



## MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS DE VAPOR



### HDR

Caldera de vapor 2 pasos de humo  
de 345 a 5.515 kg/h



# Manual de instalación y mantenimiento de la caldera de vapor HDR

El conocimiento del contenido de este Manual es obligatorio para todo el personal encargado de la supervisión manejo o mantenimiento de la caldera de vapor HDR de Ygnis.

El personal de mantenimiento que desconozca el contenido del mismo no puede realizar labores de control de funcionamiento de la caldera.

La conducción de calderas, debe ser confiada a personal capacitado técnicamente. Los operadores de calderas serán instruidos en la conducción de las mismas. (Ver capítulo 2).

Para las calderas de clase II (volumen total en L por la presión de servicio  $\geq 15.000$ ), las personas encargadas de la supervisión y manejo de la misma deberán estar en posesión del carné de operador industrial de calderas. Para la obtención del carné deberá superarse un curso de capacitación impartido por entidades autorizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma. (Artículo 13 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre).

Es responsabilidad de la propiedad del aparato que se cumplan las condiciones de conocimientos mínimos exigibles al personal encargado de la supervisión y manejo de la caldera (Artículo 12 apartado 1 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre).



ASEGÚRESE DE QUE EL PERSONAL A CARGO DE LA CALDERA LEA ESTAS INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS</b>	4
<b>2</b>	<b>PERSONAL A CARGO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA</b>	7
<b>3</b>	<b>TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO PROVISIONAL E INSTALACIÓN</b>	8
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS CALDERAS YGNIS</b>	9
<b>5</b>	<b>ELEMENTOS DE LA CALDERA</b>	12
<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DIMENSIONES</b>	13
<b>7</b>	<b>CUADRO DE CONTROL</b>	15
<b>8</b>	<b>SELECCIÓN E INSTALACIÓN DEL QUEMADOR</b>	16
<b>9</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y EL PRIMER ENCENDIDO</b>	18
<b>10</b>	<b>AJUSTES Y CONTROLES QUE DEBEN REALIZARSE</b>	21
<b>11</b>	<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>	27
<b>12</b>	<b>QUÉ SE DEBE HACER EN CONDICIONES DE EMERGENCIA</b>	29
<b>13</b>	<b>NORMAS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LA CALDERA</b>	30
<b>14</b>	<b>ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN Y DEL AGUA DE LA CALDERA</b>	37
<b>15</b>	<b>VIGILANCIA INDIRECTA DE LA CALDERA</b>	41
<b>16</b>	<b>INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LA CALDERA</b>	44
<b>17</b>	<b>GARANTÍA DE LA CALDERA</b>	49

## 1 DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS

### ■ Certificación de las calderas

Todas las calderas de vapor YGNIS, tienen el correspondiente marcado CE conforme a lo requisitos del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y por el que se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

Cada una de las calderas de vapor YGNIS se entrega con su correspondiente Declaración de Conformidad conforme a lo indicado en el anexo VI del Real Decreto 769/1999.

### ■ Clasificación de las calderas de vapor

Según lo indicado en el artículo 3 de la ITC EP-1 del R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas complementarias, a efectos de las condiciones exigibles, las instalaciones se clasificarán en función del tipo de caldera en:

**1** Categoría I: Calderas pirotubulares cuyo  $Pms \times VT \leq 15.000$ .

Siendo:

- Pms: La presión máxima de servicio en la instalación expresada en bar.
- Vt: volumen total en litros de la caldera, más el volumen del sobrecalentador si lo tuviera.

**2** Categoría II: Calderas que igualen o superen los valores indicados en el apartado anterior.

Las calderas Ygnis se clasifican según lo indicado en la tabla del capítulo 6.

### ■ Requisitos de instalación

Los requisitos de instalación de las calderas de vapor se recogen en el artículo 4 de la ITC EP-1 y el anexo II del Real Decreto 2060/2008.

La instalación de las caldera de vapor de clase I se considera de menor riesgo, por lo que no requerirá la presentación de proyecto de instalación, debiendo presentarse, además de lo indicado en el apartado 4 del anexo II del Reglamento de equipos a presión, una memoria técnica de la empresa instaladora, en la que se incluya la documentación indicada en el apartado 1 del artículo 4 de la ITC EP-1 del R.D. 2060/2008.

La instalación de las calderas de vapor de clase II requerirán la presentación de un proyecto técnico cuyo contenido deberá satisfacer lo indicado en el punto 2 del Anexo II e incluir lo exigido por el apartado 2 del artículo 4 de la ITC EP-1 todo ello referido al 2060/2008.

La instalación de éstas, deberá realizarse por empresas instaladoras de la categoría EIP-2 inscritas en el registro del órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente a su domicilio social.

Las instalaciones de los equipos a presión dispondrán de los dispositivos y medios apropiados de protección necesarios para que su funcionamiento se realice de forma segura.

Los equipos a presión se instalarán en condiciones que permitan la realización posterior de las operaciones de mantenimiento y control previstas en este manual de instrucciones y la realización de las inspecciones periódicas indicadas en el artículo 9, Capítulo II de la ITC EP-1 del R.D. 2060/2008.

Las uniones permanentes que deban realizarse en las instalaciones deberán ser llevadas a cabo con procedimientos de soldadura adecuados y por profesionales acreditados. La descarga de las válvulas de seguridad deberá evacuar en un lugar seguro.

El lugar de instalación de la caldera debe cumplir con lo indicado en el artículo 6 de la ITC EP-1 del R.D. 2060/2008, así como con cualquier otra norma aplicable. Cuando sea necesario instalar la caldera dentro de una sala se tendrá en cuenta que la puerta de acceso debe abrirse hacia el exterior.

Además, debe haber una entrada de aire en la parte inferior y una salida en la parte superior ambas, de dimensiones adecuadas en función de la potencia de la caldera. No debe conectarse más de una caldera a la misma chimenea.

La caldera debe instalarse sobre una bancada elevada del suelo de la sala. La parte posterior de la bancada está provista de taladros de fijación rasgados que permiten movimientos de dilatación y contracción térmica de la caldera, los pernos de fijación de la parte posterior a la bancada deben permitir estos movimientos de la caldera.

Las conexiones de la caldera con el circuito de instalación deben realizarse correctamente y los equipos y elementos auxiliares que se monten deben ser adecuados para las condiciones de presión y temperatura de la caldera.

## ■ Requisitos para la puesta en servicio

Finalizadas las obras de montaje, para la puesta en servicio de las instalaciones, se requerirá la acreditación previa de las condiciones de seguridad de la instalación ante el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente, mediante la presentación de la siguiente documentación:

- Certificado de dirección técnica emitido por técnico titulado competente y visado por el correspondiente colegio oficial, en caso de instalaciones que requieran proyecto de instalación.
- Certificado de instalación suscrito tanto por empresa instaladora de equipos a presión inscrita como por su responsable técnico, en el que se haga constar que los equipos cumplen con el reglamento de equipos a presión, que se han realizado las pruebas requeridas, incluyendo en su caso, la correspondiente prueba hidrostática de resistencia de los elementos no probados y que el funcionamiento es correcto.
- Declaraciones de conformidad de los equipos a presión o conjuntos.
- Proyecto de instalación para las calderas con Categoría II.

Antes de la puesta en servicio deberán realizarse las pruebas en el lugar del emplazamiento, para comprobar su buen funcionamiento y que dispone de condiciones de utilización seguras.

En caso de que el equipo a presión haya sufrido alguna anomalía durante el transporte o manipulación que pueda haber afectado a la resistencia del mismo, o en las comprobaciones se detecte algún fallo real o aparente, se realizarán los ensayos y pruebas necesarios que garanticen su seguridad, antes de proceder a su puesta en servicio. Los ensayos y pruebas que se realicen deberán ser certificados por un organismo de control autorizado, o por el fabricante.

El órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente podrá solicitar que, en las instalaciones que requieren proyecto, las pruebas en el lugar del emplazamiento sean supervisadas por un organismo de control autorizado, en aplicación del Reglamento de Equipos a presión.

## ■ Calderas con quemador a gas

Las calderas de vapor que sean equipadas con un quemador de gas, deberán someterse a una verificación por unidad según lo indicado en el punto 3 del Anexo 1 de la ITC-ICG 08 del Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

La verificación por unidad es el procedimiento mediante el cual un organismo de control comprueba y certifica que un aparato en concreto y de forma independiente cumple los requisitos contemplados en la normativa vigente que le sea aplicable.

El fabricante del equipo o su representante legal, presentará la solicitud de examen de verificación de unidad a un organismo de control.

Se entiende por fabricante del equipo consumidor de gas a la empresa encargada de instalar, o de coordinar la instalación, de todos y cada uno de los elementos que lo forman, es decir la caldera, el quemador, la rampa de gas, y la instalación de gas desde la llave de aparato hasta el punto de consumo, y que por sí solos, no pueden considerarse como equipos consumidores de gas.

El organismo de control, examinará la documentación de diseño, y comprobará que el aparato ha sido fabricado de acuerdo con la misma, y con los requisitos contemplados en la normativa vigente que le sea aplicable.

También realizará o hará que se realicen, de acuerdo con la acreditación correspondiente para la realización de ensayos que procedan, las pruebas de acuerdo con las normas o procedimiento aplicables. Si el organismo de control lo considera necesario, los exámenes y ensayos podrán llevarse a cabo tras la instalación del aparato.

Cuando el aparato cumple todas las disposiciones aplicables, el organismo de control expedirá al solicitante el certificado de verificación de la unidad.

Las calderas que por su instalación se incluyan en el ámbito de aplicación de alguna otra ITC diferente de la ITC EP-1 deberán cumplir lo indicado en ellas en cuanto a su instalación y mantenimiento.

## 2 PERSONAL A CARGO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA

En el artículo 13 de la ITC EP-1 del Reglamento de Equipos a Presión se detallan las disposiciones del personal a cargo de la caldera.

### Artículo 13. Operadores de calderas.

**1. Capacitación del operador.** La conducción de calderas, debe ser confiada a personal capacitado técnicamente. Los operadores de calderas serán instruidos en la conducción de las mismas por el fabricante, el instalador o por el usuario, si dispone de técnico titulado competente.

**2. Responsabilidades.** El operador de la caldera es el responsable de vigilar, supervisar y realizar el control del correcto funcionamiento de la caldera, debiendo ser consciente de los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra, así como un mal entretenimiento o una mala conducción. Durante el proceso de arranque de la caldera será obligatorio que ésta sea conducida por el operador de la misma, no pudiendo ausentarse hasta que se haya comprobado que el funcionamiento de la caldera es correcto y todos los dispositivos de seguridad, limitadores y controladores funcionan correctamente. Deberá poder actuar de forma inmediata, manual o remota, en caso de que se dispare la válvula de seguridad o cualquier otra de las seguridades de la instalación, hasta que se restablezcan las condiciones normales de funcionamiento, utilizando los procedimientos escritos indicados en el Reglamento.

**3. Carné de Operador Industrial de calderas.** Las calderas de la clase segunda, de vapor o de agua sobrecalentada deberán ser conducidas por personal con carné de Operador industrial de calderas.

Para la obtención del carné deberán disponerse de conocimientos técnicos adecuados. Para ello, deberá superarse un curso de capacitación impartido por entidades autorizadas por el órgano competente de la comunidad autónoma. En el anexo II de la ITC, se indican los conocimientos mínimos, la duración del curso y los requisitos que deben cumplir las entidades para la impartición de dichos cursos. El carné, que tendrá validez y eficacia para todo el territorio español, será expedido por el órgano competente de la comunidad autónoma, una vez acreditado por el solicitante:

- a) Tener cumplidos 18 años.
- b) La superación de un curso impartido por una entidad autorizada, que incluya los conocimientos y la duración mínima indicada en el anexo II de la ITC.
- c) La superación de un examen realizado por el órgano competente de la comunidad autónoma.
- d) En el caso de extranjeros, previo cumplimiento de los requisitos previstos en la normativa española vigente en materia de extranjería e inmigración.



ASEGÚRESE DE QUE EL PERSONAL A CARGO DE LAS CALDERAS CUENTE CON LA CAPACITACIÓN Y LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS ADECUADOS.

### 3 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO PROVISIONAL E INSTALACIÓN

La caldera debe manipularse utilizando las orejetas de izado y transporte, y con los equipos adecuados.

La manipulación de la caldera, izado, traslado (si es necesario) y descarga sobre el suelo debe hacerse con la caldera correctamente protegida contra golpes.

Durante la manipulación de la caldera deberá tenerse en cuenta que el peso del grupo de alimentación de agua hace que en la maniobra de izado sea éste componente el último en elevarse. Igualmente durante su traslado los apoyos de la caldera no se encuentran paralelos al suelo, sino ligeramente inclinados hacia el lado en el que están situados estos elementos. Posteriormente durante el descenso, será el bloque de bombas la primera parte en apoyarse sobre la bancada.

En consecuencia tanto la maniobra de izado de la caldera como la de depositarla en el suelo deberá realizarse muy suavemente para evitar que el grupo de bombas y todos los elementos que lo unen al cuerpo de caldera sufran durante estos procesos.

Durante el almacenamiento provisional antes de la instalación, la caldera debe estar protegida contra la humedad y otros agentes externos que puedan afectar a los materiales y/o al equipamiento de la caldera, líquidos, grasas, etc., así como a los golpes externos.



UTILICE LA CALDERA CONFORME A LAS ADVERTENCIAS Y RECOMENDACIONES QUE SE INDICAN EN ESTA GUÍA DE INSTRUCCIONES.



## 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CALDERAS YGNIS

Las calderas YGNIS HDR están diseñadas para la producción de vapor, funcionando en condiciones de sobre presión de los gases de combustión, utilizando un quemador presurizado a gas, gasoil, fueloil o mixto, para crear una combustión forzada, capaz de vencer la contrapresión opuesta al paso de los gases dentro de la caldera.

