

CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado

INDUSTRIAL BOILERS. Standards of thermal efficiency and labelling

2009-02-04
2ª Edición

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIÓN	2
5. ESTÁNDARES DE EFICIENCIA TÉRMICA (COMBUSTIBLE/VAPOR)	3
6. ETIQUETADO	3
7. ANTECEDENTES	8
ANEXOS	
ANEXO A	10
ANEXO B	13
ANEXO C	16

Prohibida su reproducción total o parcial

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Uso racional de energía y eficiencia energética, Sub Comité de Calderas industriales, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de julio a noviembre de 2008, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Uso racional de energía y eficiencia energética, presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, con fecha 2008-11-14 el PNT 350.301:2008, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2008-12-04. No habiéndose presentado observaciones fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 350.301:2009 CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado**, 2ª Edición, el 21 de febrero de 2009.

A.3 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 350.301:2004 CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica. Esta Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Dirección General de Electricidad (DGE) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM)
Presidente	Fernando Jiménez Ugarte - Pontificia Universidad Católica del Perú
Secretario	Orlando Chávez Chacaltana

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

Pontificia Universidad Católica del Perú
Facultad de Ciencias e Ingeniería

Freddy Rojas Chávez

Tecnolog S.A.

Jaime Zea Arizaga

Termodinámica S.A.

Jaime Segura Cerrón

Manser S.A.C Ingenieros

Víctor Hugo Cevallos Valera

Powerhouse Boiler S.A.C

Carlos Watanabe Loza

Senati

Oscar Holguín Velásquez

Cenergía

Manuel Luna Hernández

Seteca S.A.C.

Luis Tartarini Pérez

Cálidda

Gerardo Medina Paz

Essalud

Armando Pezo Delgado

Ministerio de Salud

Héctor Nicho Pácora
Miguel Ayala Valencia

Colegio de Ingenieros del Perú

José Cortijo Herrera

Consultor

José Luis Gamarra Supo

Ministerio de Energía y Minas

Jorge Montoya Galdós

---oooOooo---

CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) que deberán cumplir las calderas industriales sin equipo de recuperación de calor y las características del etiquetado.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, forman parte de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-------|------------------|--|
| 2.1.1 | NTP 350.301:2004 | CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica |
| 2.1.2 | NTP 350.300:2008 | CALDERAS INDUSTRIALES. Procedimiento para la determinación de la eficiencia térmica de calderas industriales |

3. CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las calderas tipos paquete de tubos de humo (pirotubular) y de tubos de agua (acuotubular) sin equipo de recuperación de calor que utilizan combustibles sólidos, gaseosos y líquidos derivados del petróleo, con las características mostradas en la Tabla 1.

TABLA 1 - Características de las calderas a las cuales se aplica este NTP

Potencia	▪ De 98 – 11 772 kW (10 a 1 200 BHP)
Presión manométrica	▪ Hasta 2 069 kPa (300 psig) para las calderas de tubos de humo ▪ Hasta 3 103 kPa (450 psig) para las calderas de tubos de agua
Temperatura	▪ De saturación

3.2 Esta Norma Técnica Peruana no es aplicable a calderas para generación de potencia.

3.3 El valor de eficiencia térmica de las calderas será determinado según la NTP 350.300.

3.4 La determinación de la eficiencia térmica (combustible/vapor) de las calderas se realiza bajo condiciones estándares de temperatura y presión, 25 °C y 101,325 kPa respectivamente.

4. DEFINICIÓN

vida útil: es el tiempo durante el cual la caldera mantiene su eficiencia de trabajo, su presión para la cual fue fabricada y los parámetros de seguridad y diseño. El período de vida útil aceptado internacionalmente es de 20 años.

5. ESTÁNDARES DE EFICIENCIA TÉRMICA (COMBUSTIBLE/VAPOR)

Los estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) para las calderas descritas por la NTP 350.300, se han clasificado de acuerdo a las siguientes categorías mostradas en la Tabla 2.

El fabricante garantizará la eficiencia térmica (combustible/vapor) indicada en la Tabla 2 cualquiera sean las condiciones geográficas y climáticas de la zona en que operará la caldera.

