

Mayo 2004

TÍTULO

Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares

Parte 12: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality.

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires. Partie 12: Exigences relatives à la qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau en chaudière.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12952-12 de septiembre de 2003.

OBSERVACIONES

Esta norma, junto con la Norma UNE-EN 12953-10 de mayo de 2004, anula y sustituye a la Norma UNE 9075 de octubre de 1992.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 9 *Equipos a Presión: Calderas* cuya Secretaría desempeña SERCOBE.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 21699:2004

© AENOR 2004
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

21 Páginas

Grupo 15

ICS 13.060.25; 27.040

Versión en español

Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares
Parte 12: Requisitos para la calidad del agua de alimentación
y del agua de la caldera

Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality.

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires. Partie 12: Exigences relatives à la qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau en chaudière.

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten. Teil 12: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-07-24. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	7
4 ACONDICIONAMIENTO	7
5 REQUISITOS	8
6 ENSAYO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA	17
6.1 Generalidades	17
6.2 Muestreo	17
6.3 Puntos de muestreo	17
7 ANÁLISIS	18
7.1 Generalidades	18
7.2 Criterios visuales	18
7.3 Métodos de análisis	18
BIBLIOGRAFÍA	20

ANTECEDENTES

Esta Norma Europea EN 12952-12:2003 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 269 *Calderas pirotubulares y acuotubulares*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de marzo de 2004, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2004.

La Norma Europea EN 12952, relativa a calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares, consta de las partes siguientes:

- *Parte 1: Generalidades.*
- *Parte 2: Materiales para las partes sometidas a presión de la caldera y accesorios.*
- *Parte 3: Diseño y cálculo de las partes a presión.*
- *Parte 4: Cálculo de la esperanza de vida prevista de las calderas en servicio.*
- *Parte 5: Fabricación y construcción de las partes a presión de las calderas.*
- *Parte 6: Inspección durante la construcción; documentación y marcado de las partes sometidas a presión de la caldera.*
- *Parte 7: Requisitos para los equipos de la caldera.*
- *Parte 8: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles líquidos y gaseosos de la caldera.*
- *Parte 9: Requisitos para los sistemas de combustión de los combustibles sólidos pulverizados para la caldera.*
- *Parte 10: Requisitos para la protección contra la presión excesiva.*
- *Parte 11: Requisitos para los dispositivos de limitación y los circuitos de seguridad de la caldera y sus accesorios.*
- *Parte 12: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.*
- *Parte 13: Requisitos para los sistemas de limpieza de los humos.*
- *Parte 14: Requisitos para los sistemas de desnitrificación (DENOX) de los humos.*
- *Parte 15: Ensayos de recepción.*
- *Parte 16: Requisitos para los sistemas de combustión en lecho fluidizado y la parrilla para combustibles sólidos de la caldera.*

CR 12952 Parte 17 – *Guía para la implicación de un organismo de certificación independiente del fabricante.*

Aunque estas partes pueden obtenerse por separado, debería reconocerse que las mismas son interdependientes. Así, el diseño y la fabricación de calderas acuotubulares requieren la aplicación de más de una de las partes con el fin de cumplir satisfactoriamente los requisitos de esta norma.

NOTA – Las partes 4 y 15 no son aplicables durante las fases de diseño, construcción e instalación.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de esta norma europea es aplicable a las calderas acuotubulares definidas en la Norma EN 12952-1, que se calientan por combustión de uno o más combustibles o por medio de gases calientes, para la generación de vapor y/o de agua caliente.

Esta parte de esta norma europea es aplicable a aquellos componentes situados entre la entrada del agua de alimentación y la salida del vapor del generador de vapor. La calidad del vapor producido está fuera del objeto y campo de aplicación de esta norma.

Esta parte de esta norma europea tiene por objeto asegurar que la caldera puede operarse para minimizar el riesgo para el personal, para la propia caldera y para los componentes de la instalación asociados y situados cerca de la misma.

NOTA 1 – Esta parte de esta norma europea no tiene por objeto lograr un funcionamiento económicamente óptimo. Para ciertos fines, será más apropiado optimizar las características químicas para:

- aumentar el rendimiento térmico;
- aumentar la disponibilidad y la fiabilidad de la instalación;
- aumentar la pureza del vapor;
- reducir los costes o gastos de mantenimiento - reparaciones, limpieza química, etc.

Esta parte de esta norma europea establece unos requisitos mínimos para los tipos específicos de agua, para reducir el riesgo de corrosión, de precipitación de lodos o de formación de depósitos que puedan desembocar en cualquier daño o en otros problemas de funcionamiento.