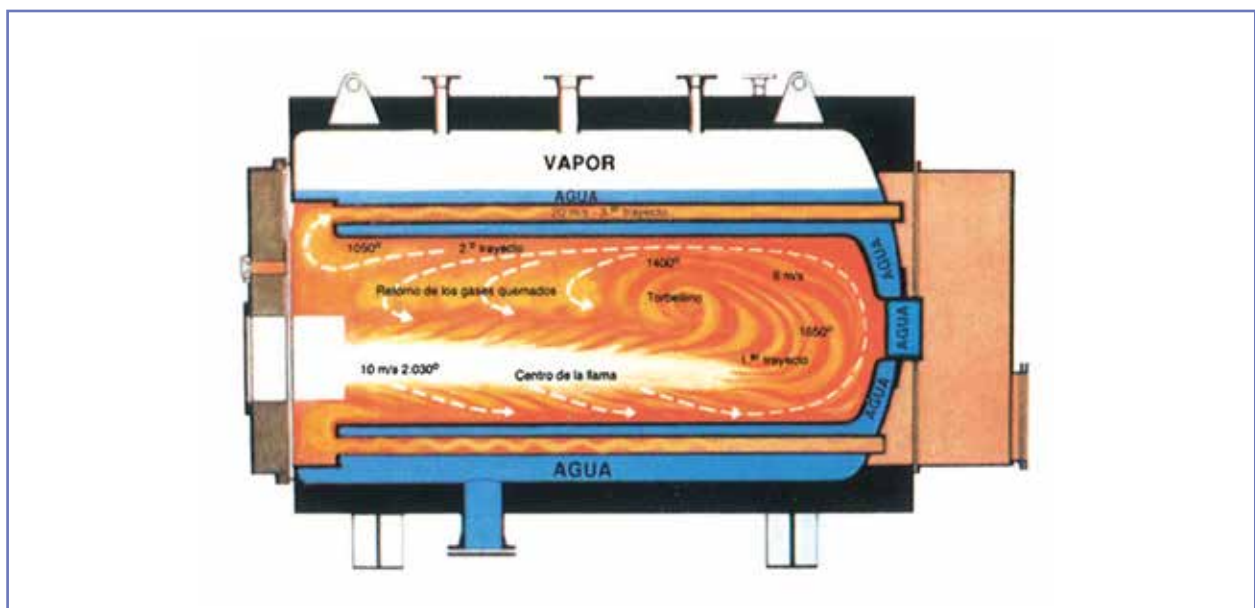
El modelo HDR es un generador de vapor compacto de tipo piro-tubular, de cuerpo cilíndrico, con una cámara de combustión central desplazada verticalmente respecto del eje de la caldera, denominada hogar, rodeada de agua y conteniendo un haz de tubos de humos equipados con turbuladores, que rodean el hogar.

En el hogar de la caldera se produce la combustión del quemador y los gases de esta combustión, realizan un primer recorrido por las paredes del hogar desde el fondo de éste hacia el frente de la caldera; la transmisión térmica de calor al agua en el hogar, se produce principalmente por radiación.

Al chocar los gases procedentes de las paredes del hogar contra la puerta, éstos comienzan un segundo recorrido por el haz tubular. Los turbuladores dispuestos dentro de los tubos, producen un régimen de turbulencias, que ocasionan el que los gases tengan un mayor recorrido por su interior, aprovechando de esta manera al máximo su calor y cediéndolo al agua que los rodea, principalmente por convección.

Una vez los gases terminan su recorrido por el interior de los tubos habiendo cedido la mayor parte de su calor al agua, llegan a la caja de humos desde donde son evacuados al exterior por la chimenea.

Este amplio recorrido de contacto entre gases y agua determina un excelente resultado en la transferencia de calor, lo que unido al gran aislamiento exterior proporciona un rendimiento del 89%.



## ■ Suministro de una caldera HDR estándar

- Cuerpo de caldera en acero monobloc fuertemente aislado (120 mm).
- Puerta delantera, con apertura a derecha o izquierda, según pedido.
- Visor de llama integrado en la puerta.
- 2 orejetas de elevación.
- Tubería de Impulsión.
- Turbuladores para tubos de humos en acero especial.
- Aislamiento para retacado entre la cabeza del quemador y la puerta.
- Cepillo para limpieza.
- Puerta de la caldera mecanizada para el quemador correspondiente.
- Tres registros (1 de inspección superior y 2 de limpieza en los laterales).
- Una válvula de esfera para aireación de caldera.
- Una válvula de bola más una válvula asiento para vaciado de la caldera.
- Pasarela y escalera de acceso a la parte superior para modelos HDR200 y superiores.

### Sistema de alimentación

- Grupo motobomba centrifugo vertical de acero inoxidable de bajo consumo y funcionamiento silencioso, formado por dos bombas.
- Tres válvulas de retención.
- Tres válvulas de asiento.
- Dos manómetros de glicerina.

### Control de nivel y seguridades

- Regulador electrónico de nivel bajo de seguridad con sondas capacitivas autoverificables.
- Dos visores de nivel.
- Cuatro válvulas de aislamiento de indicadores de nivel.
- Presostato de seguridad por alta presión.
- Una válvula de asiento para salida de vapor.
- Un manómetro de esfera de 160 mm. Ø Escala según presión máxima de diseño.
- Una válvula de aislamiento y comprobación de manómetro.
- Una o dos válvulas de seguridad según modelo.

### Cuadro eléctrico completo

- Regulador de temperatura electrónico con dos puntos de consigna e indicación digital.
- Sonda termostática PT100 en cuerpo de caldera.
- Interruptor general, diferencial, magnetotérmico de maniobra.
- Contactor, térmico y fusibles de bombas y de quemador.
- Relé apropiado según el tipo de quemador a instalar.
- Temporizador de 120 minutos.

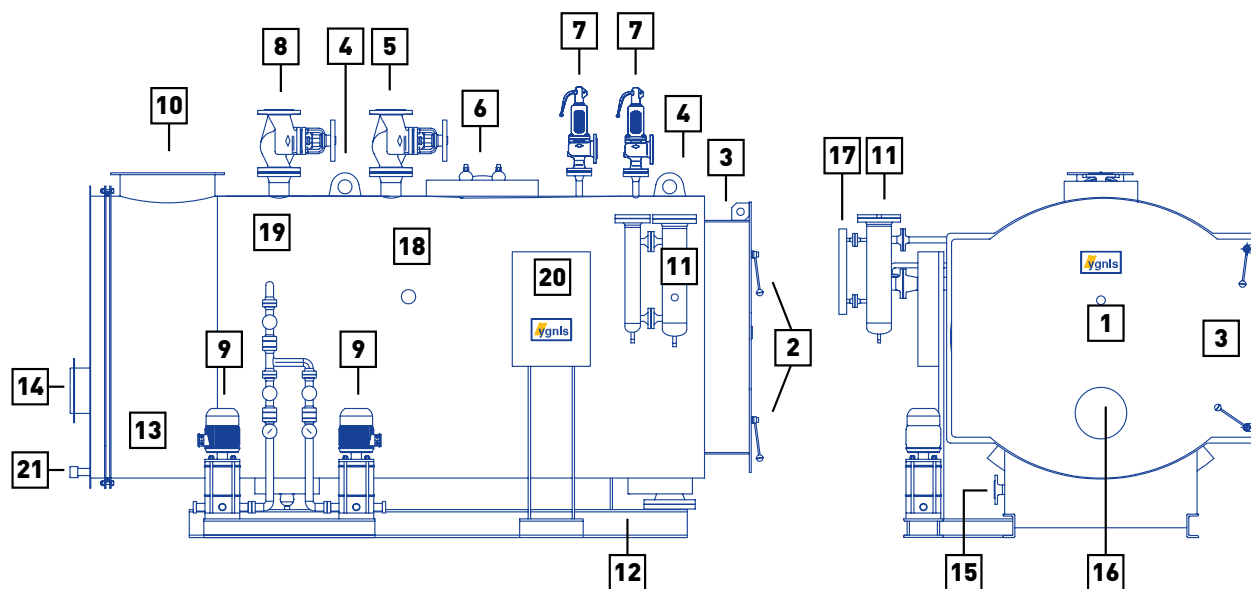
### Equipos opcionales bajo pedido

- Purga de sales automática.
- Purga de lodos automática.
- Control de nivel alto de agua de caldera.
- Control de conductividad de agua tratada.



Interior de una caldera HDR

## 5 ELEMENTOS DE LA CALDERA



- |  |  |   |
|--|--|---|
| <b>1</b> Visor de llama                    | <b>8</b> Válvula de aireación                        | <b>15</b> Vaciado inferior (toma de purga de lodos) |
| <b>2</b> Manetas apertura/cierre de puerta | <b>9</b> Bombas de alimentación                      | <b>16</b> Ubicación del quemador                    |
| <b>3</b> Puerta                            | <b>10</b> Salida de humos                            | <b>17</b> Visor de niveles                          |
| <b>4</b> Orejetas de izado                 | <b>11</b> Botella alojamiento de electrodos de nivel | <b>18</b> Toma para purga de sales                  |
| <b>5</b> Válvula de salida de vapor        | <b>12</b> Bancada                                    | <b>19</b> Alimentación de agua desde bomba          |
| <b>6</b> Registro de inspección            | <b>13</b> Caja de humos                              | <b>20</b> Cuadro eléctrico y de maniobra            |
| <b>7</b> Válvula de seguridad              | <b>14</b> Registro de limpieza de humos              | <b>21</b> Desagüe de condensados                    |

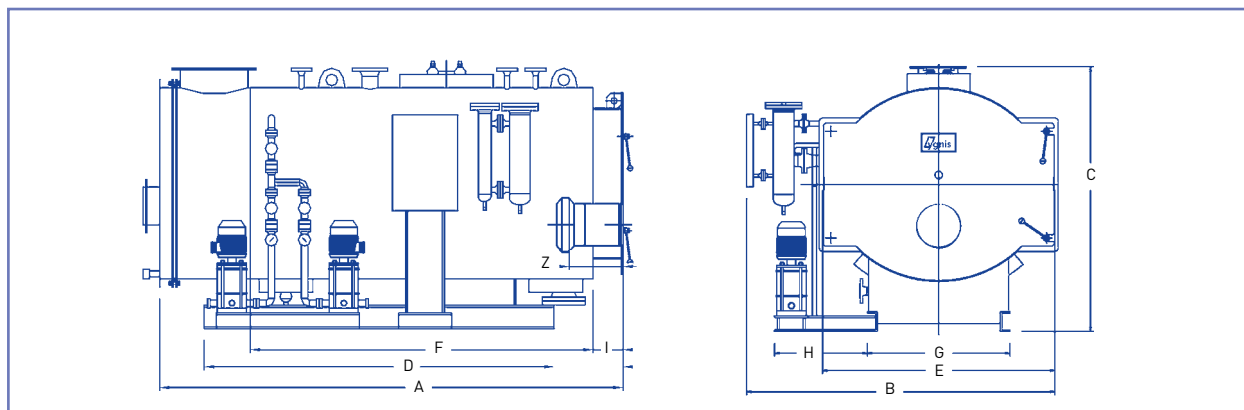
## 6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DIMENSIONES

### ■ Características técnicas

		MODELOS HDR										
		32	50	80	100	125	160	200	250	300	400	550
Producción de vapor*	kg/h	345	550	860	1105	1380	1725	2155	2760	3450	4310	5515
Potencia calorífica	kcal/h	200000	320000	500000	640000	800000	1000000	1250000	1600000	2000000	2500000	3200000
Rendimiento	%	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Superficie de calefacción	m <sup>2</sup>	5,52	8,80	13,51	17,26	21,3	25,96	31,5	39,56	49,37	61,44	77,66
Volumen de agua	m <sup>3</sup>	0,457	0,733	1,136	1,269	1,43	1,64	2,08	2,66	3,23	4,46	6,47
Volumen de vapor	m <sup>3</sup>	0,189	0,238	0,271	0,313	0,389	0,416	0,649	0,764	1,15	1,68	2,28
Volumen total	m <sup>3</sup>	0,646	0,971	1,407	1,513	1,828	2,056	2,729	3,424	4,38	6,14	8,75
Sobrepresión hogar	mbar	1	2,5	3	4,5	5	5,5	5,5	6	6,5	7	7,5
Peso en vacío	kg	1700	2100	2700	3000	3500	4000	4700	6000	8100	8600	10800
Categoría	4 bar	I						II				
	6 bar	I						II				
	8 bar	I						II				
	10 bar	I						II				
	12 bar	I						II				
Consumo eléctrico	4 bar kW	0,37			0,55			0,75			1,5	
	6 bar kW	0,55			0,75			1,1			2,2	
	8 bar kW	0,75			1,1			1,5			2,2	
	10 bar kW	1,1			1,5			2,2			3	
	12 bar kW	1,1			1,5			2,2			4	

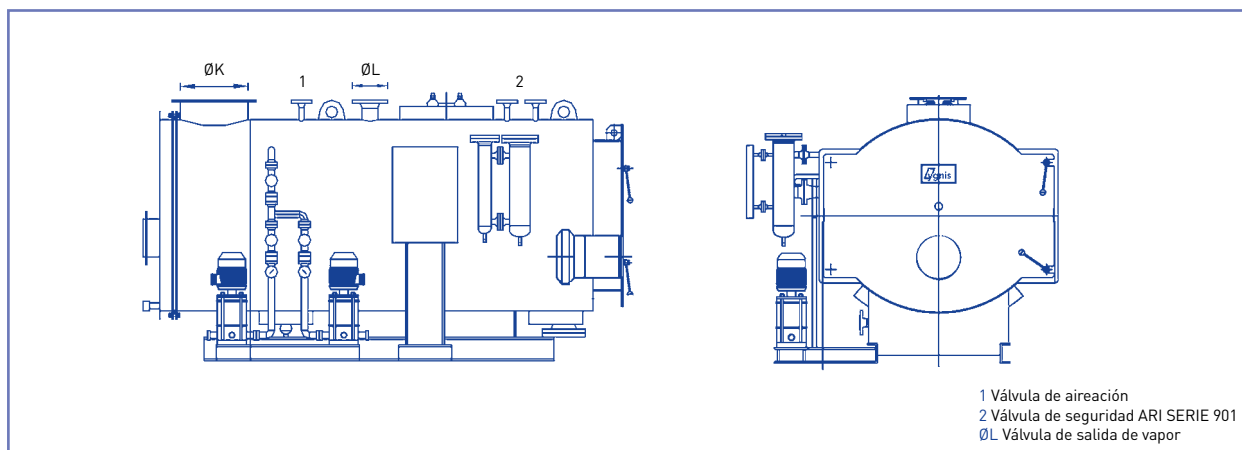
\*La producción de vapor se da para una entalpia de 580 Kcal/Kgs