TABLA 2 – Rangos y categorías de eficiencia térmica (combustible/vapor) para calderas de vapor saturado

CATEGORÍA	RANGO DE EFICIENCIA TÉRMICA (η)
A	Mayor de 82 %
B	$80 < \eta \leq 82$ %
C	$78 < \eta \leq 80$ %

6. ETIQUETADO

Las calderas deben llevar una etiqueta que cumpla con las siguientes características:

6.1 Permanencia

La etiqueta debe ir adherida a la caldera, debiendo permanecer hasta ser adquirida por el consumidor final.

6.2 Ubicación

La etiqueta debe estar ubicada sobre la caldera en un lugar visible al consumidor que garantice su permanencia.

6.3 Información

La etiqueta debe marcarse de forma legible y contener la siguiente información.

- Una leyenda que diga “*ENERGÍA*” y al extremo derecho “*CALDERA*”.
- Una leyenda que diga “*Tipo de caldera*” y al extremo derecho el espacio para especificar si es pirocubular, acuocubular u otra denominación.
- Una leyenda que diga “*Marca*” y al extremo derecho el espacio para especificar la marca registrada, nombre del fabricante o logotipo.
- Una leyenda que diga “*Modelo*” y seguidamente el espacio para especificar el código según catálogo de la caldera.
- Una leyenda que diga “*Potencia (kW y BHP)*” y seguidamente el espacio para especificar la potencia nominal del fabricante.
- Una leyenda que diga “*Presión de vapor (psig)*” y seguidamente el espacio para especificar la presión de vapor nominal.
- Un diagrama con tres barras, en posición horizontal, cada una con la letra que representa la clasificación de eficiencia energética de las calderas según apartado 5 de la presente Norma Técnica Peruana. Frente a la clase de eficiencia energética debe estar colocada la flecha indicador, incluyendo la letra de la clase de la eficiencia energética de la caldera.
- Una leyenda en forma de tabla con dos columnas, que diga en la primera columna: “*Categorías*” y en la segunda columna “*Rango de eficiencia térmica (η)*”, con los valores descritos en la Tabla 2 del apartado 5 de la presente NTP.
- Una leyenda que diga “Consumo a máxima carga y tipo de combustible” y al extremo derecho el espacio para especificar el flujo de combustible.
- Una leyenda que diga “Emisión de toneladas de tCO_2e ” y seguidamente el espacio para especificar la emisión de toneladas de CO_2 emitidas.
- Una leyenda que diga “Eficiencia térmica (combustible/vapor) a máxima carga” y al extremo derecho el espacio para especificar la eficiencia del fabricante.

- Una leyenda que diga: *“La eficiencia se obtiene aplicando el método indicado en la NTP 350.300”*.
- Una leyenda que diga: *“Con fines de seguridad eléctrica, aplíquese la sección 160 del Código Nacional de Electricidad”*.
- Una nota que diga: *“Compare este producto con otros de similares características. Esta etiqueta debe ir adherida a la caldera hasta que haya sido adquirida por el consumidor final”*.

6.4 Dimensiones

Las dimensiones de la etiqueta podrán ajustarse proporcionalmente al tamaño de la caldera, con la condición que la información contenida sea perfectamente legible.

Para la diagramación propiamente de la etiqueta véanse la Figura 2 y Figura 3, donde las medidas son referenciales.

6.5 Color

Los colores que deben emplearse en la etiqueta son:

Rango de Eficiencia	Color Panton
A	3 415 U
B	347 U
C	387 U

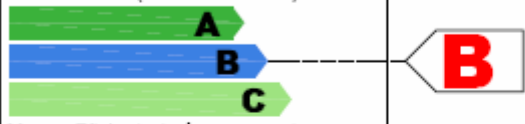
ENERGIA		CALDERA
Tipo de Caldera:		...
Marca:		...
Modelo:		...
Potencia (kW y BHP):		...
Presión de vapor (psig):		...
Mas Eficiente (menos consumo) 		
Menos Eficiente (más consumo)		
CATEGORIA	RANGO DE EFICIENCIA TERMICA (η)	
A	Mayor de 82 %	
B	$80 < \eta \leq 82$	
C	$78 < \eta \leq 80$	
Consumo a máxima carga y tipo de combustible:		...
Emisión de toneladas de tCO_2e :		...
Eficiencia térmica (combustible/vapor) a máxima carga:		...
La eficiencia se obtiene aplicando el método indicado en la norma NTP 350.300. Con fines de seguridad eléctrica, aplíquese Sección 180 del Código Nacional de Electricidad.		
NOTA Compare este producto con otro de similares características. Esta etiqueta debe ir adherida a la caldera hasta que haya sido adquirida por el consumidor final.		

