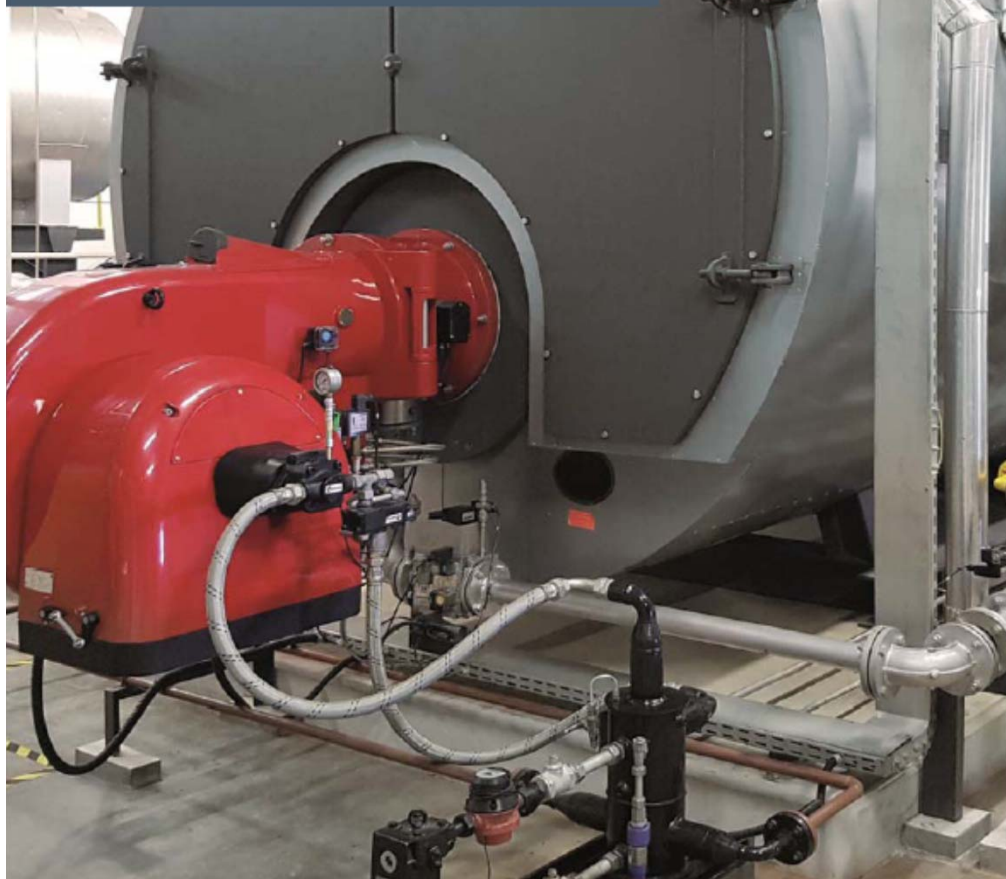


Jornada técnica sobre Eficiencia Energética en Calderas Industriales

19 de Junio de 2019



Quemadores industriales
con tecnología de
combustión de bajas
emisiones de NOx en
aplicación del Real
Decreto 1042/2017



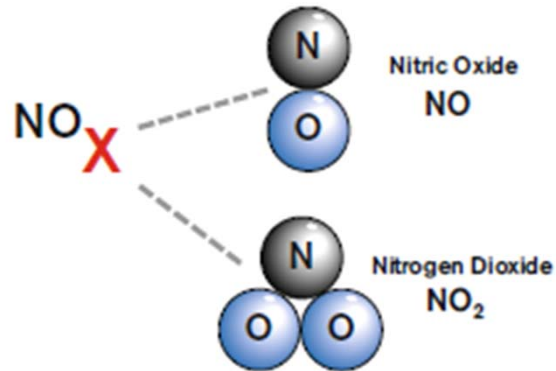
Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid



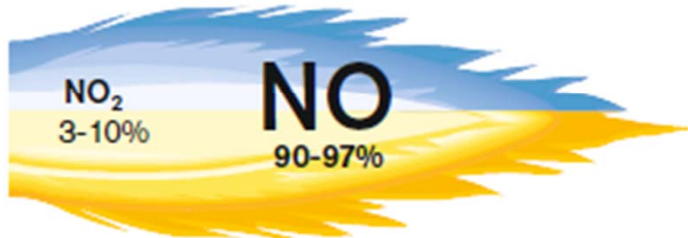
Comunidad
de Madrid

–weishaupt–

¿Qué es?