### ■ Dimensiones



Modelos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Z
	mm									
HDR-32	1914	1935	1565	1315	1170	1240	700	537		
HDR-50	2304	2005	1635	1645	1240	1570	740	552		
HDR-80	2548	2085	1715	1805	1320	1730	800	562		
HDR-100	2754	2165	1820	1980	1400	1905	860	572	228	268
HDR-125	2994	2245	1900	2205	1480	2130	910	587		
HDR-160	3184	2315	1970	2395	1550	2320	980	587		
HDR-200	3579	2415	2095	2660	1650	2585	1030	612		
HDR-250	3814	2565	2245	2845	1800	2770	1150	627		348
HDR-300	4214	2665	2345	3195	1900	3120	1180	662	308	
HDR-400	4534	2865	2500	3415	2100	3340	1340	682		363
HDR-550	4769	3110	2680	3600	2345	3525	1420	725		

## ■ Dimensiones de las tomas



Modelos	ØK	ØL	1	2				
				4 bar	6 bar	8 bar	10 bar	12 bar
	mm			DN				
HDR-32	200	32	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
HDR-50	250	40	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
HDR-80	300	50	DN 32	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
HDR-100	350	65		DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
HDR-125	400	80	DN 40	DN 32	DN 32	DN 32	DN 32	DN 32
HDR-160				DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40
HDR-200	450	100	DN 50	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40
HDR-250	500			DN 50	DN 50	DN 50	DN 50	DN 50
HDR-300	550			DN 50	DN 50	DN 50	DN 50	DN 50
HDR-400	650	125						
HDR-550	700	150						

1 válvula de seguridad

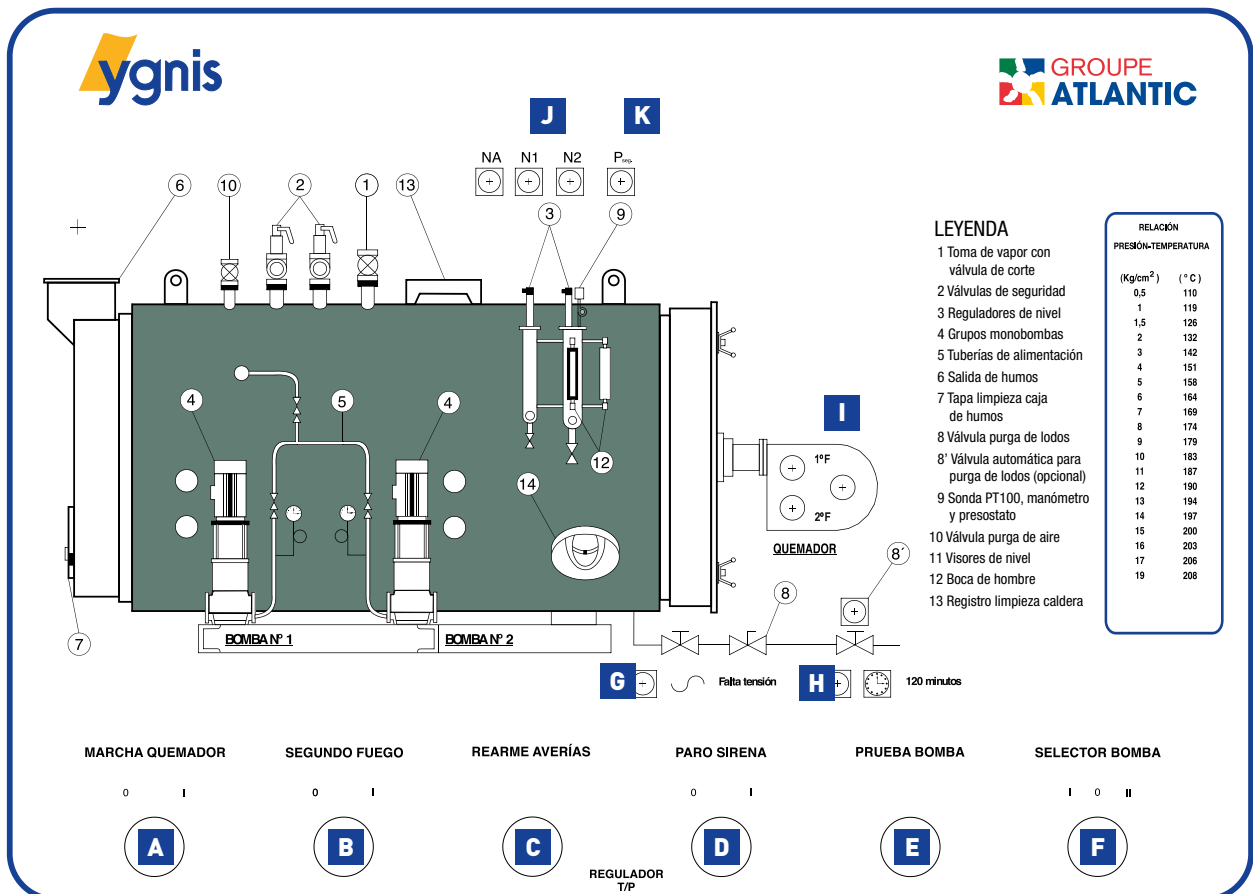
2 válvulas de seguridad

### Relación de diámetros entre entrada y salida de la válvula de seguridad

DN	20/32	25/40	32/50	40/65	50/80	65/100	80/125	100/150	125/200	150/250
----	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	---------	---------	---------

## 7 CUADRO DE CONTROL

El cuadro de control de las calderas YGNIS presenta la siguiente información:



- A** Marcha Quemador
- B** Selector Potencia Quemador
- C** Rearme Averías
- D** Paro Sirena
- E** Prueba Funcionamiento Bomba
- F** Selector Bomba
- G** Falta de Tensión Eléctrica
- H** Paro por falta de supervisión
- I** Potencia o avería quemador
- J** Alarma nivel bajo de agua
- K** Presostato de seguridad

El cableado es específico para cada caldera, y en el interior de cada cuadro eléctrico se incluye su esquema correspondiente.

## 8 SELECCIÓN E INSTALACIÓN DEL QUEMADOR

Para el correcto funcionamiento de los generadores de vapor YGNIS HDR, es fundamental la elección de un quemador adecuado en función del tipo o tipos de combustibles disponibles en la instalación.

Los quemadores YGNIS, están diseñados para ofrecer la combinación perfecta con la que obtener las máximas prestaciones del conjunto caldera-quemador.

Durante la instalación del quemador, se debe procurar que el eje del cañón del quemador coincida con el eje de la cámara de combustión.

Para evitar la entrada de aire excesivo desde el exterior a la cámara de combustión, así como posibles retornos de llama hacia el exterior de la caldera, la instalación del quemador debe completarse siempre con un correcto retacado del cañón en su alojamiento en la puerta de la caldera, con el material ignífugo suministrado junto con la caldera.

El combustible que se utiliza para el funcionamiento debe cumplir con las recomendaciones del fabricante del quemador.

Debe seleccionarse un quemador adecuado, según la potencia nominal de la caldera y cuya presión en la cámara de combustión (en capacidad nominal) se ajuste a la contrapresión de la caldera.



Quemador de gas



Quemador de gasóleo



Quemador mixto de gas/gasóleo

Debe utilizarse un combustible que cumpla con las características indicadas en el manual del quemador.

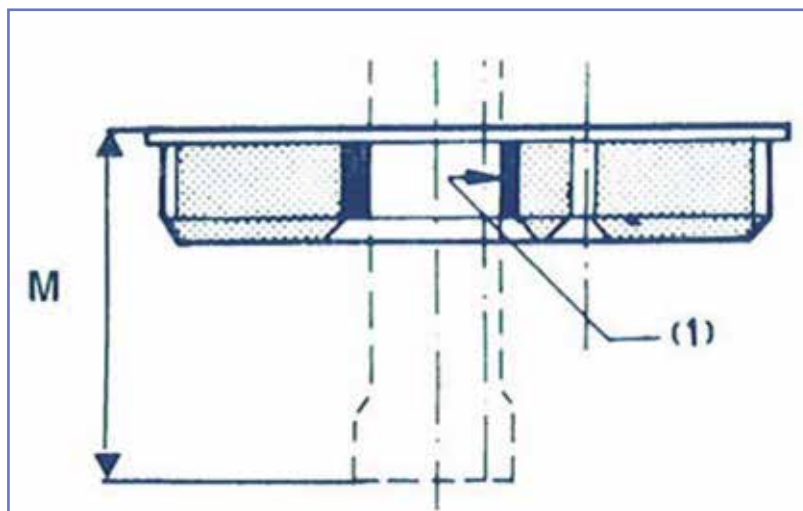
Los tanques de combustible deben ajustarse a las normas vigentes.



ANTES DE ABRIR LA PUERTA PRINCIPAL PARE EL QUEMADOR  
Y DESCONECTE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.



## ■ Penetración mínima del quemador en el hogar



En el momento del montaje del quemador se debe colocar un revestimiento de fibra cerámica (1) entre la tobera del quemador y el tubo de la puerta.

Penetración mínima y máxima del quemador		MODELO DE CALDERA HDR					
		HDR-32	HDR-50 / 80	HDR-100 / 125 / 160	HDR-200	HDR-250	HDR-300 / 400 / 550
M mín.	m.m	268	248	218	300	300	265
M máx.	m.m	338	368	368	450	465	465

## ■ Tabla de selección de quemador

Modelo	Quemador de Gas	Distanciador (mm)	Quemador de Gasóleo	Distanciador (mm)	Quemador Mixto (Gas/Gasóleo)	Distanciador (mm)
<b>HDR 32</b>	ETNA GAS 280 XX.L.XX	-	ETNA DIESEL 300 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO 350 XX.S.XX	-
<b>HDR 50</b>	ETNA GAS 550 XX.L.XX	-	ETNA DIESEL 550 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO 900 XX.S.XX	-
<b>HDR 80</b>	ETNA GAS 800 XX.S.XX	-	ETNA DIESEL 800 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO 900 XX.S.XX	-
<b>HDR 100</b>	ETNA GAS 1000 XX.S.XX	-	ETNA DIESEL 1000 XX.S.XX	-	ETNA MIXTO 1000 XX.S.XX	-
<b>HDR 125</b>	ETNA GAS 1200 XX.S.XX	-	ETNA DIESEL 1000 XX.S.XX	-	ETNA MIXTO 1200 XX.S.XX	-
<b>HDR 160</b>	ETNA GAS 1700 XX.S.XX	-	ETNA DIESEL 2000 XX.S.XX	-	ETNA MIXTO 2300A XX.S.XX	-
<b>HDR 200</b>	ETNA GAS 2300A XX.S.XX	-	ETNA DIESEL 2000 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO 2300A XX.S.XX	-
<b>HDR 250</b>	ETNA GAS R 2700A XX.S.XX	-	ETNA DIESEL R 2100 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO R 2700A XX.S.XX	-
<b>HDR 300</b>	ETNA GAS R 4000A XX.S.XX	-	ETNA DIESEL R 4100 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO R 3000A XX.S.XX	-
<b>HDR 400</b>	ETNA GAS R 4000A XX.S.XX	-	ETNA DIESEL R 4100 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO R 4000A XX.S.XX	-
<b>HDR 550</b>	ETNA GAS R 4500A XX.S.XX	-	ETNA DIESEL R 5000 XX.L.XX	-	ETNA MIXTO R 4500A XX.S.XX	-

## 9 PREPARACIÓN DE LA CALDERA PARA EL FUNCIONAMIENTO Y EL PRIMER ENCENDIDO

### ■ Preparaciones iniciales

Deben revisarse todos los lugares donde puedan existir piezas flojas y demás elementos como soportes, abrazaderas o similares que pese a salir con el par de apriete adecuado de fábrica pueden haberse visto afectadas por las vibraciones del transporte. Después, deben cerrarse la puerta y registros de la caja de humos, y ajustar y cerrar los registros de inspección con juntas adecuadas.

Después de comprobar visualmente que las válvulas de seguridad, las válvulas de aislamiento de los visores de nivel, las válvulas de purga del visor de nivel y las válvulas de control no presentan ninguna anomalía a simple vista, cierre todas salvo las de aislamiento de los visores de nivel y las de aspiración y descarga de la bomba de alimentación que deben permanecer abiertas.

Comience el llenado de la caldera utilizando agua tratada según las especificaciones establecidas en el presente manual (consulte: capítulo 14) activando manualmente la bomba de alimentación mediante el pulsador existente en el cuadro eléctrico marcado como “Prueba bomba”, compruebe que el giro de la bomba es el correcto y que no tiene aire en su interior. Durante este proceso, deje abiertas las válvulas de aireación para evitar que queden bolsas de aire atrapadas en alguna de las partes de la caldera.

Cuando la caldera se haya llenado hasta el nivel deseado, pare la entrada de agua. Abra completamente las válvulas de purga del indicador de nivel, y realice una pequeña descarga para verificar que no existen obstrucciones en las válvulas o en las tuberías. Realice controles mediante purgas desde las demás válvulas de descarga relacionadas con la caldera, purgas de lodos, purga de sales si existiera, etc.