FIGURA 1 – Etiqueta

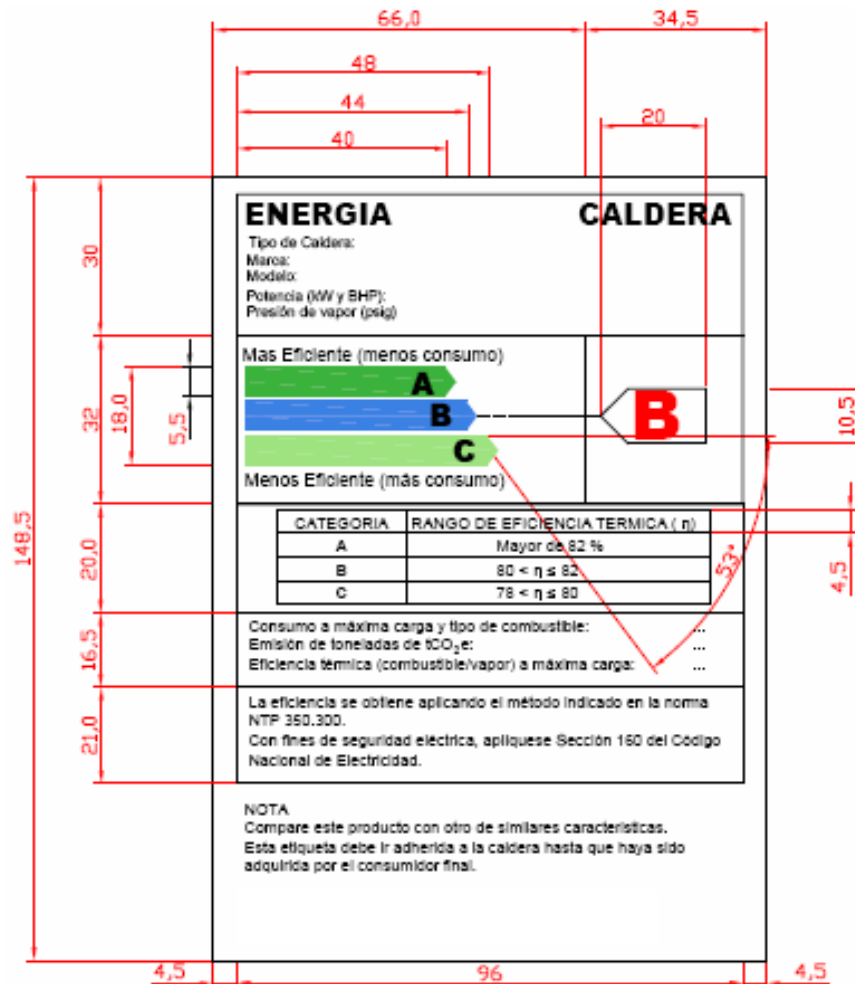


FIGURA 2 – Formato de la etiqueta

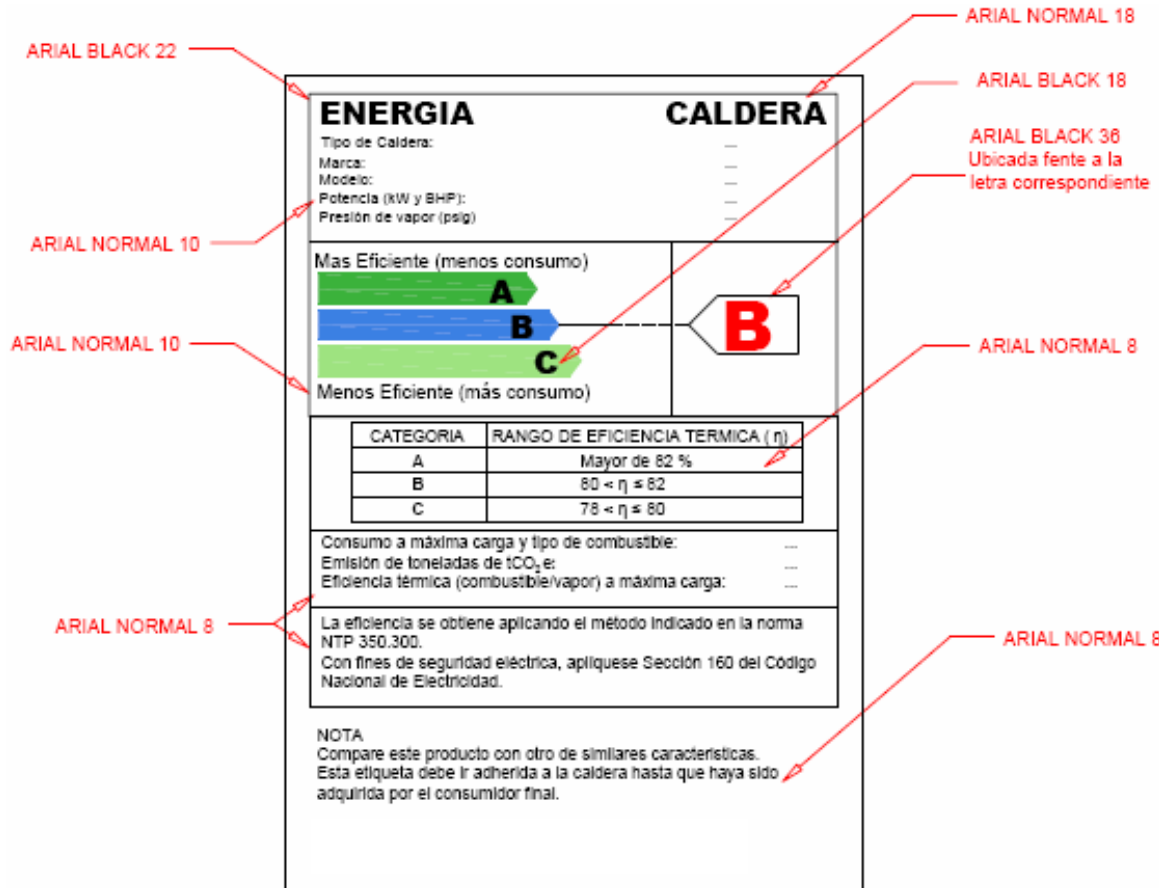


FIGURA 3 – Medidas de la etiqueta

7. ANTECEDENTES

7.1 NORMA Oficial Mexicana NOM-002-ENER-1995 Eficiencia térmica de calderas paquete. Especificaciones y método de prueba.

7.2 INFORME N° IE – 007 – 2003 Estudio y evaluación de la eficiencia energética en calderas industriales de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 350.300.2002 “**CALDERAS INDUSTRIALES. Procedimiento para la determinación de la eficiencia térmica de calderas industriales**”. Estudio encargado por el Programa de Ahorro de Energía (PAE - MEM).

7.3 Simulaciones de eficiencia energética de acuerdo a la NTP 350.300.2002 realizadas con el Software e-térmica, válido para el cálculo de eficiencia térmica de calderas industriales.

7.4 Ensayos en Calderas Industriales, resultados obtenidos mediante software aplicativo. Consultoría realizada para el Ministerio de Energía y Minas.

7.5 Propuesta de estándar mínimo de eficiencia energética en calderas industriales. Consultoría realizada para el Ministerio de Energía y Minas.

7.6 Reportes de ensayos efectuados por fabricantes.

Prohibida su reproducción total o parcial

ANEXO A
(INFORMATIVO)

REGULACIÓN DE LA COMBUSTIÓN PARA
ALCANZAR LA EFICIENCIA NOMINAL

Una vez realizada la verificación de la parte mecánica de los equipos auxiliares de la caldera, tales como el quemador, toberas, atomizador, ventilador, manómetros del combustible y del aire de atomización, etc., se debe realizar un análisis de los gases de combustión con los instrumentos adecuados y calibrados.