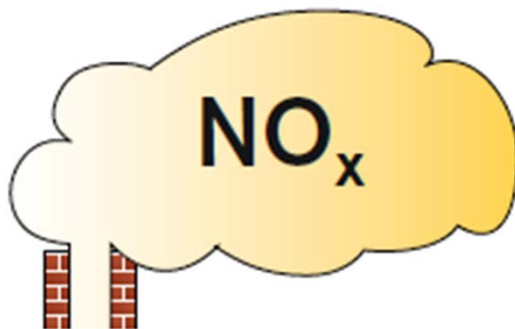


NO_x es el término colectivo de óxido nítrico NO y dióxido de nitrógeno NO₂



Aprox. 90 ... 97% NO

Aprox. 3 ... 10% NO₂



Los óxidos de nitrógeno son en parte responsables de la "lluvia ácida" al contribuir a la formación de ácido nítrico.

¿Cómo se forma?



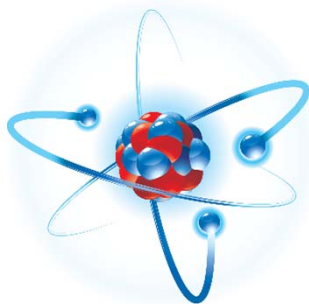
NOx Combustible

Cuanto más nitrógeno haya en el combustible, más alta es la emisión real de NOx.



NOx Térmico

Las temperaturas altas en la llama aumentan la formación de NOx térmico



NOx inmediato

Formado por la oxidación del nitrógeno estructural del combustible. Constitución muy temprana.

NOx Térmico

Las temperaturas altas en la llama aumentan la formación de NOx térmico.

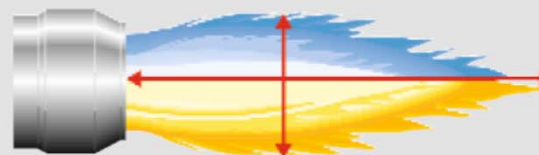
Tiempo de permanencia de humos a alta temperatura aumenta la formación de NOx térmico.



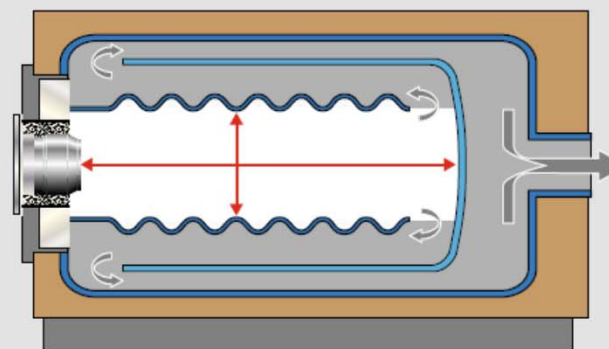
Factores en la formación de NOx térmico

Geometría

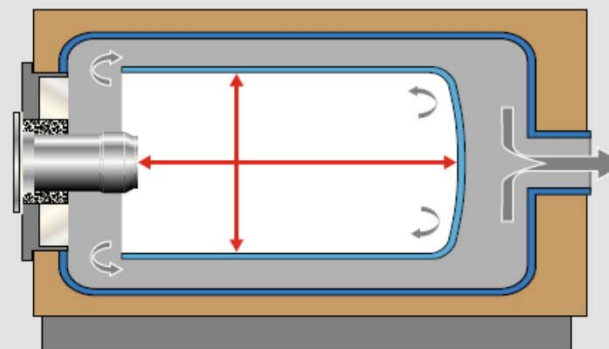
- Llama



- Cámara de combustión
Calderas de 3 pasos de humos /
Calderas de 1 solo paso de humos