NOTA 2 – Esta parte de esta norma europea se ha preparado sobre la hipótesis de que el usuario de esta norma europea posee un conocimiento suficiente de la construcción y del funcionamiento de la caldera, así como una estimación adecuada de la química del agua y del vapor.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

EN 12952-1:2001 – *Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares. Parte 1: Generalidades.*

EN ISO 9963-1 – *Calidad del agua. Determinación de la alcalinidad. Parte 1: Determinación de la alcalinidad total y compuesta (ISO 9963-1:1994).*

ISO 5667-1 – *Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.*

ISO 5667-3 – *Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras.*

ISO 5814 – *Calidad del agua. Determinación del oxígeno disuelto. Método electroquímico.*

ISO 6059 – *Calidad del agua. Determinación de la suma de calcio y magnesio. Método titrimétrico EDTA.*

ISO 6332 – *Calidad del agua. Determinación del hierro. Método espectrométrico utilizando 1,10-fenantrolina.*

ISO 6878 – *Calidad del agua. Determinación espectrométrica del fósforo utilizando molibdato amónico.*

ISO 7888 – *Calidad del agua. Determinación de la conductividad eléctrica.*

ISO 8245 – *Calidad del agua. Directrices para la determinación del carbono orgánico total (COT) y del carbono orgánico disuelto (COD).*

ISO 8288 – *Calidad del agua. Determinación del cobalto, níquel, cobre, cinc, cadmio y plomo. Métodos espectrométricos de absorción atómica de llama.*

ISO 9964-1 – *Calidad del agua. Determinación de sodio y de potasio. Parte 1: Determinación del sodio por espectrometría de absorción atómica.*

ISO 9964-2 – *Calidad del agua. Determinación de sodio y de potasio. Parte 2: Determinación del potasio por espectrometría de absorción atómica.*

ISO 10523 – *Calidad del agua. Determinación del pH.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esa norma europea, se aplican los términos y las definiciones dados en la Norma EN 12952-1:2001 junto con los siguientes:

3.1 conductividad directa: Conductividad del agua medida directamente.

3.2 conductividad ácida: Conductividad del agua, medida en forma de concentración de iones de hidrógeno, que fluye continuamente aguas abajo de un intercambiador catiónico fuertemente ácido.

3.3 agua de relleno: Agua que compensa las pérdidas de agua y de vapor del sistema.

3.4 agua de alimentación: Mezcla de condensados retornados y/o de agua de relleno alimentada en la entrada de la caldera.

3.5 agua de alimentación desmineralizada: Agua con un contenido de electrolito acorde con una conductividad ácida $< 0,2 \mu\text{S} / \text{cm}$ y un contenido de sílice (SiO_2) $< 0,02 \text{ mg/l}$.

3.6 agua de caldera: Agua dentro de una caldera de circulación natural o asistida.

3.7 agua de pulverización del desrecalentador: Agua que se inyecta para controlar la temperatura del vapor.

4 ACONDICIONAMIENTO

Ciertas características de calidad del agua de alimentación y del agua de caldera deben mejorarse mediante el tratamiento con productos químicos.

Este acondicionamiento puede contribuir:

- a apoyar la formación de capas de magnetita y/o de otras capas de óxido protectoras;
- a minimizar la corrosión mediante la optimización del valor del pH;
- a estabilizar la dureza y a evitar y minimizar la formación de incrustaciones;
- a efectuar una reducción del oxígeno químico;
- a desarrollar recubrimientos especiales con efecto de protección mediante la formación de películas sobre las superficies metálicas.

Los agentes de acondicionamiento inorgánicos convencionales incluyen, por ejemplo, los hidróxidos sódico y potásico, el fosfato sódico, el sulfito sódico, el amoníaco y la hidracina.

El tratamiento con fosfato coordinado puede ser beneficioso también para controlar el pH en el agua de caldera.

NOTA 1 – La utilización de alguno de estos productos químicos puede estar restringida o limitada en ciertos países.

No obstante, los agentes de acondicionamiento orgánicos se han estado utilizando durante muchos años y hasta ahora. Si se emplean agentes de acondicionamiento orgánicos, las cantidades y los métodos aplicables así como el método de análisis deben estar especificados por el suministrador de los productos químicos correspondientes.

NOTA 2 – Es importante destacar que la solubilidad del fosfato sódico disminuye al aumentar la temperatura. Esto puede llevar a la precipitación de los fosfatos de una solución sobresaturada (fenómeno de secuestro). Si una caldera muestra tendencia al "secuestro" (la concentración de PO_4 en el agua de caldera es inferior a la prevista por cálculo a partir de la cantidad inyectada y del factor de concentración) sólo debería utilizarse hidróxido sódico como agente alcalinizante, o debería cambiarse el modo de funcionamiento a "tratamiento totalmente volátil (AVT)".