Asegúrese de que el manómetro de la caldera funciona correctamente, que su unión al cuerpo de caldera es correcta y si es preciso una mediante el grifo de tres direcciones en el que se encuentra la placa-brida de acoplamiento del manómetro patrón, verifique que no existen obstrucciones en el conducto.

Conecte el interruptor general en el lateral del cuadro eléctrico. Compruebe que el diferencial y los magnetotérmicos del interior del cuadro eléctrico de la caldera están conectados.

### ■ Funcionamiento y primer arranque

- Verifique que la caldera está correctamente conectada a la instalación de consumo de vapor.
- Vuelva a llenar la caldera si por las purgas anteriores el nivel está por debajo del mínimo de seguridad. Mantenga abierta la válvula de descarga de aire para permitir su expulsión mientras la caldera se llena de agua. (La válvula de descarga debe mantenerse abierta hasta observar la salida del vapor). Cuando el nivel de agua supere el nivel bajo de seguridad se podrá dejar de actuar sobre el pulsador de “Prueba bomba” y será el sistema de alimentación automático de la caldera el que comenzará a regular el nivel de trabajo de la caldera.

- Durante el arranque de la caldera o durante el encendido inicial de una caldera fría, el quemador debe funcionar durante al menos 10 minutos. Espere 10 minutos en el 1º nivel de llama pequeña y por lo menos 1 hora para permitir que la presión y la temperatura aumenten gradualmente para así evitar el esfuerzo térmico.
- Cuando la caldera comience a acumular presión, abra un poco la válvula de salida de vapor para permitir que el vapor entre en la instalación y comience a calentarla gradualmente. Cuando la presión de vapor alcance  $\frac{1}{4}$  de la presión operativa detenga el quemador y espere entre 5 y 10 minutos para que se realice una distribución homogénea de calor en la red de distribución del vapor.
- Después, reinicie el quemador para continuar con la puesta en marcha. La presión operativa debe lograrse lo más lentamente posible. Cuando la presión de vapor alcance el nivel establecido en el sistema de control, el quemador se detendrá y se evitarán aumentos de presión posteriores.
- Después de que la caldera alcance la presión operativa, abra durante 10 segundos la descarga de sales y durante 5 segundos la purga de lodos para limpiar sustancias indeseadas de la caldera. Se recomienda, si se hubiese instalado el opcional, el uso de sistemas automáticos de purga con el fin de evitar errores humanos y negligencias en el funcionamiento de la caldera.
- En calderas sin sistemas automáticos de purga, debe analizarse el agua de la caldera y, si se halla alto el índice de conductividad, deberá aumentarse la frecuencia de la purga de lodos diariamente de modo manual.
- Periódicamente deben repetirse los análisis del agua de la caldera y de alimentación. Si alguno de los resultados es negativo, deben implementarse procedimientos de mejora bajo el control de un químico experto en aguas.
- Cuando no sea posible realizar análisis del agua, tres veces al día deben llevarse a cabo purgas de sales y de lodos. Las purgas de lodos deben realizarse varias veces con la válvula de purga de lodos, cuando se haya instalado el opcional, completamente abierta durante 3 segundos como máximo. Las purgas de sales deben realizarse con la válvula de purga apenas abierta, pero por períodos de tiempo más prolongados.
- El funcionamiento de las sondas de la caldera y de los dispositivos de control deben verificarse continuamente todos los días. En caso de observar una condición de funcionamiento fuera de lo normal, debe apagarse la caldera y permanecer bajo control para realizar las inspecciones y evaluaciones necesarias. Reemplace los dispositivos defectuosos, si corresponde.
- Para evitar cavitaciones en la bomba, un técnico capacitado calculará la temperatura del tanque de condensados en función de la altura del depósito, la pérdida de carga de la tubería y el NPSH de la bomba.
- Durante el encendido de la caldera y su progresivo aumento de presión, deben controlarse la envolvente y los accesorios de la caldera, así como los bordes de las juntas de las bridas de las bocas de inspección; si se observa alguna fuga, elimínela.
- Las fugas que se detecten después de alcanzar la presión operativa no deben repararse inmediatamente. La intervención debe realizarse después de detener la combustión, de despresurizar la caldera y de que haya descendido la temperatura de los materiales para permitir su manipulación.

- Las válvulas de vapor así como las de control de los puntos de consumo deben abrirse y cerrarse lentamente, incluso trabajar de manera proporcional si fuera posible. De lo contrario, podrían producirse bajadas bruscas de presión en el interior de la caldera que provocarían la evaporización instantánea de un gran volumen de agua lo que iría acompañado de una bajada significativa del nivel de agua en la caldera. Por la gran precisión de reguladores de nivel de seguridad este proceso podría dar lugar a una activación del proceso de seguridad por falta de agua exigiendo un rearme manual.

## ■ Parada de la caldera

Cuando se vaya a apagar la caldera por un periodo largo (paradas nocturnas o de fin de semana) se procederá con las operaciones a continuación descritas y por el mismo orden.

- 1 Se colocará el selector y el interruptor general en la posición 0. De esta forma se aprovecha el vapor que todavía hay en el interior de la caldera.
- 2 Purgar con presión de vapor el nivel óptico.
- 3 Purgar con presión de caldera, abriendo al máximo la válvula de purga de lodos y mantenerla abierta durante 5 segundos (sólo para el caso de calderas sin purga automática).
- 4 Cuando la presión baje a 0, se cerrará lentamente la válvula de salida de vapor y se mantendrán cerradas las válvulas de purgas y entrada de agua a la caldera.
- 5 Si fuese necesario, despresurizar la caldera mediante la válvula de aireación.

## 10 AJUSTES Y CONTROLES QUE DEBEN REALIZARSE

Se recomienda comprar la caldera como un paquete que incluya todo el equipamiento. Para calderas que no se compraron como paquete, deberán utilizarse accesorios que se ajusten a los valores nominales de la caldera y que cumplan con las normas. Para la selección de estos accesorios, puede solicitar asesoramiento a nuestra empresa.

El ajuste de la potencia del quemador debe realizarlo el fabricante del mismo o una empresa autorizada por éste, y dicha potencia no deberá exceder el valor del gasto calórico de la caldera.

Los ajustes del presostato no deben superar la presión operativa de la caldera y deben cumplir con los requisitos del proceso.

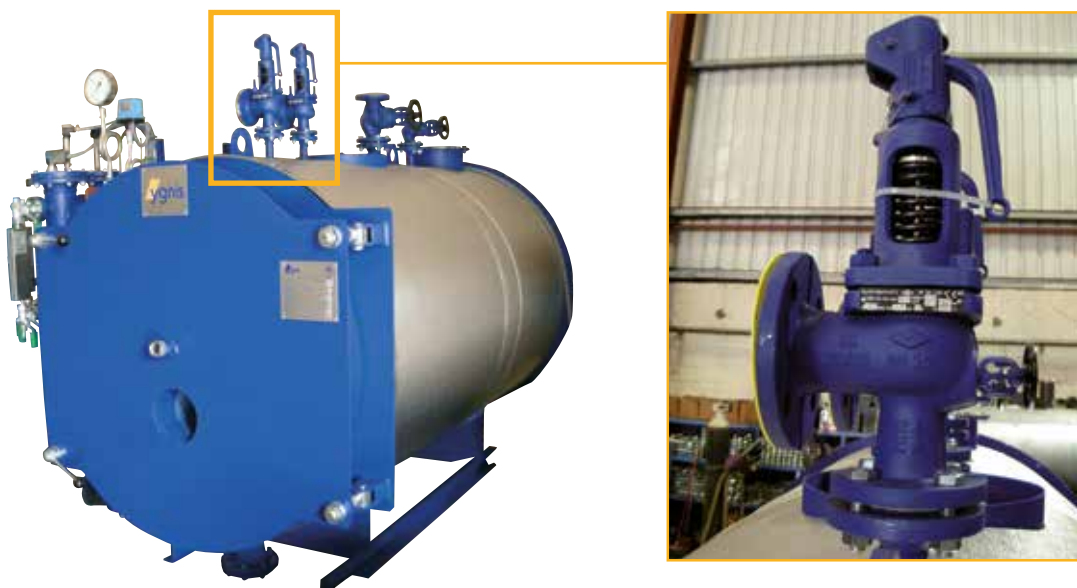
La bomba de alimentación de agua de la caldera debe girar en la dirección que indica la flecha; si está en contramarcha, las conexiones de fase deben ser inversas.

El nivel de agua de la caldera debe controlarse desde el indicador de nivel, la presión desde el manómetro y el funcionamiento del dispositivo de alimentación de la caldera debe supervisarse de forma continua.

Una vez al mes debe comprobarse la presión de apertura de la válvula de seguridad.

### ■ Control de las válvulas de seguridad

En el arranque deben registrarse los valores nominales de las válvulas de seguridad. Conserve los registros. En calderas que tienen más de una válvula de seguridad, primero debe controlarse la válvula que abre a mayor presión.



Las válvulas reguladas a presiones de apertura superiores deben bloquearse con mecanismos especiales; el resorte de la válvula que va a controlarse debe permanecer liberado.

Cuando la caldera alcance la presión operativa, debe abrirse y cerrarse varias veces la válvula de seguridad manualmente. De esta manera se asegura el correcto funcionamiento y se calienta el cuerpo de la válvula.

Después, la presión de la caldera debe aumentarse al valor de la válvula de descarga y se debe controlar que la válvula abra automáticamente a la presión requerida. Una vez comprobada la válvula de seguridad se debe detener la combustión y bajar la presión del vapor de descarga hasta un nivel que permita el funcionamiento seguro de la válvula.

Las válvulas de seguridad están precintadas por el fabricante y en caso de que dicho precinto se rompa la empresa responsable del mantenimiento o el organismo de inspección deberá proceder a un nuevo precintado con su marca característica.

Mientras se ajustan las válvulas de seguridad (especialmente válvulas para calderas de alta presión y capacidad) la presión de la caldera debe estar 20% por debajo de la presión operativa. La misma inspección debe repetirse después de ajustar la válvula.

## ■ Control del nivel de agua

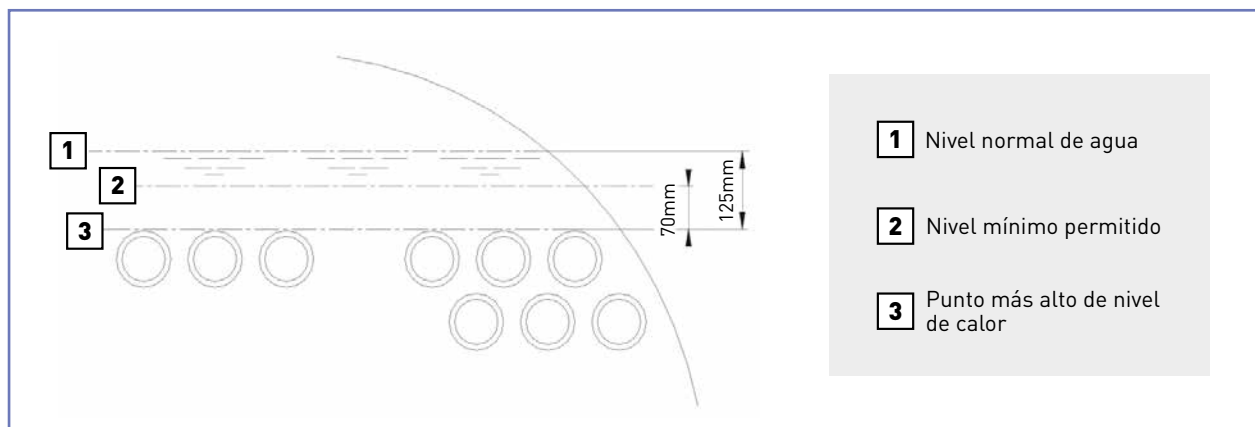
Durante el funcionamiento de la caldera, el nivel de agua debe mantenerse al valor deseado con la mayor constancia posible. Para calderas de alta producción y con cambios constantes en el caudal de vapor, se recomienda la instalación de un control automático del nivel de agua disponible como opción.

Deben existir al menos 2 herramientas para medir y controlar el nivel de agua en cada caldera; uno de ellos debe ser la mirilla. Si se observan diferencias entre los medidores, debe averiguarse el motivo y corregirlo.

Al menos una vez por turno debe descargarse el dispositivo de control de nivel mediante la apertura de su válvula de descarga; luego debe cerrarse para observar que el dispositivo vuelva a llenarse con agua.

En la mirilla deben marcarse los niveles de agua máximo y mínimo. La mirilla y sus periféricos deben estar bien iluminados y se debe controlar que no existan fugas de vapor.

Debe mantenerse limpia. Si no puede observarse el nivel de agua, debe realizarse una descarga de agua.



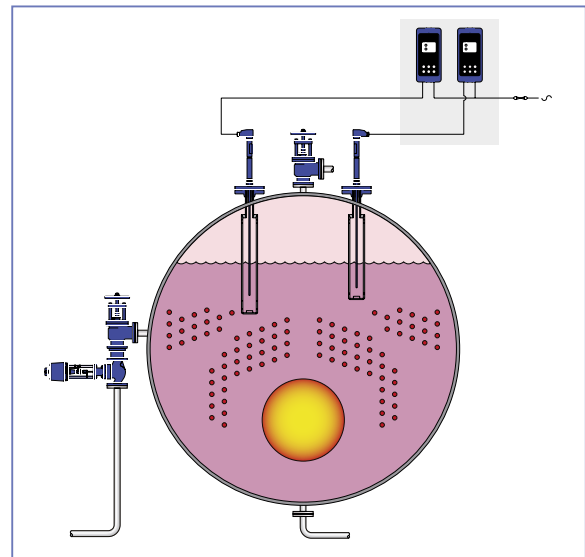
## ■ Sistema de alarma del nivel bajo de agua de la caldera

Para proteger la caldera de vapor de condiciones de bajo nivel de agua se debe utilizar un sistema de alarma de nivel bajo, de alta seguridad y con autocomprobación. Las calderas Ygnis utilizan dos sondas de conductividad autoverificables y dos controladores electrónicos limitadores del 1er y 2º nivel bajo de agua.