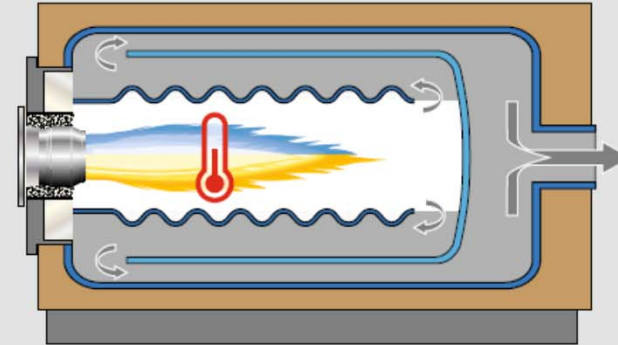


Calderas de llama invertida



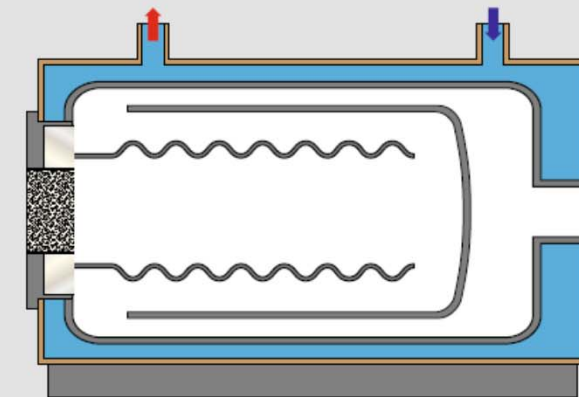
Temperatura

- Carga de la caldera