5 REQUISITOS

5.1 Los valores para las concentraciones más altas admisibles de un cierto número de impurezas y para las concentraciones máxima y mínima de agentes químicos que se añaden con el fin de minimizar la corrosión, la formación de lodos y los depósitos, deben estar de acuerdo con las tablas 5.1 a 5.3 y con las figuras 5.1 a 5.5.

NOTA – En ciertos casos, cuando se emplea agua desmineralizada, puede aplicarse oxígeno como agente acondicionador para reducir la corrosión principalmente para las calderas de un paso. Esto limita, además, la cantidad de impurezas en funcionamiento normal así como durante los ciclos de carga.

Tabla 5.1
Agua de alimentación para calderas de vapor y generadores de agua caliente con circulación natural o asistida.

Parámetro	Unidades	Agua de alimentación que contiene sólidos disueltos		Agua de alimentación y agua desmineralizada de pulverización del desrecalentador	Agua de relleno para los generadores de agua caliente
		> 0,5 a 20	> 20 a 40		
Presión de servicio	bar (= 0,1MPa)		> 20 a 40	intervalo total	intervalo total
Apariencia	—	clara, libre de sólidos en suspensión			
Conductividad directa a 25 °C	µS/cm	no se especifica, sólo valores guía para el agua de caldera correspondiente, véase la tabla 5.2			no se especifica, sólo valores guía para el agua de caldera correspondiente, véase la tabla 5.2
Conductividad ácida a 25 °C ^a	µS/cm	—	—	< 0,2	—
Valor del pH a 25 °C ^b	—	> 9,2 ^c	> 9,2	> 9,2 ^d	> 7,0
Dureza total (Ca + Mg)	mmol/l	< 0,02 ^e	< 0,01	< 0,005	< 0,05
Concentración de sodio y de potasio (Na + K)	mg/l	—	—	< 0,010	—
Concentración de hierro (Fe)	mg/l	< 0,050	< 0,030	< 0,020	< 0,2
Concentración de cobre (Cu)	mg/l	< 0,020	< 0,010	< 0,003	< 0,1
Concentración de sílice (SiO ₂)	mg/l	no se especifica, sólo valores guía para el agua de caldera correspondiente, véase la tabla 5.2			—
Concentración de oxígeno O ₂	mg/l	< 0,020 ^f	< 0,020	< 0,1	—
Concentración de aceite/grasa (véase la Norma EN 12952-7)	mg/l	< 1	< 0,5	< 0,5	< 1
Concentración de sustancias orgánicas (como COT)	mg/l	véase nota ^h al pie de tabla		< 0,2	véase nota ^h al pie de tabla
Alternativamente índice de permanganato	mg/l	5	5	3	—

^a La influencia de agentes orgánicos de acondicionamiento debería considerarse adicionalmente.

^b Con aleaciones de cobre en el sistema, el valor del pH debe mantenerse en el intervalo 8,7 a 9,2.

^c Con agua ablandada, con valor del pH > 7,0, debería considerarse el valor del pH del agua de caldera de acuerdo con la tabla 5.2.

^d Para el agua de inyección sólo deben estar permitidos los agentes alcalinizantes volátiles.

^e A la presión de servicio < 1 bar, debe ser aceptable la dureza total máx. de 0,05 m mol/l.

^f El lugar de observar este valor para funcionamiento intermitente o en funcionamiento sin desaireador, deben observarse los agentes que forman película y/o el exceso de reductor de oxígeno.

^g A la presión de servicio > 60 bar, se recomienda COT < 0,2 mg/l.

^h Las sustancias orgánicas son generalmente una mezcla de varios compuestos diferentes. La composición de tales mezclas y el comportamiento de sus componentes individuales en las condiciones de funcionamiento de la caldera son difíciles de predecir. Las sustancias orgánicas pueden descomponerse para formar ácido carbónico u otros productos ácidos de descomposición que aumenten la conductividad ácida y provoquen corrosión o depósitos. También, pueden llevar a la formación de espumas y/o de arrastres de agua con el vapor que deben mantenerse tan bajos como sea posible.