Este sistema verifica el nivel de agua con la varilla de la sonda, comprobando la resistencia de la tierra a través del agua hasta la caldera. Cuando el nivel de agua cae por debajo de la sonda, la resistencia a tierra aumenta, activando una alarma de nivel bajo y parando la caldera.

El sistema permite la automatización de la sala de calderas para aumentar la productividad sin sacrificar la seguridad. Las alarmas de alta seguridad, con autocomprobación proporcionan advertencias de fallos en el sistema y permiten una parada segura de la planta.

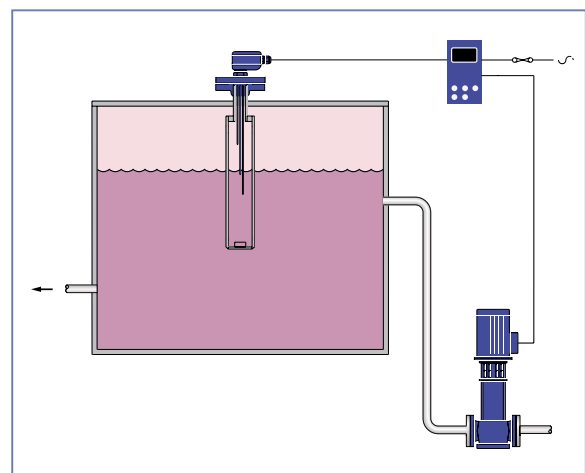
Cada sonda debe ser montada en un tubo de protección distinto con dos orificios, uno conectado con la cámara de vapor en la parte superior y otro con la cámara de agua en la parte inferior, favoreciendo una lectura en ausencia de turbulencias y conectadas a su propio controlador.



## ■ Sistema de alimentación de agua de la caldera

Para el control automático del nivel de agua, las calderas de vapor Ygnis van provistas de un controlador electrónico de nivel todo o nada y una sonda conductiva también ubicada en el botellín siendo por tanto necesario que esté perfectamente limpio.

Una vez cada tres meses se debe, con la caldera sin presión y fría, desmontar la brida donde se alojan los botellones y asegurarse de que el interior está perfectamente limpio y libre de incrustaciones. Además deberán limpiarse los elementos sensibles de los electrodos de nivel hasta que recuperen el brillo metálico, usando un paño para la limpieza.



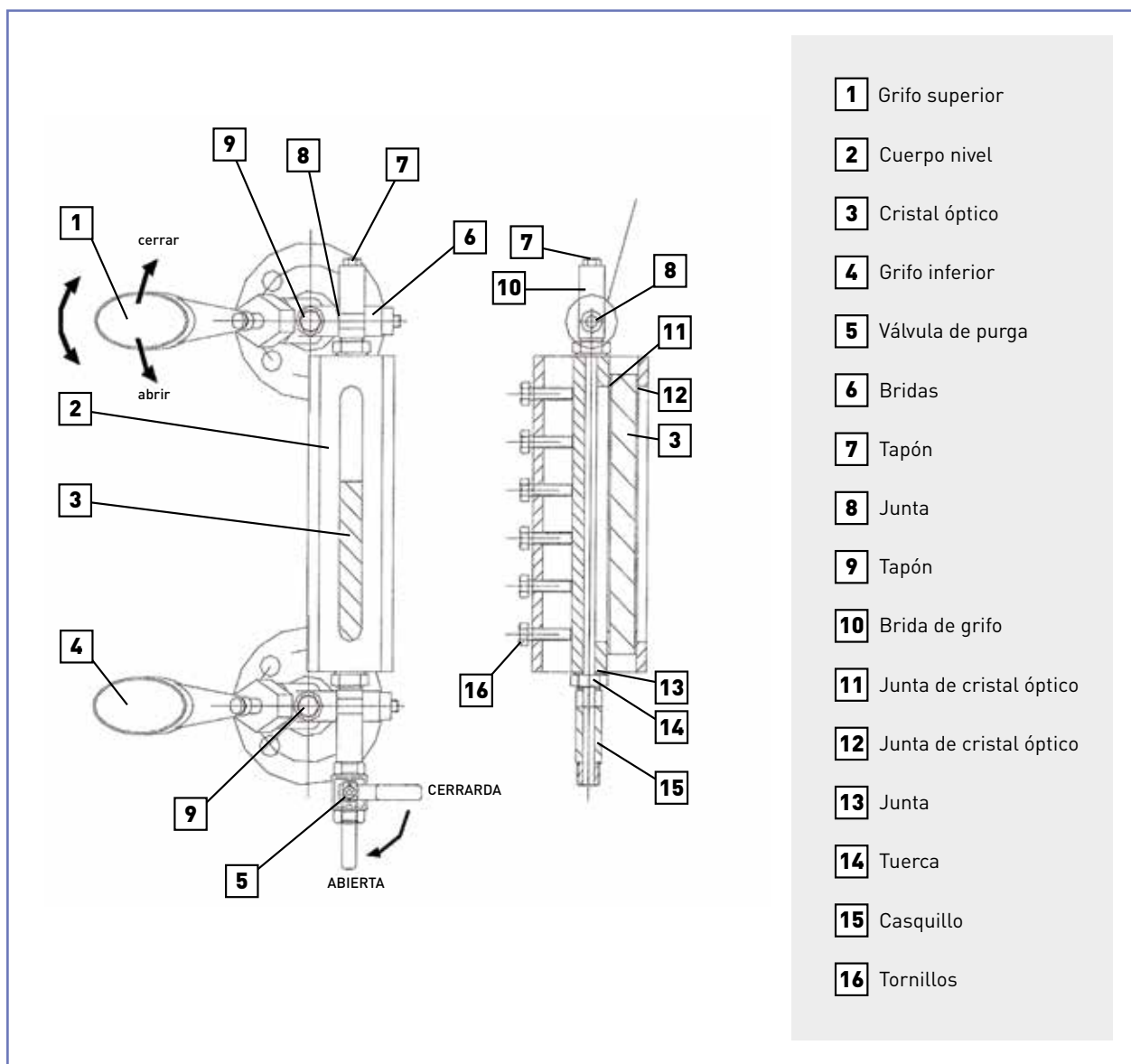
**ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA QUE PUEDEN PRODUCIRSE OLEAJES DENTRO DE LA CALDERA DEBIDO A DIVERSOS FACTORES:** POR CIERRE O APERTURA DE VÁLVULAS DE TIPO TODO/NADA EN ELEMENTOS TERMINALES, POR DEMANDA POR ENCIMA DE LA PRODUCCIÓN CONVENCIONAL QUE PRODUCE CÁIDA IMPORTANTE DE PRESIÓN EN CALDERA O POR LLAMA DE QUEMADOR MAL DISTRIBUIDA EN HOGAR.

## ■ Niveles ópticos

Al principio del trabajo es normal que aumente el nivel de agua unos centímetros. Esto no supone fallo alguno y es debido a que al calentarse el agua aumenta de volumen, por lo tanto no será necesario interrumpir el trabajo.

Si el nivel está totalmente lleno en el arranque puede deberse a que en la última parada no se abrió la **válvula de aireación**, ni se cerró la válvula de entrada de agua, y al enfriarse la caldera desaparece la presión, se crea una depresión en la caldera y se aspira agua del depósito a través de la bomba. Cuando ocurra esto: **abrir las válvulas de vaciado** y de aireación hasta recuperar el nivel correcto.

**Si el nivel llega al máximo cuando la caldera está en funcionamiento hay que pararla inmediatamente y hacerla revisar por el fabricante o mantenedor autorizado de equipos a presión.**





## ■ Control de la espuma

Cuando se forma espuma, lo que se manifiesta en fluctuaciones del nivel de agua y en descensos inexplicables en la calidad del vapor, debe reducirse el caudal de vapor para restaurar el nivel constante de agua. Para retirar la espuma, debe utilizarse un control de purga de sales disponibles opcionalmente en las calderas de vapor Ygnis.

Debe llenarse la caldera con agua dulce y la descarga de la espuma debe continuar hasta que no se forme más; si no se puede impedir la formación de espuma, entonces la caldera debe detenerse y se deben investigar las causas del problema.

## ■ Control del agua de alimentación de la caldera

El agua de alimentación debe enviarse a la caldera después de pasar por un sistema de tratamiento de agua. Mediante análisis constantes del agua de alimentación y el agua del interior de la caldera deberá detectarse cualquier desvío de las condiciones mínimas exigidas por la normativa vigente o este manual, acometiendo las acciones correctoras necesarias.

Las bombas de agua de alimentación de la caldera deben mantenerse bajo control durante el funcionamiento y, en caso de producirse un fallo, inmediatamente debe ponerse en funcionamiento la bomba de repuesto, cuando exista, para evitar que se corte el agua de alimentación.

El nivel de espuma se puede controlar con la descarga de la purga de sales.

## ■ Presión

La presión se mantiene de manera automática entre los límites preestablecidos por el sistema de control. El presostato de seguridad actúa como seguridad bloqueando la caldera en caso de que la presión alcance o sobrepase dicho valor.

Para variar las presiones o la diferencia entre la presión de paro y la de puesta en marcha del quemador se debe proceder según las instrucciones particulares del quemador.

Bajo ningún concepto se manipulará el presostato de seguridad, salvo que lo realice el fabricante o mantenedor autorizado de equipos a presión.

La presión de trabajo será siempre menor o igual que la presión máxima de servicio y menor que la presión de diseño. La presión de diseño y la máxima de servicio figuran en la placa de identificación de la caldera.

Una lectura directa de la presión se puede realizar a través del manómetro en el que estará marcada bien visible la presión máxima de servicio, y en caso de superarse este valor en manómetro se deberá desconectar el quemador, parar la caldera y avisar al fabricante o mantenedor autorizado de equipos a presión.

## ■ Sistema de Purgas

Es posible mantener la concentración de sólidos disueltos en el agua de la caldera (TDS: Total Sólidos Disueltos) en un nivel aceptable mediante análisis constantes del agua de alimentación y el accionamiento con la frecuencia y duración adecuadas de las válvulas de purga instaladas para ese fin.

Si no se realizan los análisis que pueden determinar la cantidad de purga continua y la duración, de esta caldera deberá purgarse mediante la apertura completa de la válvula de purga de lodos al menos una vez en cada turno. Las purgas deben realizarse cuando el caudal de vapor está al mínimo.

Las válvulas de purga deben ser de accionamiento rápido.

El sistema de purga debe inspeccionarse con frecuencia y las válvulas con fugas deben repararse o reemplazarse después de parar el quemador y bajar la presión de la caldera.

Ygnis recomienda la utilización de sistemas automáticos de purgas para facilitar la automatización y la durabilidad del equipo.



ES OBLIGATORIO INSTALAR UN FILTRO DE MALLA EN LA TUBERÍA DE ADMISIÓN DADO QUE EL NO INSTALARLO PUEDE LLEVAR AL FABRICANTE DE BOMBAS A DENEGAR LA GARANTÍA.

## 11 NORMAS DE SEGURIDAD

- El uso de la caldera sólo es para la producción de vapor.
- El uso de la caldera debe ser conforme a las advertencias y recomendaciones del presente manual.
- La instalación de vapor debe estar a cargo de personal autorizado.
- Las conexiones eléctricas de la caldera deben estar a cargo de personal autorizado.
- No debe ponerse en funcionamiento la caldera si el nivel de agua es inferior al mínimo.
- Al abrir la puerta principal, el quemador debe estar apagado y la energía desconectada.
- El personal a cargo del funcionamiento de la caldera debe contar con la formación adecuada y la certificación que lo habilite cuando así lo requiera la normativa vigente.
- La chimenea debe cumplir con las normas de construcción de chimeneas vigentes en cada momento.
- La limpieza de la chimenea debe realizarse 2 veces al año; además, debe garantizarse que no presente grietas ni orificios.
- Durante la primera puesta en funcionamiento y en los siguientes encendidos se debe controlar que la caldera y el tanque de condensados estén llenos de agua y que estén abiertas las válvulas de aspiración y descarga de la bomba de alimentación de la caldera que se pondrá en funcionamiento. También debe controlarse que se haya realizado la purga de la bomba de aire y que la bomba gire en la dirección correcta.
- Si durante el funcionamiento se detectan ruidos no habituales en la caldera o en la instalación, debe apagarse inmediatamente el quemador y liberarse la presión mediante las líneas de descarga.
- En regiones de clima frío deben tomarse las medidas necesarias para evitar que la temperatura de la caldera y del tanque de condensados descienda hasta el punto de congelación.
- Excepto antes del encendido, se recomienda no llenar la caldera con agua fría. La temperatura del agua de alimentación debe ser de 80°C para una presión de 10 bares. En ningún caso se recomienda que descienda por debajo de 70°C.
- El nivel de agua de la caldera debe controlarse continuamente. Si no es posible observar correctamente el nivel de agua o el indicador está defectuoso, el quemador debe detenerse inmediatamente y limpiar la mirilla del medidor, localizar el error y corregirlo. Se debe controlar con frecuencia que la válvula del medidor y las tuberías de conexión no estén bloqueadas internamente.

