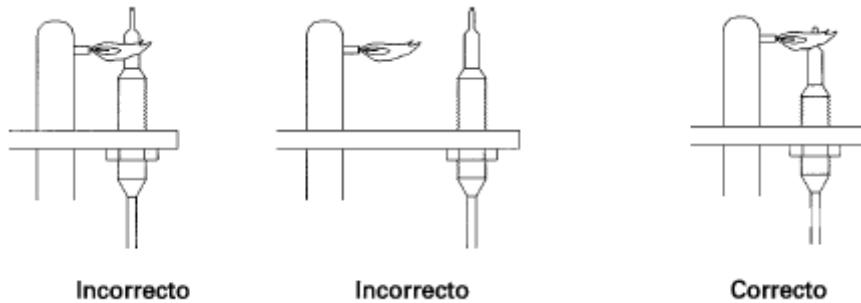


Figura 11

- b) Comprobar que la conexión del termopar a la válvula de seguridad o electroimán no se haya aflojado, y que no existan restos de suciedad en la misma. Si es necesaria la limpieza de la conexión, ésta se deberá realizar con alcohol y un paño que no deshilache.
- c) Comprobar que el termopar no tenga codos con radio de curvatura inferior a 25 mm (figura 12), y que no existan aplastamientos fortuitos que puedan haber dañado su aislante.

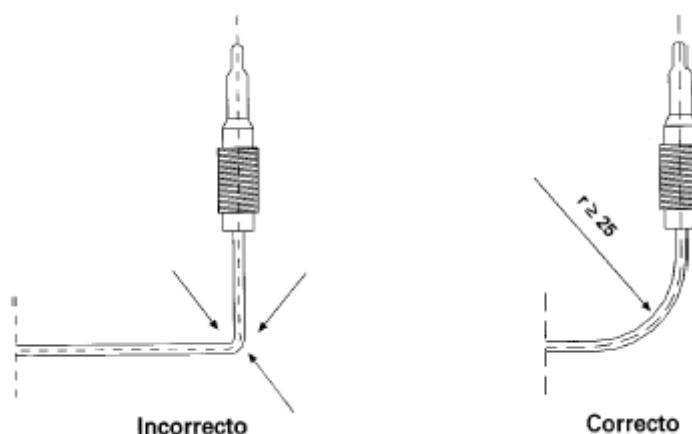


Figura 12

- d) Si persistiera la anomalía, se sustituirá el termopar por otro nuevo.

3.4.2. Dispositivo de seguridad por bimetal

Se comprobará que el tiempo de inercia entre el apagado del piloto y el cierre de la válvula de seguridad no exceda de 90 segundos.

Para comprobar si se ha cerrado la válvula de seguridad, estando el mando del calentador en posición de funcionamiento, se abrirá un grifo del agua caliente sanitaria y se comprobará si pasa gas al quemador observando, para ello, la métrica del contador. En el caso de estar el contador de gas fuera de la vivienda, se comprobará que la presión en rampa no tiene presión, en caso de tenerla es indicativo que la válvula de seguridad no cierra dejando pasar gas al quemador.

Finalmente, una vez cerrada la válvula de seguridad, se comprobará que queda interrumpido totalmente el paso del gas al quemador principal. En este sistema el piloto no dispone de seguridad, por lo que el contador siempre se observará que mínimamente se mueve.

En el caso de detectar alguna anomalía, se deberá intentar su corrección, llevando a cabo las siguientes operaciones:

- Centrar la llama del quemador piloto con respecto a la lámina bimetálica, para que incida sobre la parte curva de ésta (figura 13).