Tabla 5.2
Agua de caldera para calderas de vapor y generadores de agua caliente con circulación natural o asistida

Parámetro	Unidades	Agua de caldera para calderas de vapor que utilizan			Agua de caldera para generadores de agua caliente
		Agua de alimentación que contiene sólidos disueltos	Agua de alimentación desmineralizada	Tratamiento	
		Conductividad directa > 30 µS/cm	conductividad directa ≤ 30 µS/cm	Alcalinización del agua de caldera con agentes alcalinizantes sólidos	totalmente volátil (AVT)
Presión de servicio	bar	> 0,5 a 20	> 40 a 60	≤ 100	intervalo total
Apariencia	-	clara, sin espuma estable			
Conductividad directa a 25 °C	µS/cm	véase la figura 5.1 ^b		< 100	< 1 500
Conductividad ácida a 25 °C	µS/cm	-	-	< 50	< 5 ^c
- con dosificación de fosfatos					
- sin dosificación de fosfatos				< 40	-
Valor del pH a 25 °C	-	10,5 a 12,0	10,3 a 11,5	9,5 a 10,5	9,3 a 9,7
Alcalinidad	mmol/l	1 a 15 ^b	0,5 a 5 ^b	0,05 a 0,3	-
Concentración de sílice (SiO ₂)	mg/l	dependiente de la presión, de acuerdo con la figura 5.3 o la figura 5.4			
Fosfato (PO ₄) ^f	mg/l	10 a 20	8 a 15	5 a 10	< 3
Sustancias orgánicas	-	véase nota ^g al pie de tabla			

^a Sin agentes de acondicionamiento

^b Con recalentador, se considera el 50% del valor superior indicado como valor máximo.

^c La conductividad ácida es < 3 si el flujo térmico > 250 kW/m².

^d El valor del pH debe ajustarse en el agua de alimentación y debería ser ≥ 8,5 a presiones de servicio > 60 bar.

^e Si hay materiales no ferrosos presentes en el sistema, por ejemplo aluminio, pueden requerir un valor más bajo de pH y conductividad directa. No obstante, la protección de la caldera tiene prioridad.

^f Si se utiliza el tratamiento de fosfatos coordinado, son aceptables concentraciones de PO₄ más altas (véase también el capítulo 4).

^g Véase ^h en la tabla 5.1.

Tabla 5.3
Agua de alimentación y agua de pulverización del desrecalentador para calderas de un solo paso ^a

Parámetro	Unidad	Agua libre de sal
Presión de servicio	bar	intervalo total
Apariencia	–	clara, libre de sólidos en suspensión
Conductividad directa a 25 °C	μS/cm	sin especificar ^b
Conductividad ácida a 25 °C	μS/cm	< 0,2
Valores del pH a 25 °C	–	7 a 10 ^c véase la figura 5.5
Concentración de sodio + potasio (Na + K)	mg/l	< 0,010
Concentración de hierro (Fe)	mg/l	< 0,010 ^d
Concentración de cobre (Cu)	mg/l	< 0,003
Concentración de sílice (SiO ₂)	mg/l	< 0,020
Concentración de oxígeno (O ₂)	mg/l	≤ 0,250 ^c véase la figura 5.5
Concentración de sustancias orgánicas (como COT)	mg/l	< 0,2

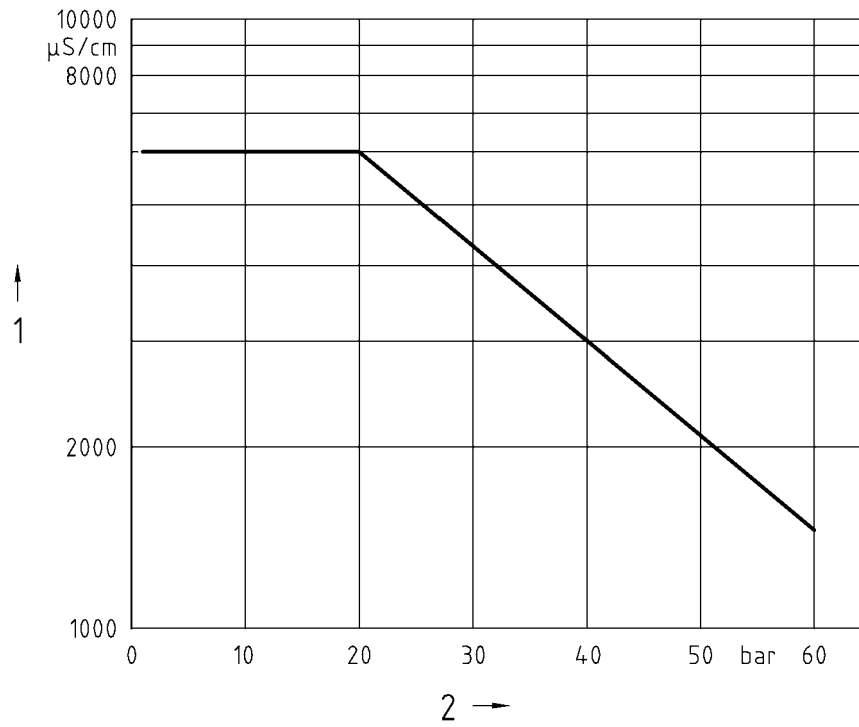
^a Para las calderas de un solo paso que producen vapor húmedo, puede utilizarse agua de alimentación que contenga sólidos disueltos de acuerdo con la tabla 5.1.