Se recomienda evaluar la composición de los gases de combustión, según Figura 1, sobre todo en lo que se refiere a:

- O₂ máx (%)
- CO máx (ppm)
- CO₂ mín (%)
- NO_x máx (ppm)
- SO_x

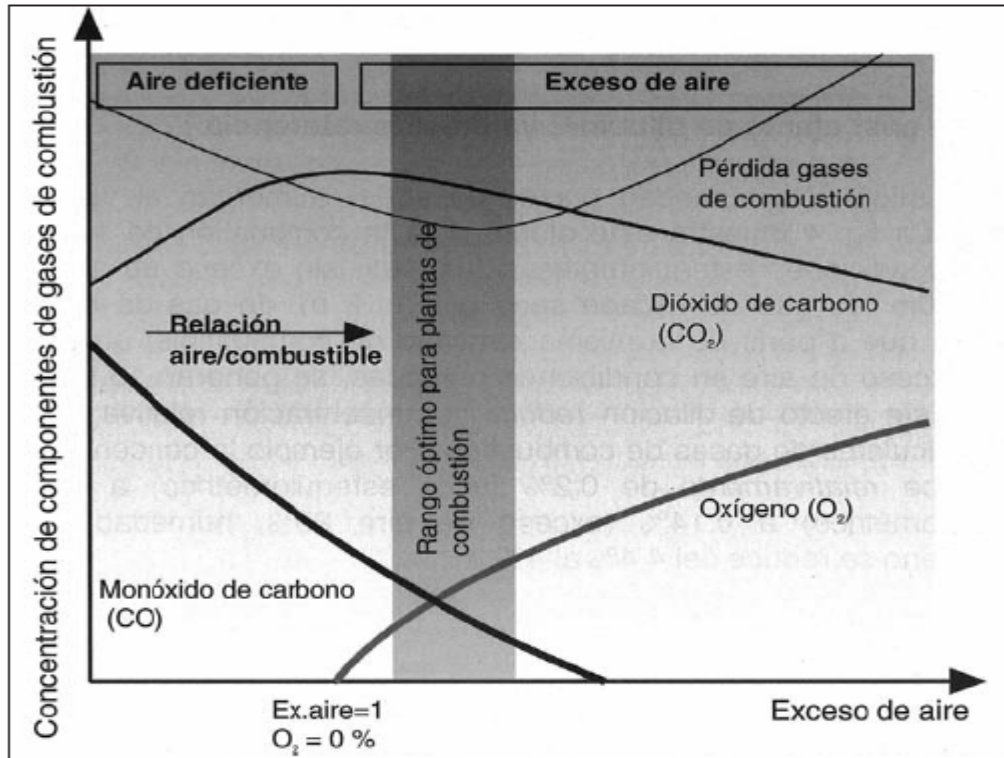


FIGURA 1 - Diagrama de combustión

TIPOS DE COMBUSTIBLES:

Los combustibles utilizados para generar energía deben cumplir con las Normas Técnicas Peruanas Aprobadas y normas internacionales en lo no previsto por aquellas.

1) GASEOSOS:

- Gas Natural
- GLP

2) LÍQUIDOS (incluye equivalentes al Gas oil y Fuel oil):

- Diesel 2 (Gas Oil)
- Petróleo Industrial: PI 4, PI 5, PI 6 y R500 (Fuel Oil).

3) SÓLIDOS:

- Carbón (vegetal y mineral)
- Bagazo de Caña
- Bosta

Prohibida su reproducción total o parcial

ANEXO B (INFORMATIVO)

B.1 UNIDADES DE MEDIDA DE CONCENTRACIÓN DE GASES

CONCENTRACIÓN:

Concentración de masa: [g compuesto/m³ volumen de gas]

Concentración de volumen: [cm³ compuesto/m³ volumen de gas]

Concentración de partículas: ppm [partículas compuesto/partículas totales]

ppm suele utilizarse para concentraciones bajas; las concentraciones elevadas se expresan en “tanto por ciento” (%).

Expresión	Escritura	
Partes por millón	1 ppm	0,0001 %
	10 ppm	0,001 %
	100 ppm	0,01 %
	1 000 ppm	0,1 %
	10 000 ppm	1 %

CONVERSIÓN DE [ppm] A CONCENTRACIÓN DE MASA [mg/m³]¹:

Un valor de concentración en [ppm] puede convertirse en el valor correspondiente expresado como concentración de masa [mg/Nm³] utilizando la densidad del gas a condiciones normales como factor.

¹ TESTO. Análisis de gases de combustión en la industria

La dilución del gas por aire (exceso de aire, especialmente aire añadido o aire falso de las fugas) debe considerarse tomando como referencia la concentración de oxígeno. Todos los valores medidos deben referenciarse con cierto contenido de oxígeno (“referencia O₂”). Sólo pueden compararse entre ellos los valores de concentración con valores de referencia de oxígenos idénticos. Por lo tanto, en la normativa oficial, los valores límite de concentración de contaminantes siempre se especifican con un valor referencia de oxígeno.