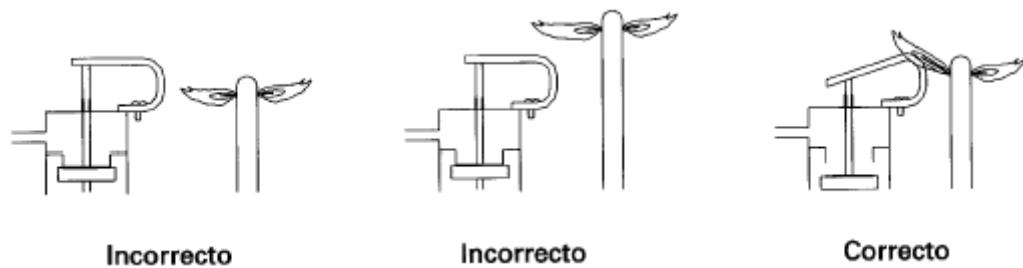


Figura 13

- Comprobar que el punto de fijación de la lámina bimetálica al cuerpo del quemador no se haya aflojado (figura 14).

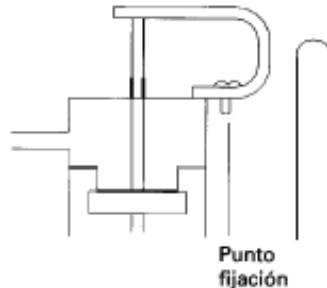


Figura 14

- Verificar que cuando la lámina bimetálica esté fría, su extremo libre no presione la parte superior del vástago de la válvula de seguridad (figura 15).

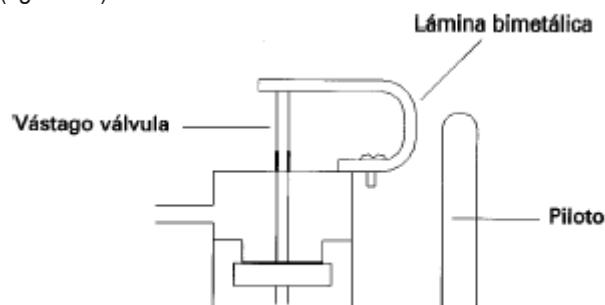


Figura 15

- En el caso de persistir la anomalía se precintará el aparato, cerrando y precintando la llave de conexión de aparato, y se notificará y hará constar formalmente esta situación al cliente mediante la cumplimentación de la "Hoja de Solicitud de adecuación de aparatos y Hoja de trabajo", quien firmará su conocimiento en la misma.

3.4.3. Dispositivo de seguridad por detección o control de llama

Este sistema se encuentra en los aparatos provistos de un encendido electrónico, como es el caso de las encimeras vitrocerámicas, algunos modelos de hornos, los calentadores y calderas sin piloto y las secadoras.

Para comprobar el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad por detección o control de llama, se actuará según la sistemática que se establece a continuación:

1) Con los quemadores apagados y fríos, se accionará el mando de gas de cada quemador en posición abierto, si el aparato tiene más de uno, y se verificará que se encienden sin deflagraciones. En caso contrario, se repetirá el intento dos veces más con un intervalo de aproximadamente 1 minuto.

2) A continuación se cerrará el mando de gas del quemador, comprobando que éste se apaga y que no sale gas sin quemar.

Si no se encendiera o no actuara como elemento de seguridad, se precintará el quemador afectado, o bien se cerrará y precintará la llave de conexión del aparato, según sea el caso, y se notificará formalmente esta situación al cliente mediante la “Hoja de Solicitud de adecuación de aparatos y Hoja de trabajo”, quien firmará como enterado.

3.5. Determinación de la presión de gas en el colector portainyectores (presión en rampa)

En los quemadores que dispongan de más de un inyector, se deberá comprobar la presión en rampa mediante un manómetro de columna de agua o digital que cumpla los requisitos indicados en el tema 4.

Generalmente los rangos de presión de gas en rampa de los aparatos regulables están entre 80 y 140 mm c.a. (la media es de ± 100 mm c.a.). Actualmente la mayoría de ellos son regulables o modulantes.