^b La conductividad directa puede utilizarse como una variable auxiliar para ajustar el pH, y se recomienda en lugar de la medición del pH y/o del amoníaco.

^c Cuando se examina la correlación entre el pH y la concentración de oxígeno, debe considerarse lo siguiente:

- El límite superior admisible del pH viene dado por materiales distintos del acero, por ejemplo, aleaciones de cobre o de aluminio, en el sistema.
- El oxígeno es necesario para el acondicionamiento a valores de pH bajos, pero también es aceptable para valores de pH altos, además del agente alcalinizante. Para un pH > 9, también son posibles las concentraciones de oxígeno próximas a 0. Existe una correlación entre el valor del pH y la concentración de oxígeno, en general, cuanto más próximo esté el valor del pH al valor inferior de 7 más alta debe ser la concentración de oxígeno;
- Dentro de los límites especificados, el valor del pH y la concentración de oxígeno deben ajustarse de manera que se minimicen las concentraciones de hierro y de cobre en el agua de alimentación aguas arriba de la entrada del agua de alimentación en la caldera.

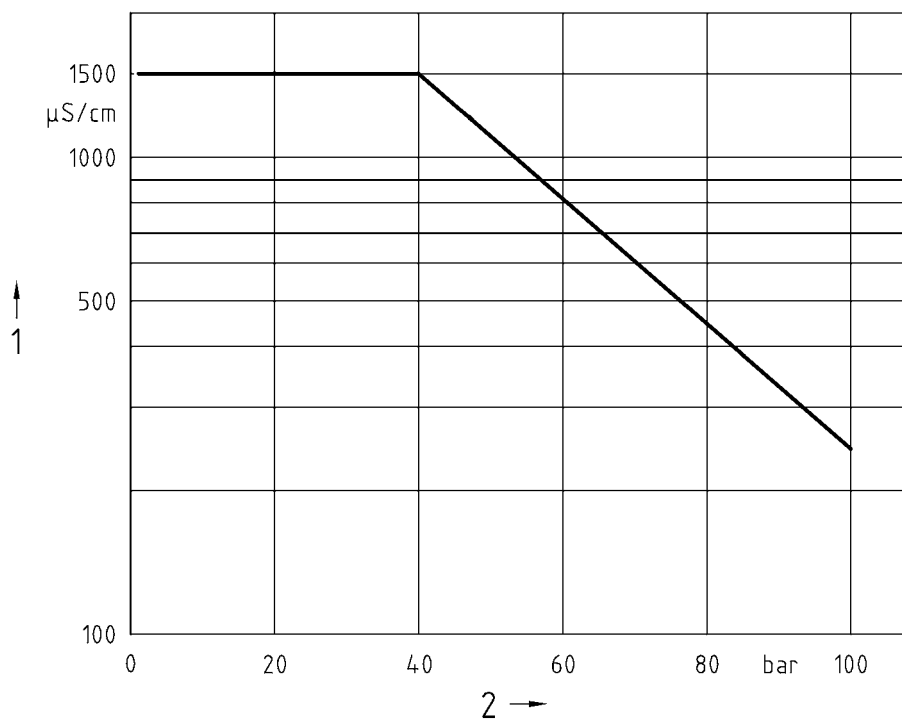
^d Para las presiones de servicio de hasta 60 bar, es aceptable una concentración de hierro (Fe) < 0,020 mg/l.



Leyenda

- 1 Conductividad directa
- 2 Presión de servicio

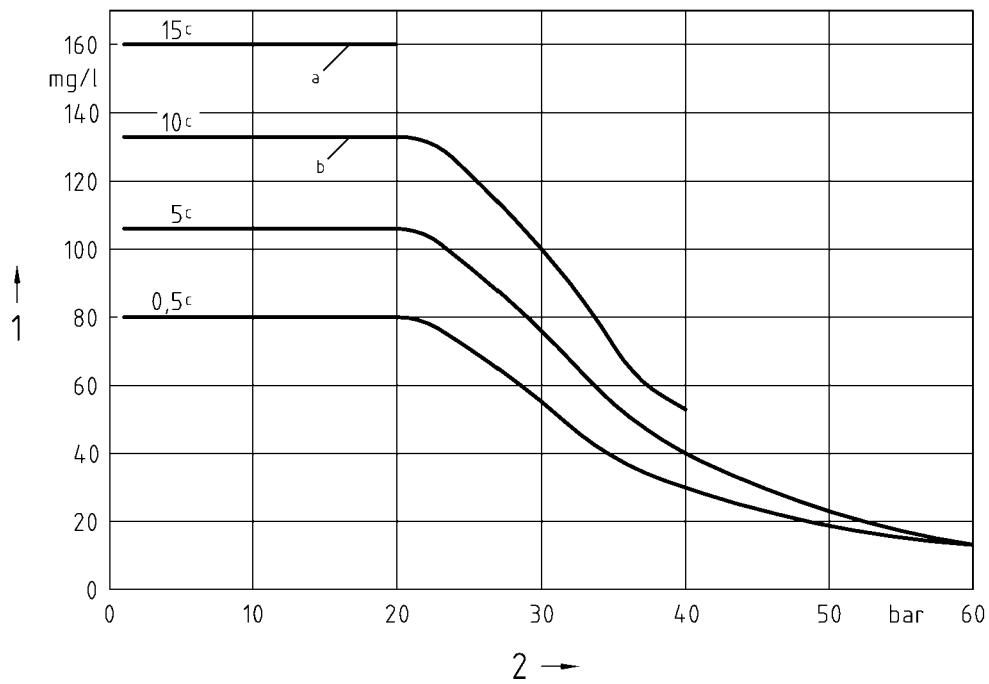
Fig. 5.1 – Conductividad directa máxima admisible del agua de la caldera en función de la presión; conductividad directa del agua de alimentación > 30 µ S/cm