- Temperatura en la cámara de combustión



Médium

- Agua
- Vapor
- Aceite térmico
- Aire

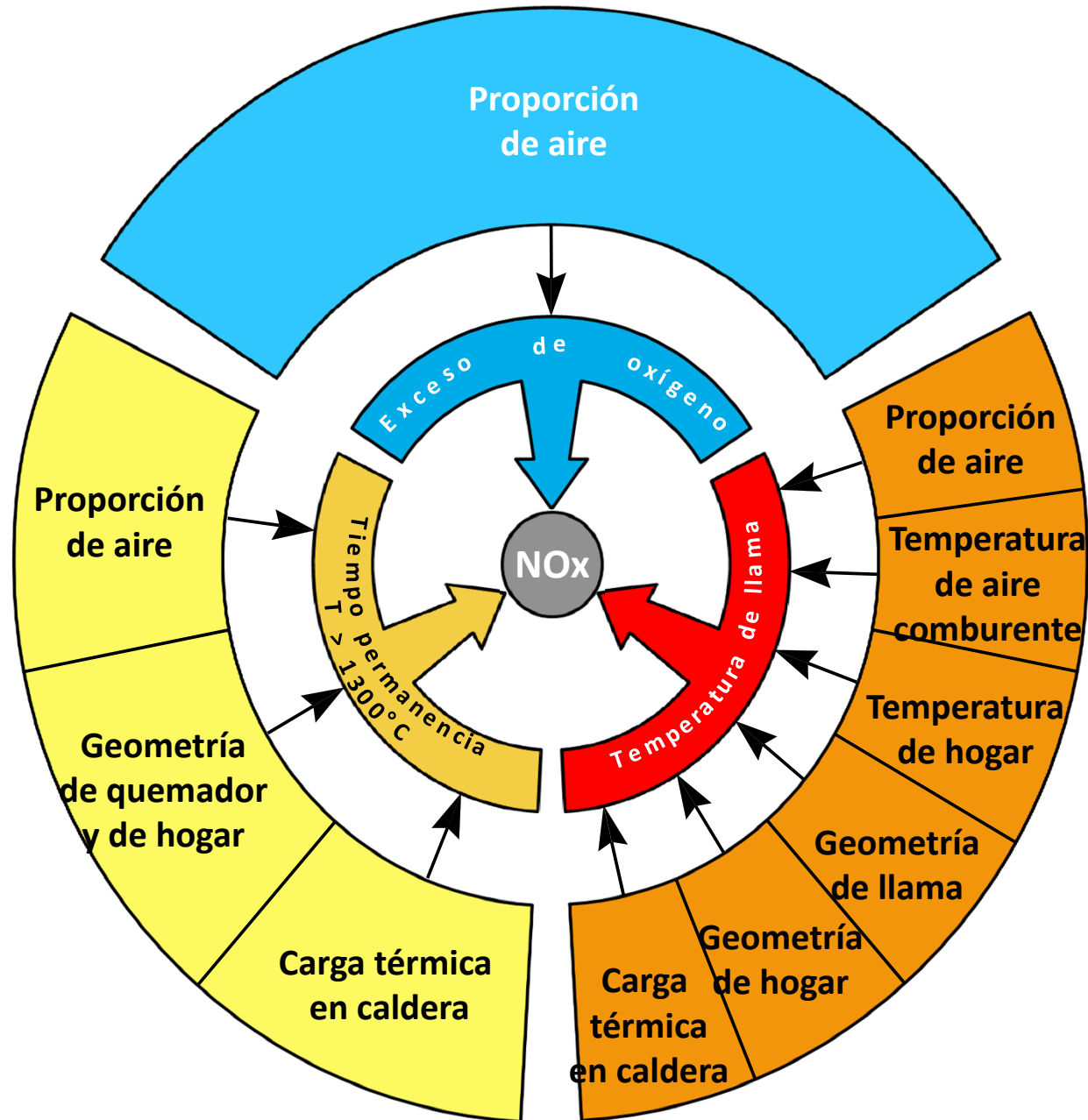