El valor real de concentración de oxígeno también se necesita para calcular la conversión como medida del nivel de dilución de gas existente.

Fórmulas de conversión para CO, NO_x y SO₂:

$$\text{CO (mg / m}^3\text{)} = [21 \text{ O}_{2\text{-ref}} / (21 \text{ O}_2)] \times \text{CO (ppm)} \times 1,25$$

$$\text{SO}_2 \text{ (mg / m}^3\text{)} = [21 \text{ O}_{2\text{-ref}} / (21 \text{ O}_2)] \times \text{SO}_2 \text{ (ppm)} \times 2,86$$

$$\text{NO}_x \text{ (mg / m}^3\text{)} = [21 \text{ O}_{2\text{-ref}} / (21 \text{ O}_2)] \times (\text{NO (ppm)} + \text{NO}_2 \text{ (ppm)}) \times 2,05$$

Para el H₂S el factor es 1,52.

En los cálculos de conversión sin oxígeno de referencia, las fórmulas mencionadas se simplifican:

$$\text{CO en [mg/m}^3\text{]} = \text{CO en [ppm]} \times 1,25$$

La simplificación también es válida para los demás gases.

B.2 EQUIVALENCIA DE UNIDADES

GAS	EQUIVALENCIA DE CONCENTRACIÓN SEGÚN GAS
CO	1 ppm equivale a 1,25 mg/Nm ³
NO	1 ppm equivale a 1,34 mg/Nm ³
NO _x	1 ppm equivale a 2,05 mg/Nm ³
SO ₂	1 ppm equivale a 2,86 mg/Nm ³
C ₃ H ₈	1 ppm equivale a 1,98 mg/Nm ³

POTENCIA	W (J/s)	HP	BTU/h	Cal/seg	ft.lb/seg
1 W (J/s)	1	0,001341	3,4121	0,239	0,7376
1 HP	745,701	1	2 544,43	178,2	550
1 BTU/h	0,293	0,000393	1	0,07	0,216
1 Cal/seg	4,184	0,00561	51 444	1	0,0003

ANEXO C
(INFORMATIVO)

CONSIDERACIONES AMBIENTALES A TENER EN
CUENTA

C.1 Límites Máximos Permisibles para calderas de vapor de uso industrial⁽⁴⁾

Parámetro	Límite de Emisión (mg/Nm ³) ⁽¹⁾		
	Combustible		
	Gas	Líquido	Sólido
Partículas sólidas ⁽²⁾	----- --	150	150
SO ₂	300	1500	1500 (carbón)
			100 (bagazo)
			500 (Bag/petro)
NO _x	320	600	750
CO	100	350	500
Opacidad (Indice Bacharach) ⁽³⁾	0	4	-----

(1) Concentración referida a condiciones normales 0°C, 1 atmósfera, 3% de O₂ para gas y líquidos y 6% de O₂ para sólidos
(2) Para calderas de potencia mayor o igual a 800BHP (líquido) y 300BHP (sólido)
(3) Para calderas menores a 800 BHP
(4) Estos Límites son aplicables a las calderas de vapor piro-tubulares y acuotubulares; Asimismo, se aplican a calderas de calentamiento de agua o aceite térmico que queman Diesel, Residual o Gas o en general que queman combustibles fósiles y que pertenecen a las empresas industriales manufactureras pudiendo ser de aplicación por otros sectores.
NOTA: El monitoreo de las emisiones atmosféricas se realizará conforme al Protocolo de Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado por Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM.

C.2 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) DE EMISIONES GASEOSAS Y PARTÍCULAS PARA EL SUB-SECTOR ELECTRICIDAD

LMP'S PARA EMISIONES DE CALDEROS POR TIPO DE COMBUSTIBLE

Tipo de combustible	Contaminantes Contaminantes mg/m ³ (miligramos/metro cúbico a 11% de Oxígeno) Concentración en cualquier momento		
	Partículas	Óxidos de Nitrógeno (NOx)	Dióxido de azufre (SO ₂)
Líquido	100	275	Diesel: 700 ó <0,5% de S en masa Residual: 1500 ó <1,5% de S en masa
Sólido	100	458	1500