Leyenda

- 1 Conductividad directa
- 2 Presión de servicio

Fig. 5.2 – Conductividad directa máxima admisible del agua de caldera en función de la presión; conductividad directa del agua de alimentación $\leq 30 \mu\text{S/cm}$

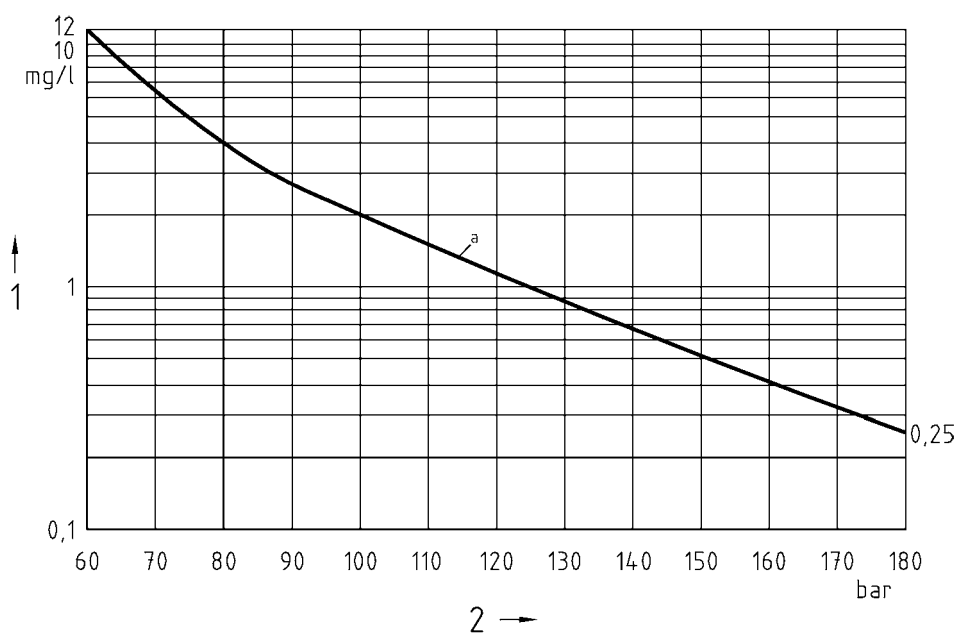


Leyenda

- 1 Contenido de sílice
2 Presión de servicio

- a Este nivel de alcalinidad no es admisible > 20 bar
b Este nivel de alcalinidad no es admisible > 40 bar
c Alcalinidad en m mol/l

Fig. 5.3 – Contenido de sílice máximo admisible (SiO_2) del agua de caldera en función de la presión; intervalo > 5 bar hasta 60 bar