- Los dispositivos de alimentación de la caldera deben permanecer en buenas condiciones de funcionamiento. Deben tomarse medidas para evitar el uso de agua dura con condiciones inferiores a las exigidas por la normativa vigente o el presente manual que puedan dañar prematuramente la caldera.
- En situaciones poco habituales, por ejemplo cuando el nivel del agua desciende rápidamente, la presión del vapor asciende con rapidez, se observa el enrojecimiento y curvatura de algunas piezas de la caldera o se detecta alguna fuga, el quemador debe cerrarse inmediatamente. El vapor debe salir por la descarga y debe notificarse inmediatamente a las autoridades .
- Si el quemador no funciona, no presione el botón de reinicio más de dos veces y llame al técnico del servicio autorizado.
- Si se observan fugas y pérdidas en las conexiones de combustible del quemador y en las líneas de alimentación, el quemador debe apagarse inmediatamente y cerrarse las válvulas de la línea. En el caso de usar gas natural o gas licuado, deberá cumplirse con los requerimientos establecidos por la normativa vigente.
- En el caso de usar gas licuado, cuando observe escarcha y gotas de rocío sobre las tuberías de combustible debido a la licuefacción del gas residual de la noche anterior, especialmente en días fríos, no ponga en funcionamiento el quemador en ninguna circunstancia. El gas licuado debe descargarse de manera segura por el drenaje. (La licuefacción también puede formarse en climas normales debido a problemas en el control del nivel de gasificación o en el regulador de línea).
- La puerta de la caldera no debe abrirse en ninguna circunstancia antes de detener el quemador y cortar la energía.



LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR DEBE ESTAR A CARGO DE PERSONAL ENTRENADO Y FORMADO.

## 12 QUÉ SE DEBE HACER EN CONDICIONES DE EMERGENCIA

### ■ Nivel de agua anormalmente bajo

Cualquiera que sea el motivo, si el nivel de agua en el medidor desciende por debajo del mínimo, el quemador debe detenerse inmediatamente y la salida de vapor debe cerrarse. Después, deben investigarse los motivos de esta anomalía.

Es muy peligroso llenar de agua inmediatamente la caldera y restablecer el nivel de agua a su estado anterior. Después de que la caldera se enfríe, debe llenarse de agua bajo supervisión.

Cuando se entiendan los motivos del descenso en el nivel de agua y se haya solventado la anomalía, debe restablecerse el nivel normal de agua y encenderse la caldera.

En calderas con alarmas eléctricas y sistemas de bloqueo, que notifican el nivel bajo de agua, dichos sistemas deben mantenerse siempre en buen estado de funcionamiento para que brinden protección contra descensos repentinos del nivel.



REALICE LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO COMPLETOS DE LA CALDERA Y SUS ACCESORIOS.

## 13 NORMAS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LA CALDERA

### ■ Generalidades

La planificación de las tareas de mantenimiento periódicas en la caldera debe hacerse de acuerdo con las condiciones de funcionamiento y con la rapidez con que se ensucia.

En condiciones normales de funcionamiento, el mantenimiento de las calderas del lado del humo (limpieza del turbulador y de la tubería de humo) debe realizarse al menos una vez cada 2 semanas para las calderas de combustible líquido y al menos una vez cada 2 meses para las de gas. El mantenimiento del lado del agua deber ser al menos una vez cada 6 meses en ambas. Si la caldera se ensucia más rápido debido a las condiciones de funcionamiento, el período de mantenimiento debe acortarse.

Además, con el fin de eliminar fallos de funcionamiento que se observan en las calderas de vapor, éstas deben someterse al menos una vez al año por una inspección y mantenimiento generales tanto la caldera como su equipamiento, además de las inspecciones exigidas por la normativa vigente.

La inspección, el mantenimiento, los controles y los accesorios de la caldera deben realizarse conforme a las instrucciones del fabricante.

### ■ Válvulas de seguridad

Según los modelos de las calderas Ygnis, éstas irán provistas de una o dos válvulas de seguridad según modelo. Siempre deben estar en buenas condiciones de funcionamiento.

Al menos una vez al año, las válvulas de seguridad deben pasar por pruebas en caliente y debe controlarse que cumplan con los valores de apertura y cierre, según los valores nominales.

Para válvulas de seguridad nuevas, los valores nominales deben controlarse verificando los ajustes realizados por el fabricante.

Si durante el funcionamiento se observa una fuga en la válvula de seguridad, debe abrirse manualmente para eliminar la fuga y debe purgarse el vapor durante un breve período para permitir la descarga de sustancias extrañas que puedan existir en el asiento de la válvula. Si la fuga continúa, después de enfriar la caldera debe extraerse la válvula para su reparación. En válvulas de seguridad con fugas no debe aumentarse la presión del resorte para eliminar la fuga.

Durante el control de apertura de la válvula de seguridad debe tenerse en cuenta la siguiente fórmula:

$$P_{\text{apertura}} = 1.05 \times P_{\text{servicio}}$$

**EJEMPLO:** la presión de ajuste de la válvula de seguridad para 6 bares de presión de servicio:

$$P_{\text{apertura}} = 1.05 \times 6 = 6.3 \text{ bares}$$

## ■ Bombas de agua de alimentación

Antes de poner en funcionamiento las bombas de alimentación de la caldera, deben quitarse las sustancias protectoras de las superficies brillantes externas colocadas por los fabricantes. La bomba de succión debe controlarse y realizarse la inyección de agua.

Las bombas de alimentación de la caldera deben utilizarse de manera alternada para equilibrar la vida útil de cada una de ellas. En caso de que se escuchen ruidos mecánicos anormales provenientes de los cojinetes o de los elementos internos de la bomba, o que se produzcan frecuentes cortes térmicos, comuníquese con el servicio técnico autorizado.

## ■ Parada de la caldera

Las calderas de vapor Ygnis son de funcionamiento automático, es decir, nivel de agua y presión de trabajo se mantienen en condiciones normales de funcionamiento de manera automática.

Cuando esté previsto realizar una parada prolongada de la caldera deberán seguirse los siguientes pasos.

Desconectar interruptor general lateral del cuadro.

Exista o no una válvula de control en la salida de la caldera, la válvula de cierre en la salida de vapor debe cerrarse bien después de apagar la llama. Si en la salida hay dos válvulas de cierre, el vapor en la tubería que está entre ellas debe purgarse después de cerrar ambas válvulas.

Después de cortar el combustible, si existe un medio atomizante tal como vapor o aire presurizado, debe cerrarse la entrada del medio atomizante.

Si el nivel de agua de la caldera es normal, debe detenerse la bomba de agua de alimentación. La válvula de entrada debe cerrarse y, si el nivel de agua es demasiado alto, realizar una purga para llevarlo al nivel normal.

El período de enfriamiento de la caldera difiere según el tipo, la capacidad y las características de la caldera. Para evitar la formación de calor diferencial, debe evitarse el enfriamiento rápido. En calderas de gran tamaño, durante el enfriamiento deben realizarse encendidos adicionales (cortos) para proporcionar una distribución pareja del calor.

## ■ Vaciado

Al dejar que la caldera se enfríe debe controlarse el descenso de la presión. Cuando la presión desciende de 2 a 2.5 bar debe abrirse la válvula de desaireación para evitar que las piezas trabajen bajo presión. Cuando la presión de la caldera alcance el valor de 0 bar y la temperatura del agua descienda por debajo de 90°C podrá vaciarse la caldera.

Si la caldera que debe vaciarse funciona en paralelo con otras calderas, solamente debe ponerse atención sobre la válvula de vaciado de esa caldera.

Después de vaciar por completo la caldera, las válvulas de purga deben cerrarse bien y deben colgarse las etiquetas de advertencia que indican que deben permanecer cerradas.

## ■ Preparación para las tareas de inspección y mantenimiento

- Para realizar las tareas de inspección y mantenimiento, la caldera debe estar parada, fría y vacía.
- Antes de acceder a la caldera para realizar la inspección, la válvula principal de vapor debe estar cerrada. Cuando exista una válvula de purga entre dos válvulas de salida de vapor, ésta debe estar abierta.
- La válvula de entrada del agua de alimentación de la caldera y las válvulas de purga deben estar cerradas y sobre ellas adheridas placas de advertencia.
- Si la válvula de purga de la caldera está conectada a las válvulas de purga de otras calderas, deben tomarse estrictas medidas de seguridad (por ejemplo, quitar los volantes después de cerrar las válvulas de purga).
- Todas las válvula de entrada de combustible deben estar cerradas y sobre ellas adheridas placas de advertencia. Para brindar seguridad al personal encargado del mantenimiento, deben quitarse las tuberías de ignición del quemador y, en calderas de combustión a gas, debe desconectarse la línea o retirarse parte de la tubería.
- Antes de acceder a la caldera, la cámara de combustión y los conductos de la chimenea deben airearse y purgarse los gases internos.
- Cuando ingrese el personal para realizar la inspección, deben colocarse avisos o placas de advertencia en lugares visibles para indicar que hay personas trabajando en el interior. Antes de ingresar, las puertas abisagradas deben permanecer completamente abiertas y sujetas por detrás.
- Antes de parar la caldera para realizar las tareas de inspección y mantenimiento debe soplar el hollín para limpiar las superficies calientes. A los fines de la inspección, primero limpie minuciosamente el hollín de las superficies de transferencia de la caldera, como tuberías.
- Las lámparas móviles y revestimientos que se utilizan para iluminar la caldera no deben superar los 42 W y los cables de extensión deben estar aislados y no presentar fallos. Los cables deben protegerse contra aplastamientos y cortes en posibles lugares con daños (como bordes afilados y aperturas de puertas); todos los dispositivos eléctricos que se utilizan deben estar correctamente conectados a tierra. Elija dispositivos que funcionen con bajos voltajes y realice los trabajos de conexiones de electricidad fuera de la caldera.

## ■ Inspección y mantenimiento de las superficies internas

Las superficies internas de las partes presurizadas de la caldera deben inspeccionarse para controlar la conformidad con las especificaciones del agua de alimentación y del agua que se utiliza en la caldera. Antes de ingresar a la caldera para realizar dicha tarea, la puerta debe permanecer abierta y la caldera debe haberse ventilado.

Durante la limpieza y el lavado mecánico no deben dañarse las tuberías bajo ninguna circunstancia.



## ■ Inspección de las superficies externas y demás partes

- Se deben retirar los turbuladores y limpiar las tuberías. Después de la limpieza, los turbuladores deben colocarse en su lugar. Para lograr una completa eficiencia de la caldera, los turbuladores deben instalarse en su totalidad.
- Deben eliminarse todas las fugas y pérdidas que se detecten. Al realizar los ajustes no debe aplicarse demasiada fuerza y, si la fuga no se detiene a pesar de los ajustes, los lugares con fugas deben abrirse y colocarse nuevas juntas después de la limpieza. Mientras se extraen las juntas de las bridas planas, debe ponerse cuidado para no rayar estas superficies.
- Las válvulas, tuberías, adaptadores para conexiones de tubería, tubos exteriores y el equipamiento de la caldera deben inspeccionarse para detectar fugas.
- Las bocas de inspección que presentan fugas deben pasarse a mantenimiento y deben eliminarse las fugas existentes.
- Si la chimenea se encuentra directamente sobre la caldera deben tomarse medidas para evitar que entre agua de lluvia; también deben controlarse las corrosiones.
- Debe inspeccionarse la mirilla y su posición para observar si existen desplazamientos y deben controlarse las tuberías que conectan la botella de nivel de agua a la caldera para comprobar si está ligeramente inclinada hacia la caldera.
- Durante el mantenimiento y la inspección, la caldera y sus periféricos como tomas de aire, base de la chimenea, quemadores, frente de la caldera, alimentación del combustible y dispositivos de control deben mantenerse siempre limpios. Las herramientas y conjuntos que se utilicen durante el mantenimiento no deben dejarse fuera de lugar.

## ■ Limpieza de las superficies internas

- Las superficies que están en contacto con el agua o el vapor durante el funcionamiento de la caldera deben limpiarse de sustancias como aceite, grasa, ácidos oleosos, óxido y pintura.
- Si la caldera se mantiene fuera de funcionamiento durante un período de tiempo, debe limpiarse por completo, como en la limpieza habitual. Las superficies deben limpiarse con solución sódica para eliminar la acidez.
- Si los depósitos formaron una capa, la limpieza con solución sódica debe repetirse tantas veces como sea necesario. La limpieza suficiente de azufre puede comprobarse con papel de pH (el valor del pH debe estar entre 7 y 9).
- Las puertas de la caldera deben permanecer cerradas para aislarla del aire. Además, debe colocarse un recipiente con cal viva o cualquier otro producto absorbedor de la humedad dentro de la caldera para mantener el aire seco en el interior.

## ■ Depósitos

Los depósitos sólidos en la caldera se presentan en forma de incrustaciones o lodo en tuberías y demás superficies.

El motivo de las incrustaciones es la falta de un medio químico que evite los depósitos que se forman en muchas calderas. Bajo condiciones específicas, dichos depósitos por lo general forman lodo, endurecimientos y adherencias en las superficies.

Las incrustaciones conducen al calentamiento excesivo de las superficies calientes y por consiguiente a perforaciones del material. Para garantizar que no se formarán incrustaciones, el agua de alimentación de la caldera debe pasar por un tratamiento que le proporcione las condiciones químicas deseadas antes de suministrarse a la caldera. El agua en la caldera debe mantenerse en condiciones químicas adecuadas.

El procedimiento químico correcto que se aplique al agua de la caldera debe controlarse periódicamente con análisis del agua de alimentación y del agua interior de la caldera.



Foto del interior de una caldera donde no se han realizado las operaciones pertinentes de limpieza y purgas.

Los sólidos dispersos se depositaron en las paredes de los tubos incapacitando el rendimiento y funcionamiento de la caldera.



Foto de incrustaciones.

## ■ Lodo

Deben evitarse las formaciones de lodo en las superficies de la caldera, ya que reducirán la transferencia de calor y producirán el recalentamiento de las superficies.

Al poner en funcionamiento la caldera, el agua del interior no debe vaciarse hasta que se haya enfriado completamente, también se debe evitar que el lodo así formado se solidifique sobre las superficies calientes.