Tiempo de reacción

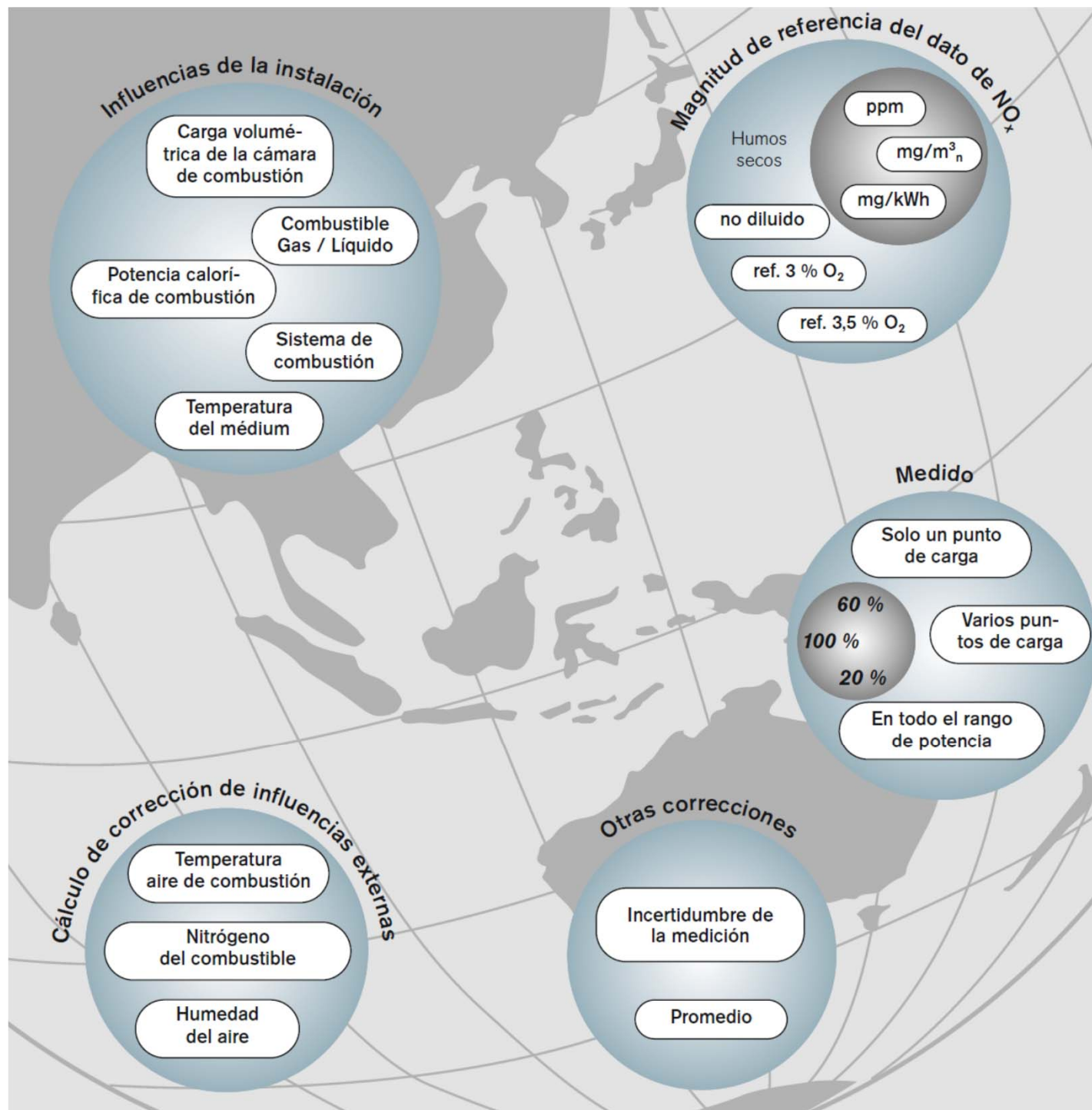
- Tiempo de permanencia del nitrógeno del aire en la zona de elevadas temperaturas