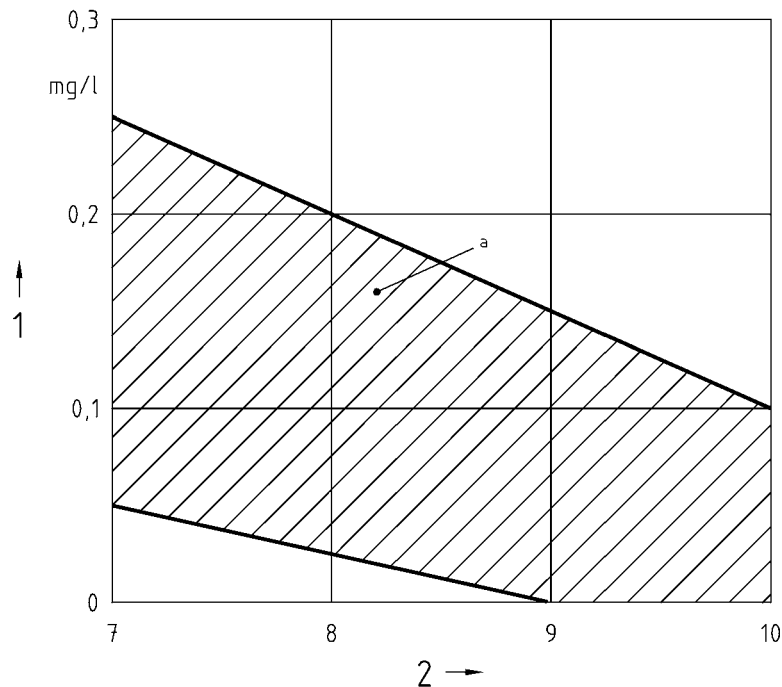


Leyenda

- 1** Contenido de sílice
- 2** Presión de servicio

a basada en < 0,02 mg/l de SiO₂ en el vapor

Fig. 5.4 – Contenido de sílice máximo admisible (SiO₂) del agua de caldera en función de la presión; intervalo > 60 bar hasta 180 bar



Leyenda

- 1 Contenido de oxígeno
- 2 Valor del pH
- a Intervalo de funcionamiento o servicio

Figura 5.5 – Correlación entre el valor del pH y el contenido de oxígeno del agua de alimentación para las calderas de un solo paso

5.2 Las condiciones de funcionamiento de una caldera y/o la elección de ciertos materiales o un diseño especial pueden originar una limitación adicional para algunos de los parámetros especificados en las tablas o requerir consejo de un especialista para ajustar los nuevos parámetros de control.

Tales consideraciones especiales incluyen:

- grietas y/o límites de separación de fase sometidos a flujo térmico;
- funcionamiento a presiones muy inferiores a la presión de diseño;
- materiales distintos de los aceros al carbono, por ejemplo, acero inoxidable.

El agua de pulverización del desrecalentador para el control de la temperatura del vapor debe ser agua desmineralizada y/o condensados sin contaminar dosificados únicamente con agentes químicos volátiles. La calidad requerida para el vapor no debe verse afectada negativamente.

El uso al que se destinará el agua calentada o el vapor debe necesitar limitaciones de calidad adicionales. Si se aplica, por ejemplo, en la industria alimentaria o farmacéutica o para alimentar turbinas de vapor, pueden ser necesarios requisitos especiales para la calidad el vapor. Deben cumplirse los requisitos más estrictos de la aplicación individual.

5.3 Los valores fijados deben aplicarse para el funcionamiento continuo. Durante el arranque, la parada o los cambios importantes de funcionamiento, algunos valores pueden desviarse del valor normal durante un breve periodo de tiempo y hasta un alcance limitado dependiendo de los parámetros de funcionamiento y del tipo de caldera. El fabricante debe especificar el alcance o magnitud de cualquier desviación posible.

Los valores deben llevarse dentro de los límites de funcionamiento continuo tan pronto como sea posible.

Cuando los valores especificados se desvían durante el funcionamiento continuo, esto puede deberse a:

- un tratamiento defectuoso del agua de relleno;
- un acondicionamiento insuficiente del agua de alimentación;
- contaminación del agua originada por la entrada de fugas de impurezas procedentes de otros sistemas, por ejemplo, condensadores, intercambiadores de calor;
- corrosión de ciertas partes de la instalación.

Para garantizar un funcionamiento correcto deben hacerse inmediatamente las modificaciones apropiadas. Por ejemplo, los condensados reciclados para la alimentación no deben afectar negativamente la calidad del agua de alimentación y deben ser purificados, si es necesario.

La composición química del agua de caldera en las calderas de tambor (calderín) puede controlarse dosificando los productos químicos de acondicionamiento así como por la purga continua o intermitente de una proporción del volumen de agua, que debe hacerse de tal manera que puedan eliminarse ambas impurezas: las disueltas y las que están en suspensión.

6 ENSAYO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

6.1 Generalidades

Para garantizar que prevalecen las condiciones químicas apropiadas, los parámetros de la calidad deben comprobarse periódica y/o continuamente.

El agua de pulverización del desrecalentador, el agua de alimentación y el agua de caldera en las calderas de vapor y el agua de caldera en las calderas de agua caliente deben comprobarse en lo que respecta a los parámetros correspondientes, tales como pH, conductividad directa, conductividad ácida, dureza y oxígeno o reducción de oxígeno.

El fabricante de la caldera debe especificar la frecuencia de tales ensayos en las instrucciones de funcionamiento.