Con el aparato a gas funcionando a la máxima potencia, se medirá la presión en la rampa portainyectores del aparato. El valor medido debe encontrarse dentro del margen de tolerancia establecido para el tipo de aparato y para el tipo de gas correspondiente. Si se han mecanizado los inyectores, por norma general la presión en rampa es más elevada pero el consumo tiene que ser el correcto.

Cuando el valor obtenido esté fuera de los límites establecidos, se intentará corregir la regulación de presión del aparato (si es posible) y realizar una nueva comprobación.

En el caso de que no fuera posible regular la presión del aparato para que se mantenga dentro del rango establecido, se deberá comprobar la presión estática (sin consumo) y dinámica (con todos los aparatos en marcha) y, si está fuera del rango establecido (170 mm cda \div 250 mm cda), se deberá comunicar esta incidencia al responsable de Distribución de la Empresa Distribuidora en un plazo máximo de 24 h, utilizando para ello el impreso “Presión en instalación receptora fuera de rango”.

Si la presión de la instalación individual fuera correcta y disponemos por medio del vademécum, o del fabricante del aparato, la presión en rampa, esta se deberá ajustar de nuevo jugando con el diámetro de los inyectores y del regulador o diafragma.

NOTA: Las presiones en rampa superiores a los 140 mm c.a., la llama tiende a desprenderse del quemador produciendo, en consecuencia, una mala combustión y un bajo rendimiento.

Existen aparatos que en algunos modelos la presión en rampa es superior a los 140 mm cda.

3.6. Análisis de combustión, CO ambiente y tiro del conducto de evacuación

En la adecuación de aparatos que funcionan con GLP para su funcionamiento con gas natural, se han de comprobar las características de combustión y de ambiente.

Las variables a controlar serán las siguientes:

- Concentración de CO en los productos de la combustión (CO no diluido) y del tiro del conducto de evacuación (existencia o no de revoco de los productos de la combustión), cuando proceda.
- Concentración de CO en ambiente (CO diluido) en locales con aparatos a gas de los tipos descritos.

Para la medición de la concentración en volumen (ppm) del CO no diluido en los productos de la combustión, del tiro del conducto de evacuación y del CO del ambiente, se utilizarán analizadores de combustión y de CO de ambiente así como los detectores de revoco que cumplan los requisitos indicados en el tema 4.

- El resultado de la prueba se considerará correcto si la concentración de CO ambiente es inferior o igual a 15 ppm o la concentración de CO corregido no diluido en los productos de la combustión es inferior o igual a 500 ppm.
- De todas formas, en el supuesto de que la concentración de CO corregido o diluido en los productos de la combustión superara el valor de 200 ppm, se ajustará el aparato a gas, si ello es posible, respetando los parámetros de funcionamiento indicados por el fabricante, repitiendo nuevamente la medición, hasta lograr el ajuste óptimo. En caso de que no se lograra y el resultado del CO no diluido fuera entre 200 y 500 ppm, se deberá aconsejar al cliente realizar una limpieza del aparato.
- Y en caso de que el resultado de la prueba el CO corregido fuera igual o superior de 500 p.p.m., se cortará el suministro al aparato afectado.

No se admitirán valores superiores a 500 ppm. En el caso de que lo superara y no pudiera corregirse con los elementos de que se dispone, se cerrará y precintará la llave de conexión del aparato, pasando aviso de inmediato al SAT correspondiente, a fin de dejar el aparato en condiciones óptimas de uso. Se informará al cliente de todo ello, anotándolo en la "Hoja de Solicitud de adecuación de aparatos y Hoja de trabajo", quien firmará su conocimiento en la misma, indicándole la necesidad de que el Servicio de Asistencia Técnica del aparato (SAT) proceda a corregir la anomalía.