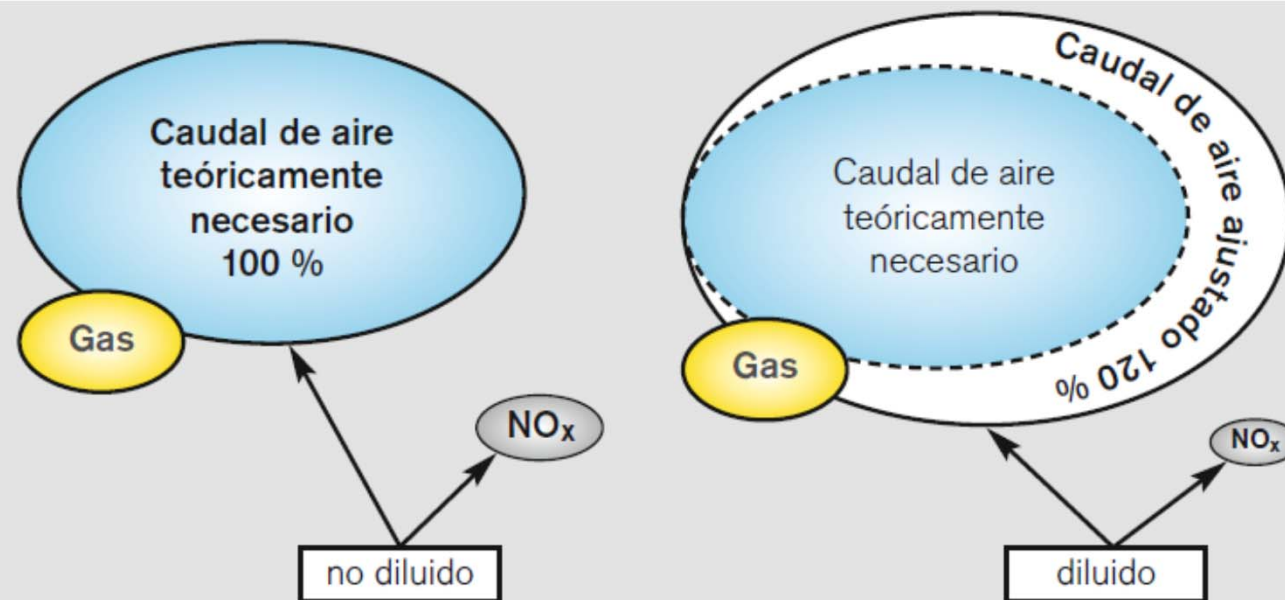


LA RUEDA DEL NOx



Criterios de evaluación





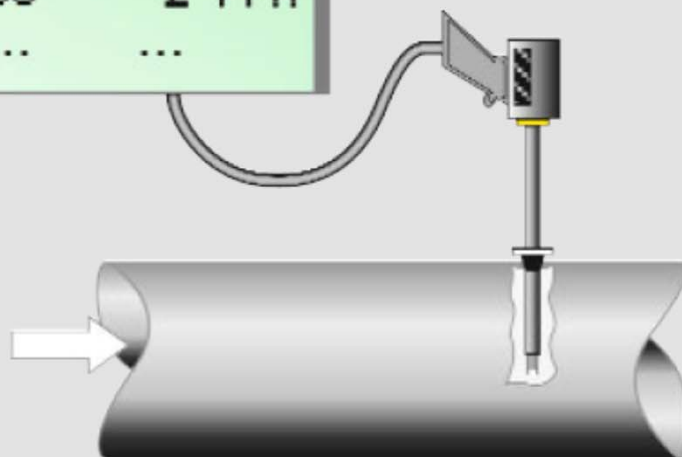
Fórmula de conversión a una magnitud de referencia definida

O₂ medido ya es conocido

$$E_{\text{ref.}} = E_{\text{med.}} \cdot \frac{21 - 3}{21 - O_{2\text{med.}}}$$

Valor referencia 3 % vol. de O₂

O ₂	5,4 %
NO _x	26 PPM
CO	2 PPM
...	...



Ejemplo con los valores indicados

$$E_{\text{ref.}} = 26 \cdot \frac{21 - 3}{21 - 5,4}$$

Resultado en relación a 3 % de O₂:

$$E_{(3\% \text{ O}_2)} = 30 \text{ ppm}$$

		NO _x	
		Referencia O ₂ : 3%	
	Unidad	ppm	mg/m ³ _n
Gas nat. E	1 ppm =	1	2,056
	1 mg/m ³ _n =	0,486	1
	1 mg/kWh =	0,486	0,999

–weishaupt–

Ejemplos prácticos

Tª del fluido

Caldera agua caliente vs Caldera vapor

NOx: 10-25 mg/Nm³ mayor en... Caldera de vapor

Construcción caldera

Caldera 3 pasos humos vs Caldera llama invertida

NOx → 20-40 mg/Nm³ mayor en... Caldera llama inv.