## ■ Corrosión

La corrosión puede producirse tanto cuando la caldera está en funcionamiento como durante las paradas. Si en la caldera se consigue evitar que haya incrustaciones, la vida útil de las partes metálicas depende de los orificios o de la erosión en su superficie debido a la corrosión.

Si en los lugares con orificios existen manchas de óxido de hierro de color rojo o negro, estas manchas se han formado a causa del carácter neutro o alcalino del agua de la caldera.

Las principales fenómenos de corrosión en las calderas son provocados por oxígeno (pitting) o bien por la corrosión cáustica.

La corrosión por oxígeno consiste en la reacción del mismo disuelto en el agua con los componentes metálicos de la caldera en presencia de agua, provocando su disolución o conversión en sólidos solubles.

La corrosión cáustica se da en zonas de elevada carga térmica con sobreconcentración de sales alcalinas.

Si existe calor excesivo en zonas en las que el agua de la caldera está en contacto con las partes metálicas y la circulación no es la suficiente, se producen orificios o picaduras. Igualmente, puede formarse corrosión en agua neutra, aunque de manera más lenta. Como resultado de este tipo de corrosión se forma óxido de hierro y gas hidrógeno. En ocasiones, dadas las altas temperaturas que se generan debido a la mala transferencia del calor sobre las superficies con depósitos excesivos, los materiales depositados entran en reacción con el metal y esto lleva a la corrosión.

Por lo tanto, debe utilizarse el equipamiento necesario para purgar el agua de alimentación de la caldera de todo tipo de gases, especialmente del oxígeno. (Para este fin debe utilizarse un sistema de desgasificación térmica del agua de alimentación). Además, deben agregarse al agua de la caldera diversos químicos secuestradores de gases.

La concentración de  $\text{CO}_2$  en el tanque de condensados de vapor también puede provocar efectos de corrosión en la caldera ya que son arrastrados a ésta con el agua de alimentación. Toda caldera con el lado de agua de color rojizo presenta problemas de corrosión en las líneas de retorno de condensados. Para evitarlo deberá instalarse un sistema de control de contaminación en los condensados disponible como opción.



Foto de pitting [corrosión por oxígeno]



Foto de corrosión cáustica.

## ■ Prevención de la corrosión del lado del gas

Cuando se utiliza combustible líquido, especialmente fueloil pesado, el contenido de azufre llega a 3%. Durante la combustión el azufre se acumula en las superficies de fuego y humo. Durante las operaciones de arranque y parada, el vapor de agua del gas de la chimenea se condensa y el azufre se mezcla con el agua para formar ácido sulfúrico.

Para evitarlo:

- Debe utilizarse combustible líquido con bajo contenido de azufre.
- No se debe permitir que se junten hollín y tizón en las superficies calientes de la caldera (cámara de combustión, tuberías de humo, cajón de humo); el proceso de limpieza debe realizarse con la mayor frecuencia posible.
- El quemador no se debe detener con demasiada frecuencia.
- El aire empleado para la combustión del quemador debe estar en buenas condiciones. El ajuste del quemador debe realizarlo el servicio técnico autorizado con un analizador de gas de chimenea.

## ■ Grietas en las partes de acero

Las grietas de la caldera y de las tuberías de humo deben eliminarse de inmediato, ya que pueden generar consecuencias peligrosas.

## 14 ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN Y DEL AGUA DE LA CALDERA

El agua que se usará en la caldera debe estar acondicionada. Las especificaciones químicas que deben cumplir el agua de alimentación y el agua de la caldera se muestran en las siguientes tablas y gráficos. Para que el funcionamiento de la caldera sea eficiente y económico, el agua de alimentación y el agua de la caldera deben controlarse continuamente para garantizar que estén presentes las condiciones químicas necesarias.

El grado de pureza del vapor y el grado de polución deberán determinarse mediante muestras tomadas del tanque de condensados de vapor.

### ■ Deterioro de la pureza del vapor

Las sustancias extrañas líquidas y sólidas transportadas en el vapor que se producen en la caldera son contaminantes que deterioran la pureza del vapor. Las sustancias líquidas son las pequeñas gotas de agua que se arrastran junto con la evaporación y las sólidas son sustancias suspendidas o disueltas que se arrastran junto con las mencionadas gotitas de agua o el vapor.

**Arrastre del agua:** se arrastra a lo largo de grandes volúmenes junto con el vapor debido al aumento del nivel en la caldera o al aumento repentino del caudal de vapor durante un breve período, por cualquier motivo. El arrastre del agua provoca impactos de agua en las tuberías de vapor.

**Espuma:** es la acumulación de agua de la caldera entorno de burbujas de vapor en forma de membrana debido a sustancias líquidas o sólidas contaminantes presentes en el agua de la caldera. La formación de espuma por este motivo puede aumentar y ser arrastrada junto con el vapor.

**Bruma:** las pequeñas gotas que existen en la superficie del agua de la caldera son arrojadas en forma de rocío o bruma en el vapor debido a la explosión de las burbujas de vapor que surgen en las superficies donde se liberan.

**Cebado:** es el evento de agua que se mueve junto con el vapor con un repentino desplazamiento del agua de la caldera. (Puede compararse con el evento que se observa cuando se agita una botella de bebida gaseosa).

**Silicato (SiO<sub>2</sub>):** sustancias sólidas suspendidas en el agua de la caldera y que se acumulan en la película que rodea las burbujas de vapor y que aumentan la resistencia de la burbuja contra roturas y originan la espuma.

## ■ Efectos del arrastre de agua

- Descenso de la eficiencia operativa de la caldera.
- Erosión de los dispositivos que trabajan con vapor.
- Formación de depósitos en los circuitos de vapor y del de condensados.

## ■ Control de la pureza del vapor

El arrastre de espuma y agua que se produce en la caldera son condiciones peligrosas que exigen tomar medidas para eliminarlas de inmediato.

## ■ Medidas para evitar el arrastre del agua

- Realizar purgas controladas continuamente para mantener la condensación del agua de la caldera en los valores previstos para la aplicación.
- Asegurar la ausencia de sustancias espumosas en el agua de la caldera.
- Evitar cambios repentinos en el caudal de vapor.
- Mantener el nivel de agua en los límites indicados.
- Reducir la entrada de sustancias químicas a la caldera.
- Establecer el sistema de acondicionamiento del agua de alimentación para proporcionar las condiciones de la tabla-1.
- Agregar al agua de la caldera sustancias especiales para extraer la espuma.
- Controlar la idoneidad de la selección de capacidad de la caldera.
- Controlar que el quemador seleccionado y sus boquillas coincidan con la capacidad de la caldera.
- Durante el funcionamiento inicial por la mañana, dejar salir el vapor después de que todas las líneas de tubería lleguen a la presión operativa.
- Utilizar separador de agua de vapor (especialmente después de la válvula de vapor principal, antes de algún aliviador de presión existente, en el vapor que usa entradas con dispositivos).
- Diseñar tuberías de vapor que eviten el enfriamiento y la condensación del vapor.

## ■ Agua de alimentación

El agua de alimentación de la caldera deberá estar tratada para cumplir las características mínimas recogidas en la norma UNE-EN 12953 -10.

Características del agua de alimentación en calderas pirotubulares	
Presión máxima de servicio	Entre 0,5 y 20 bar
Aspecto visual	Transparente, sin color ni sedimentos
Dureza total	0,2 Hfr
Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) en mg/l	≤ 0,05 mg/l
pH a 25°C	> 9,2
Aceites y grasas	≤ 1 mg/l
Hierro (Fe)	< 0,3 mg/l
Cobre (Cu)	< 0,05 mg/l

Principales impurezas del agua y sus defectos			
Impureza	Fórmula	Forma	Efectos
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	Gas	Corrosión
Oxígeno	O <sub>2</sub>	Gas	Corrosión
Materias en suspensión		Sólidos no disueltos (turbiedad)	Corrosión
Materia orgánica		Sólidos disueltos y no disueltos	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Aceite		Coloidal	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Acidez	H <sup>+</sup>		Corrosión
Dureza	Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup>	Sales disueltas	Incrustaciones
Alcalinidad	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> , OH	Sales disueltas	Espumas, arrastres en el vapor, desprendimiento de CO <sub>2</sub> , fragilidad caustica
Salinidad (TSD)		Sales disueltas	Depósitos espumas y arrastres en el vapor
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	Sales disueltas	Aumento de salinidad y corrosividad
Sílice	SiO <sub>2</sub>	Sales disueltas a veces coloidal	Incrustaciones y depósitos sobre turbinas u otros aparatos utilizadores
Hierro, manganeso	Fe, Mn	Sales disueltas o insolubles	Depósitos
Cobre	Cu	Sales disueltas o insolubles	Depósitos y corrosión

## ■ Agua en el interior de la caldera

El agua del interior de la caldera deberá tener las características que fija la norma UNE-EN 12953. Para ello una empresa especializada en tratamiento de aguas deberá establecer el programa de purgas de la caldera para que se respeten las características que debe tener el agua del interior de la caldera.

Características del agua de alimentación en calderas pirotubulares		
Conductividad directa en agua de alimentación a 25 °C	> 30 nS/cm	≤ 30 nS/cm
	0,5 < p ≤ 20	0,5 < p < 20
Conductividad directa (25°C) μS/cm <sup>2</sup>	≤ 6,000	< 1500
Alcalinidad meq/l	1 a 15	0,1 a 10
pH a 25°C	10,5 a 12	10 a 11
Fosfatos en mg/l de P205 -	10 a 20	6 a 15
Sílice ( SiO <sub>2</sub> ) mg/l	Función de la presión y la alcalinidad según gráfica anexa	

## ■ Dureza

Se mide en función de la cantidad de carbonato cálcico disuelto en la misma.

Grado de dureza		
Grado francés de dureza	1 °dF	10 mg/dm <sup>3</sup> de CO <sub>3</sub> Ca
Grado alemán de dureza	1°dH=1,79 °dF	17,9 mg/dm <sup>3</sup> de CO <sub>3</sub> Ca
Grado inglés de dureza	1°dF= 1,43° engl	14,3 mg/dm <sup>3</sup> de CO <sub>3</sub> Ca

## ■ Soluciones a los problemas planteados en las calderas de vapor. Tratamiento y acondicionamiento del agua

Para luchar contra los inconvenientes reseñados en el apartado anterior dos soluciones son necesarias:

- 1 Tratar el agua de aportación para eliminar aquellos elementos químicos del agua que son perjudiciales.
  - Clarificación
  - Desendurecimiento
  - Descarbonatación
  - Desmineralización
  
- 2 Acondicionar el agua añadiéndoles los productos químicos necesarios para modificar su comportamiento.
  - Inhibidores de incrustación y dispersantes
  - Inhibidores de corrosión



## 15 VIGILANCIA INDIRECTA DE LA CALDERA

Las normas de vigilancia de la caldera sin supervisión permanente están basadas en la Technical Rules for Steam Boilers ( TRD), “Operation of steam boilers plants with steam generators of group IV without permanent supervision” – TRD 604.

Todas las operaciones de mantenimiento deben estar efectuadas por empresas autorizadas.

### ■ Cada 2 horas

Con una periodicidad máxima de 2 horas, se verificarán los equipos de seguridad, regulación y alarma, de forma que se asegure la inexistencia de problemas. Para ello se deberá inspeccionar visualmente la caldera y equipamiento. El conductor sólo reseteará el reloj de dos horas si tras la inspección observa un funcionamiento correcto, de forma contraria deberá desconectar la caldera y avisar al fabricante o mantenedor autorizado de equipos de presión.

Una vez rearmado el pulsador de averías se revisarán: niveles ópticos, manómetro de presión de vapor, temperaturas, válvula de seguridad, quemador y panel de mandos.

También se purgará la caldera, si ésta no tiene purga automática así como los niveles ópticos y botellines externos que alojan los electrodos de nivel para asegurar que la señal de los mismos es correcta.

### ■ Cada 24 -72 horas

Las calderas de vapor de la marca YGNIS de la gama HDR pueden pasar a un sistema automático de funcionamiento, sin presencia del personal de conducción en la sala de calderas, el operador deberá realizar comprobaciones funcionales para asegurar la operatividad de sus sistemas de control y seguridad cada 24 ó 72 horas según el equipamiento instalado.

Los elementos adicionales que deben de estar instalados para vigilancia 24 ó 72 horas (vigilancia indirecta) según código de diseño TRD 604 son:

- Sistema de purga automático de lodos.
- Sistema de purga automática de sales.
- Control de nivel alto de agua en caldera.
- Control de conductividad de agua tratada (sólo en 72 horas).

## ■ Comprobaciones

Verificar el correcto funcionamiento de los niveles de seguridad mediante la válvula de purga, ayudándose de la purga de lodos si fuera necesario.

En caso de fallo de controles o seguridades requerirá pasar a un sistema de vigilancia directa (caldera con supervisión continua por parte del conductor responsable de su funcionamiento) hasta la subsanación de la anomalía.

## ■ Control del agua de alimentación (Medidor de Turbidez)

Si por el tipo de proceso existe la posibilidad de una irrupción de aceite o grasa en el circuito de agua, que ponga en peligro a la caldera, es necesaria la instalación de un sistema automático de control continuo del agua de alimentación. Un dispositivo fiable debe generar una alarma óptica o acústica, cuando el agua de alimentación contenga más de 3 mg/l de aceite o grasa. La alarma tiene que seguir vigente hasta que el operador de calderas pulse su reconocimiento. Cuando el contenido de aceite o grasa supera los 5 mg/l, el dispositivo de control tiene que apagar y bloquear el sistema de aporte de calor.

## ■ Control de condensado contaminado

Si por el tipo de proceso existe la posibilidad de una irrupción de otras sustancias extrañas como ácidos, lejías, agua marina, etc., en el circuito de agua, que pongan en peligro a la caldera, es necesaria la instalación de un sistema automático de control continuo del agua de alimentación. Un dispositivo fiable debe apagar y bloquear el sistema de aporte de calor, cuando se superen los valores límite según TRD 611. Se puede prescindir de este dispositivo de control en el caso de instalaciones con doble circuito.