NOTA - Si se utilizan analizadores fiables de registro continuo puede reducirse la frecuencia de las comprobaciones manuales de la calidad del agua.

6.2 Muestreo

El muestreo del agua y del vapor del sistema de caldera debe realizarse de acuerdo con la Norma ISO 5667-1 y la preparación y manipulación de las muestras de acuerdo con la Norma ISO 5667-3.

6.3 Puntos de muestreo

Los puntos de toma de muestras deben situarse en emplazamientos representativos del sistema.

Emplazamientos típicos de puntos de muestreo son:

- agua de alimentación de la válvula de entrada;
- agua de caldera de un tubo de descenso o de una línea de purga continua;
- agua de relleno aguas debajo de la instalación de tratamiento del agua de relleno o de los tanques de almacenamiento;
- condensados de la salida del condensador, si lo hay; en caso contrario, el condensado debe muestrearse en un punto lo más próximo que sea posible al tanque de alimentación.

7 ANÁLISIS

7.1 Generalidades

La prueba de que se cumplen los valores que se dan en las tablas 5.1 a 5.3 debe proporcionarse de acuerdo con procedimientos escritos que aplican los métodos de análisis descritos en el apartado 7.3, cuando sea posible.

Si los análisis se realizan de acuerdo con otras normas o por métodos indirectos, deben hacerse las calibraciones para dichos métodos.

NOTA 1 – En algunos tipos de agua, la cantidad de materia disuelta puede estimarse a partir de la conductividad. Para el agua totalmente desmineralizada, es posible obtener un valor del pH a partir de la correlación entre las conductividades directa y ácida.

NOTA 2 – Preferentemente, deberían instalarse monitores de funcionamiento continuo para los parámetros principales. Las comprobaciones periódicas de laboratorio son esenciales y, en ocasiones, constituyen el único ensayo posible.

7.2 Criterios visuales

Los cambios en la apariencia o aspecto del agua en relación con los sólidos en suspensión, color o espuma pueden indicar que se han producido cambios incontrolados o que están a punto de ocurrir en la instalación.

7.3 Métodos de análisis

La comprobación de los parámetros debe hacerse de acuerdo con las normas siguientes, cuando sea aplicable:

Capacidad ácida	EN ISO 9963-1
Conductividad	ISO 7888
Cobre	ISO 8288
Hierro	ISO 6332
Oxígeno	ISO 5814
pH	ISO 10523
Fosfato	ISO 6878
Potasio	ISO 9964-2
Sílice	1)

1) Hasta ahora no se dispone de norma europea o internacional correspondiente; véase por ejemplo la Norma DIN 38405-21 Métodos normalizados alemanes para el examen del agua, agua residual y lodos; aniones (grupo D); determinación del silicato disuelto por espectrometría, (D 21).

Sodio	ISO 9964-1
COT	2)
Dureza total como Ca + Mg	ISO 6059

La conductividad ácida debe medirse en forma de concentración de iones hidrógeno de forma continua, de la misma manera que la conductividad después de que la muestra haya pasado a través de un intercambiador catiónico fuertemente ácido con un volumen de, al menos, 1,5 l. El intercambiador debe estar situado en un cilindro con una relación diámetro-altura de 1:3 o inferior y con el medio intercambiador ocupando, al menos, tres cuartos de cilindro. El intercambiador de iones debe regenerarse cuando se ha vaciado en sus dos terceras partes; esto puede verse utilizando un intercambiador con un indicador de color y un cilindro transparente.

2) Alternativamente, la determinación del índice de permanganato de acuerdo con la Norma ISO 8467 puede medirse si se han especificado los valores.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] EN 12952-7 – *Calderas acuatubulares e instalaciones auxiliares. Parte 7: Requisitos para los equipos de la caldera.*
- [2] ISO 8467 – *Calidad del agua. Determinación del índice de permanganato.*
- [3] DIN 38405-21 – *German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; anions (group D); determination of dissolved silicate by spectrometry (D 21).*
- [4] Directiva 97/23/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de Mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre equipos a presión.

ANEXO NACIONAL (Informativo)

Las normas europeas o internacionales que se relacionan a continuación, citadas en esta norma, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los códigos siguientes:

Norma Europea/Norma Internacional	Norma UNE
EN 12952-1:2002	UNE-EN 12952-1:2003
EN 12952-7	UNE-EN 12952-7
EN ISO 9963-1	UNE-EN ISO 9963-1
ISO 5667-1:1980	UNE-EN 25667-1:1995
ISO 5667-3:1994	UNE-EN ISO 5667-3:1996
ISO 5814:1990	UNE-EN 25814:1994
ISO 7888:1985	UNE-EN 27888:1994
ISO 8467:1993	UNE-EN ISO 8467:1995

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A ADIQUIMICA S.A.