Diámetro hogar

Caldera con hogar muy pequeño

NOx → puede ser necesaria recirculación humos externa

Ejemplos prácticos

Tª aire de combustión

Tª entrada hasta 40 °C vs Tª entrada a 140 °C

NOx: 50 mg/Nm³ mayor en... Tª 140 °C

Otros

Aire húmedo: reduce Tª y baja NOx

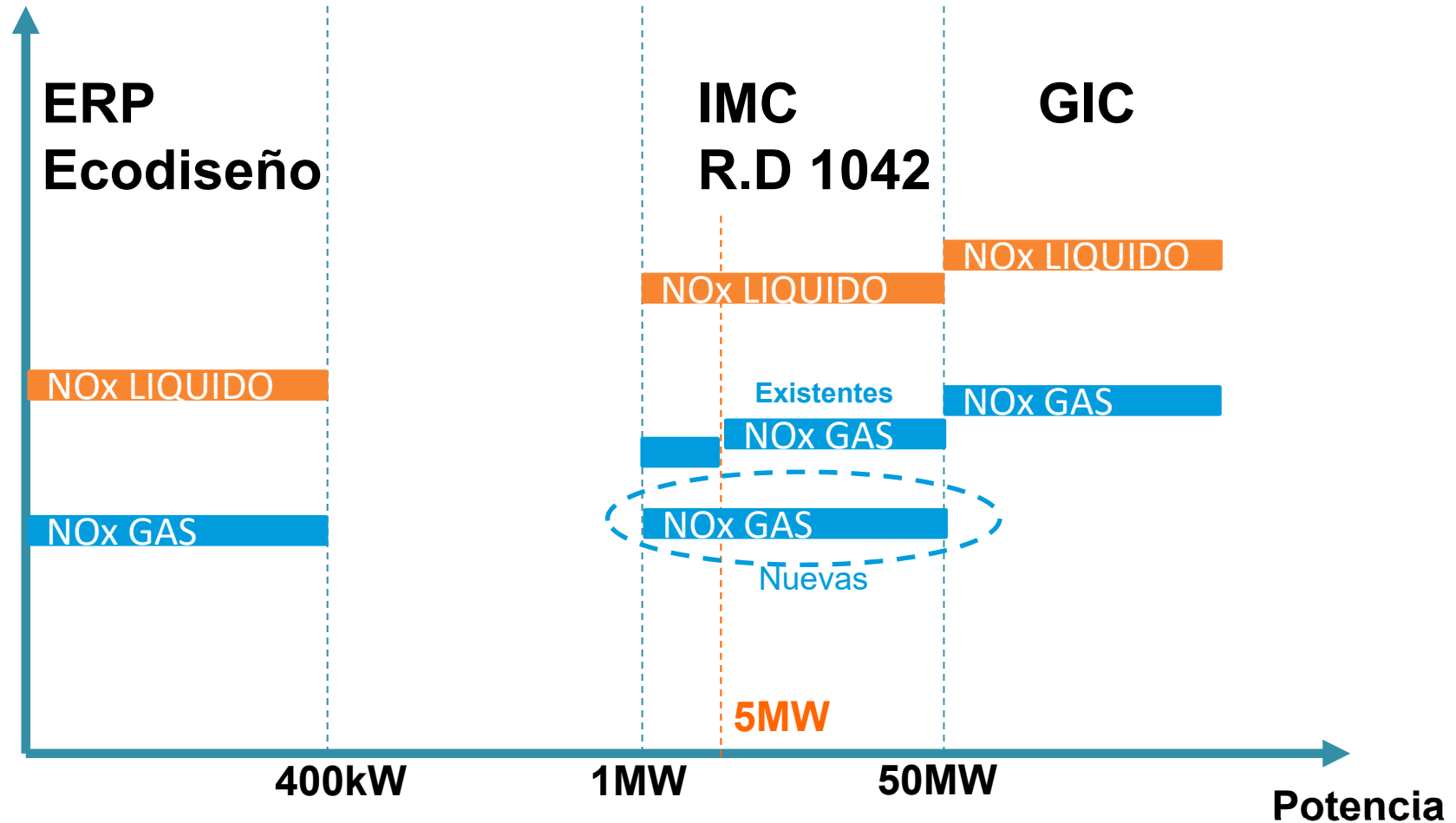
Contenido nitrógeno del gasóleo

PCI combustible mayor – mayor Tª - aumenta NOx

Exceso de O₂ reducido, aumenta NOx !!

NORMATIVA

NO_x



No es suficiente especificar la clase de NO_x

Potencia combustión < 400 kW

Reglamento ECODISEÑO 813/2014 y 814/2014



La demostración del cumplimiento de estos valores se realiza con una certificación del fabricante.

DECLARACION DEL FABRICANTE

de conformidad con el Reglamento (EU) nº 813/2013, anexo II, cap. 4



Nosotros,

Max Weishaupt GmbH, D-88475 Schwendi

declaramos que los quemadores enumerados a continuación cumplen las condiciones del Reglamento (EU) 813/2013, cap. 4 así como los valores límite de NOx, medidos según EN 267 y EN 676 con gasóleo y con gas natural, en ella requeridos.