3.7. Temperatura del agua caliente sanitaria

Cuando el aparato sea un calentador de agua, se deberá comprobar que la temperatura final del agua caliente sanitaria, medida con un termómetro que cumpla los requisitos indicados en el tema 4, no supere los valores siguientes:

- Para temperatura de agua fría $\leq 15^{\circ}\text{C}$ → temperatura máx. agua caliente $\leq 80^{\circ}\text{C}$
- Para temperatura de agua fría $> 15^{\circ}\text{C}$ → temperatura máx. agua caliente $\leq 85^{\circ}\text{C}$

Estando el aparato en su régimen de máxima potencia y con el selector de agua en su posición de caudal mínimo, se abrirá el grifo de agua caliente más cercano al aparato y se medirá la temperatura del agua cuando ésta se haya estabilizado.

En la actualidad, todos los calentadores modulantes lo son con respecto al caudal del agua, por lo que han aportado por parte de los fabricantes incorporar, además de los inyectores y piloto, una serie de válvulas para conseguir las modulaciones pertinentes.

3.8. Consumo calorífico del aparato

Esta comprobación se realizará obligatoriamente en el caso de que se trate de un aparato conectado a conducto de evacuación o de una encimera vitrocerámica en la que el resultado del análisis de la combustión y el tiro ha sido incorrecto.

Esta comprobación consiste en verificar que el consumo calorífico o la potencia total absorbida (P_{ta}) del aparato, respecto al valor de referencia del fabricante, esté comprendida en el rango siguiente de la potencia absorbida nominal del aparato (P_n):

- $\pm 10\%$ de P_n , para todos los aparatos.

Para la determinación de la potencia total absorbida (P_{ta}), se debe actuar como se indica a continuación:

1) Poniendo en marcha todos los quemadores del aparato en su posición de máxima potencia, se calculará el caudal de gas (en litros/minuto) que consume el aparato como la relación entre el volumen registrado por el contador en un tiempo no inferior a 2 minutos.

2) A continuación, se determinará la potencia absorbida total del aparato correspondiente al caudal de gas calculado, mediante la fórmula siguiente:

$$P_{ta} = 0,698 \times Q$$

Donde:

P_{ta} = Potencia total absorbida del quemador, en kW
 Q = Caudal máximo de gas medido del aparato, en l/min

3) Finalmente, se comprobará que la potencia absorbida P_{ta} resultante del cálculo anterior, esté dentro del margen de tolerancia indicado respecto a la potencia absorbida nominal P_n , indicada por el fabricante en la placa de características del aparato.

Las potencias absorbidas nominales de cada modelo deben de venir especificadas por el propio fabricante.

4) En el caso de que el valor obtenido de la potencia absorbida estuviera fuera de los límites establecidos, se deberá volver a adaptar o sustituir los inyectores colocados, en función de que la potencia absorbida haya resultado menor o mayor respectivamente que el margen de tolerancia.

No obstante, si el aparato incorpora un regulador de presión o de caudal de gas, se podrá corregir la potencia absorbida del aparato, abriendo o cerrando dicho regulador, según el caso, con lo que se aumentaría o disminuiría la presión de rampa, respectivamente.

Posteriormente, se deberá proceder a realizar una nueva comprobación de las características de combustión, de CO ambiente y de tiro del conducto, así como de la potencia absorbida por los aparatos tras estas modificaciones.

5) Para la comprobación del consumo de gas de los aparatos, además del método mencionado en la observación de la métrica del contador (litraje), existe otro sistema que consiste en observar la presión de gas en rampa del quemador (método actualmente utilizado por la gran mayoría de los SATs de los fabricantes).

Para que el consumo de gas de un aparato sea correcto, la presión en rampa debe ser igual a la indicada en el vademécum, y los inyectores deben ser del diámetro igual al indicado en el mismo, ya que cualquier pequeña diferencia repercute considerablemente en el consumo de gas del aparato.

En la actualidad los contadores de gas tienden a centralizarse, por lo que el uso de este sistema se hace imprescindible para la comprobación del consumo de gas de los aparatos. Además su utilización es independiente de la presión de gas en la que el contador registra la lectura.