- Para presiones de trabajo  $\leq 22$  bar: Conductividad (a 25 °C)  $< 8000$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  y PH (a 25 °C) entre 10,5 y 12,0.

## ■ Mensualmente

Adicionalmente a los controles de vigilancia anteriormente expuestos se deben de realizar las siguientes operaciones de mantenimiento:

- Alternar el funcionamiento de las bombas de caldera. (Si existen dos).
- Realizar un análisis de los gases de combustión.
- Comprobar el funcionamiento automático de todos los elementos.

## ■ Semestralmente

- Limpieza interior de los tubos de humos.
- Limpieza de registros de humos.

## ■ Anualmente

- Inspección de hogares y uniones a las placas tubulares.
- Inspección interior de la caldera reponiendo juntas de registro.
- Ante presencia de incrustaciones se debe limpiar con líquido desincrustante y posterior neutralizado.
- Ante la corrosión, medición de espesores por ultrasonidos.



ES IMPORTANTE REALIZAR TAREAS DE MANTENIMIENTO, CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS CALDERAS DE VAPOR PARA EVITAR PROBLEMAS DE CORROSIÓN Y SEGURIDAD.

## 16 INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS CALDERAS

En este punto se detalla el apartado de la normativa del Reglamento de Aparatos a Presión que hace mención a las inspecciones periódicas y pruebas a las que debe someterse la caldera.

### ■ Reglamento de Equipos a Presión 2008 – ANEXO III

Nivel de inspección	Agente y periodicidad
	Categorías I – II – III y IV
Nivel A	Empresa instaladora o fabricante 1 año
Nivel B	O.C.A. 3 años
Nivel C	O.C.A. 6 años

Tabla 2. Equipos sometidos a la acción de una llama o aportación de calor incluidos en el cuadro 5 del anexo II del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, para la obtención de vapor o agua sobrecalentada.

#### 1 Niveles de inspección

Los niveles de inspección indicados tendrán el siguiente alcance:

##### **Nivel A: Inspección en servicio**

Consistirá, al menos, en una comprobación de la documentación de los equipos a presión y en una completa inspección visual de todas las partes sometidas a presión, accesorios de seguridad, dispositivos de control y condiciones reglamentarias, no siendo necesario retirar el calorifugado de los equipos.

Si de esta inspección resultase que existen motivos razonables que puedan suponer un deterioro de la instalación, se realizará a continuación una inspección de nivel B por un organismo de control autorizado.

Las inspecciones de nivel A serán realizadas por empresas instaladoras de equipos a presión de la categoría correspondiente a la instalación o el fabricante o el usuario, si acreditan disponer de los medios técnicos y humanos que se determina en el RAP para las empresas instaladoras, no siendo necesario poner fuera de servicio el equipo o instalación a inspeccionar.

**Nivel B: Inspección fuera de servicio**

Consistirá, como mínimo, en una comprobación de nivel A y en una inspección visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, comprobación de espesores, comprobación y prueba de los accesorios de seguridad y aquellos ensayos no destructivos que se consideren necesarios. Deberán tenerse en cuenta los criterios de diseño de aquellos equipos a presión que puedan presentar fluencia lenta, fatiga o corrosión, según lo indicado en los apartados 2.2.3 y 2.2.4 del anexo I del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo.

En los equipos o tuberías que dispongan de calorifugado no será necesario retirarlo completamente, siendo suficiente seleccionar los puntos que puedan presentar mayores problemas (corrosión interior o exterior, erosión,...) para realizar las correspondientes aberturas de comprobación.

Las inspecciones de nivel B serán realizadas por los organismos de control autorizados, debiendo ponerse fuera de servicio el equipo a presión o instalación a inspeccionar.

En el caso de tuberías, la inspección podrá realizarse sin dejar la instalación fuera de servicio, si pueden realizarse las pruebas indicadas.

**Nivel C: Inspección fuera de servicio con prueba de presión**

Consistirá, como mínimo, en una inspección de nivel B además de una prueba de presión hidrostática, en las condiciones y presiones iguales a las de la primera prueba, o la indicada en el etiquetado expresado en el apartado 3.3 del anexo I del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o cualquier prueba especial sustitutiva de ésta que haya sido expresamente indicada por el fabricante en sus instrucciones o previamente autorizada por el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente al emplazamiento del equipo o instalación.

## 2 Periodicidad y comprobaciones de las inspecciones

Deberán tenerse en cuenta las condiciones indicadas en la norma UNE 9-103.

### **Nivel A. La periodicidad de estas inspecciones será anual**

Se realizará una inspección de la caldera de acuerdo con lo indicado en el apartado 2.1 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.

La inspección incluirá además las siguientes comprobaciones:

- Existencia y actualización de la documentación correspondiente al mantenimiento y operación de la caldera, así como de la calidad del agua en las calderas de vapor y agua sobrecalentada.
- Limpieza e inspección visual del circuito de humos y de las partes sometidas a presión. Para realizar estas operaciones, deberá estar la caldera parada y ser accesibles las partes sometidas a presión, no siendo necesario retirar el calorifugado.
- Funcionamiento de los elementos de operación y de las seguridades de la caldera, provocando su intervención.
- Mantenimiento de las condiciones de emplazamiento de la caldera y de las instrucciones de seguridad (incluida la protección contra incendios).
- Estanquidad del circuito de gases.
- Inspección visual de las tuberías y equipos que utilizan el fluido de la caldera.

De las actuaciones realizadas se dejará constancia escrita.

### **Nivel B. La periodicidad de estas inspecciones será cada tres años**

Además de lo indicado para la inspección de Nivel A, se realizará una inspección completa de la documentación y del estado de la caldera, de acuerdo con los apartados 4 y 6 de la norma UNE 9-103.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la documentación de la caldera y de la placa de instalación e inspecciones periódicas (certificado de instalación, proyecto, declaración de conformidad o certificado de fabricación, instrucciones de funcionamiento, marcas de la caldera, ...)
- Inspección de los elementos de la caldera:
  - Inspección visual previa y posterior a la limpieza.
  - Ensayos suplementarios.
  - Deformaciones.
  - Cordones de soldadura.
  - Medición de espesores.
  - Accesorios y válvulas de seguridad.
  - Manómetros y termómetros.

- Hogar y conductos de humos.
- Obra refractaria.
- Circuito eléctrico.
- Virotillos y tirantes (en calderas pirotubulares).
- Cartelas de refuerzo (en calderas pirotubulares).
- Tubos, placas tubulares y colectores (en calderas pirotubulares).
- Cajas de humos (en calderas pirotubulares).
- Estructura y fijaciones de tubos a tambores y colectores (en calderas acuotubulares).
- Economizadores, sobrecalentadores y recalentadores (en calderas acuotubulares).
- Haces tubulares o serpentines (en calderas acuotubulares).
- Ensayo de funcionamiento:
  - Regulación y precinto de las válvulas de seguridad o de alivio.
  - Comprobación de los automatismos de regulación.
  - Automatismos de seguridad.

### **Nivel C. La periodicidad de estas inspecciones será de seis años.**

Además de lo indicado para la inspección de Nivel B, se realizará, para las calderas existentes, la prueba hidrostática de acuerdo con el apartado 5 de la norma UNE 9-103. En las calderas con marcado "CE" la presión de prueba será la que se figura en el punto 2.3 del anexo III del Reglamento de equipos a presión.

La inspección incluirá las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la documentación.
- Inspección de los elementos de la caldera.
  - En las calderas pirotubulares se efectuarán los siguientes ensayos no destructivos por medio de líquidos penetrantes o partículas magnéticas de:
    - El 100 % de la soldadura unión del hogar con la placa posterior o con la placa tubular de la cámara del hogar.
    - El 100 % de las soldaduras del tubo hogar.
    - El 50 % de la unión de la placa posterior con los tubos del primer paso, si el combustible es gaseoso y el 10 % para el resto de los combustibles.
    - El 100 % de la unión de los virotillos a la cámara del hogar y a la placa tubular posterior, cuando el combustible sea gaseoso y el 50 % en el resto de los combustibles.
  - En las calderas acuotubulares, excepto las de fluido térmico:
    - El 100 % de las soldaduras de unión de los haces tubulares a colectores, recalentadores o sobrecalentadores.
- Prueba hidrostática.
- Ensayo de funcionamiento.

### 3 Documentación a entregar

#### **Certificado de inspección periódica**

- Identificación de la empresa instaladora u O.C.A. que realiza la inspección (nombre, dirección y nº de identificación).
- Localización de la instalación (titular, dirección y N.º R.E.I.)
- Características técnicas del equipo a presión: Identificación, denominación, PS, V, PT y clasificación. Presión máxima de servicio (Pms) y fluido contenido. Accesorios de seguridad y presión de precinto (Pp). Si procede, otras características específicas según el tipo de equipo (TS,...).
- Nivel de inspección.
- Descripción de las comprobaciones realizadas.
- Resultado de las comprobaciones.
- Que, en su caso, se mantienen las condiciones de seguridad.
- Que el equipo a presión puede continuar en funcionamiento, debiendo realizarse la próxima inspección periódica antes de .....
- Fecha y firma.
- Identificación del responsable técnico de la empresa instaladora de equipos a presión que suscribe el certificado u o del inspector del organismo de control autorizado (O.C.A.) y sello de la empresa.



## 17 GARANTÍA DE LA CALDERA

Las calderas de vapor y de agua sobrecalentada vendidas a partir del día 1 de enero de 2013, se garantizan por 1 año desde la puesta en marcha con un máximo de 18 meses desde la entrega, en calderería, el equipamiento eléctrico, la mano de obra y el desplazamiento.

Durante este período de garantía se reemplazarán las piezas reconocidas defectuosas de fabricación por nuestro Servicio de Asistencia Técnica. Esta garantía no se aplicará por deterioro del material debido a defectos de instalación o condiciones de servicio inadecuados.

### **La aplicación de las condiciones de garantía siempre está supeditada:**

- Al seguimiento y mantenimiento del material, inmediatamente después de su puesta en servicio, por una empresa especializada en mantenimiento.
- Al cumplimiento exacto de las condiciones de instalación definidas por las normativas vigentes y, adicionalmente, las siguientes:
  - Existencia de una sonda de temperatura a la entrada del generador, cuando se prevén unas disminuciones de temperatura en el agua de alimentación, para evitar las condensaciones innecesarias.Para todos los materiales, prever:
  - Una degasificación eficaz y permanente de los generadores.
  - Purgas periódicas en el punto bajo de las calderas.
- Para las calderas de vapor y agua sobrecalentada, la calidad del agua deberá ser como mínimo la especificada en la normativa vigente UNE-EN 12953-10, punto 14 de este manual.

### **Renovación de las calderas usadas:**

- A la hora de cambiar las calderas, es imprescindible efectuar una limpieza completa de la instalación antes de poner las nuevas calderas en servicio.

### **Protección de la caldera durante la parada:**

- Recomendamos tratar todas las superficies (interior del hogar y de los tubos) con una solución grafitada. Las partes accesibles pueden protegerse mediante la aplicación de dicha solución con un pincel y las partes internas de los tubos con un tampón empapado en aceite grafitado más diluido, fijado en el extremo de un útil que permita su aplicación en toda la longitud de todos y cada uno de los tubos de humos.

- Cepillar y engrasar los turbuladores y, luego, almacenarlos en manojos en la sala de calderas.
- Taponar en la medida de lo posible todos los tubos en la parte trasera, del lado de la caja de humos.
- Volver a cerrar la puerta del hogar cerciorándose de su perfecta estanqueidad. Es imprescindible evitar toda entrada de aire en el hogar y los tubos.
- A la hora de volver a encender la caldera, se deben retirar los tapones de los tubos, volver a colocar los turbuladores, cerrar la puerta y a poner en marcha el quemador.
- Se recomienda efectuar una inspección periódica (una vez al año) de todos las juntas de estanqueidad de la caldera y revisar el estado de los refractarios.

**En particular, y de manera no limitativa, quedan excluidos de la garantía:**

- Los defectos derivados de un uso anormal, de un defecto de vigilancia o de mantenimiento, de un deterioro o de accidentes provocados por una negligencia o una intervención de terceros.
- Los daños provocados por una falta de agua en la alimentación.
- Los deterioros provocados por una helada, un rayo, daños causados por el agua, un tiro defectuoso, una ventilación incorrecta del local y, en general, cualquier causa que sea de carácter excepcional.
- La presencia de vapores agresivos (cloro, disolventes, etc).
- Los daños provocados por los gases de combustión en los edificios y en el entorno exterior.
- Los daños provocados por el uso de piezas de recambio no especificadas por el fabricante.
- Cualquier alimentación eléctrica que provoque sobretensiones importantes.
- Cualquier conexión eléctrica defectuosa no conforme con la reglamentación vigente.
- Los ataques de corrosión sulfúrica producidos en el recorrido de los gases de combustión.
- La presencia de sedimentos y otros metales pesados que provocaría una abrasión mecánica importante dentro de los tubos de humos.
- Los ataques de corrosión derivados de una utilización incorrecta o de una falta de mantenimiento del material (frecuencia insuficiente de deshoillados).
- Los daños ocurridos como consecuencia de una purga deficiente de la caldera que haya podido provocar la presencia de sedimentos en la cámara de agua.



## SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA

Puesta en marcha - Averías - Piezas de repuesto

TLF: 902 45 45 22

FAX: 902 45 45 20

callcenter@groupe-atlantic.com

## ADMINISTRACIÓN DE VENTAS

Pedidos - Entregas

TLF: 902 45 45 11

ygnis.es@groupe-atlantic.com

## SERVICIO DE INGENIERÍA

ingenieria@groupe-atlantic.com



[www.ygnis.es](http://www.ygnis.es)