Quemador de gasóleo	Tipo	Ejecución	Potencia [kW]
	WL5/1-B	LN-BE, H-2LN, H-2LN-WB	16,5 - 40
	WL5/2-B	H	25,0 - 55
	WL5-PB-H	1.19, 1.21, 1.22, 1.23, 1.24, 2.24, 2.25	16,5 - 40
	WL10/1-D	1LN, H-1LN	30,0 - 55
	WL10/2-D	Z, H, Z-H, 1LN, H-1LN, standard	35,0 - 75
	WL10/3-D	Z, H, Z-H, standard	50,0 - 100
	WL20/1-C	Z, Z-1LN, standard	50,0 - 130
	WL20/2-C	Z	70,0 - 200
	WL30Z-C	4LN, standard	71,0 - 331
	WL40Z-A	1LN, 2LN, standard	120 - 570
	WM-L10/2-A	Z-3LN	120 - 600
	WM-L10/3-A	T, Z-3LN	200 - 900

Quemador de gas	Tipo	Ejecución	Potencia [kW]
	WG5N/1-A	LN, 2LN	12,5 - 50
	WG10N/0-D	ZM-LN	12,5 - 50
	WG10N/1-D	LN, Z-LN, ZM-LN	25,0 - 110
	WG20N/1-C	LN, Z-LN, ZM-LN	35,0 - 200
	WG30N/1-C	ZM-LN	40,0 - 350
	WG40N/1-A	ZM-LN	55,0 - 550
	WM-G10/2-A	ZM-3LN, ZM-PLN	85,0 - 700

Quemador mixto	Tipo	Ejecución	Potencia [kW]
	WM-GL10/2-A	ZM-T-3LN	100 - 600

Schwendi, 29.10.2018

MAX WEISHAUPT GMBH

i. A.

ppa.

Eisler

Dr. Schloen

-weishaupt-

Real Decreto 1042/2017

Rango de potencias > 1 MW (potencia individual) < 50 MW (potencia total)	Valores límite			
	Gas natural	Otros Gases	Fuel	Gasóleo EL
Instalaciones nuevas a partir de 22.12.2018	100 mg/m ³	200 mg/m ³	300 mg/m ³	200 mg/m ³
Instalaciones existentes > 5 MW a partir de 01.01.2025	200 mg/m ³	250 mg/m ³	650 mg/m ³	200 mg/m ³
Instalaciones existentes 1-5 MW a partir de 01.01.2030	250 mg/m ³	250 mg/m ³	650 mg/m ³	200 mg/m ³
<ul style="list-style-type: none">➤ <u>NOx</u> en mg/Nm³, calculado como NO₂ (humos secos), referido al 3% de O₂➤ No hay referencia de humedad y temperatura del aire➤ No hay referencia de nitrógeno para gasóleo EL➤ No hay referencia de poder calorífico				

CLASE 3 NOx

NO GARANTIZA CUMPLIMIENTO

Certificado conjunto caldera quemador sobre garantía de emisiones de NOx

El Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas, fija los valores límite de emisión de NOx para instalaciones nuevas con potencia térmica nominal entre 1 MW y 50 MW.

Para los datos abajo indicados

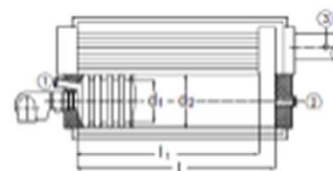
- Potencia térmica nominal: 3.500kW
- Fluido caloportador: Vapor
- Temperatura del médium: $\leq 200^{\circ}\text{C}$

Datos de caldera

- Tipo de hogar: 3 pasos de gases
- Dimensiones de hogar: $d1=800\text{mm}$, $l1=5700\text{mm}$

Datos de quemador Weishaupt

- Modelo: WMG 20 2-A
- Ejecución: ZM-LN
- Combustible: gas natural



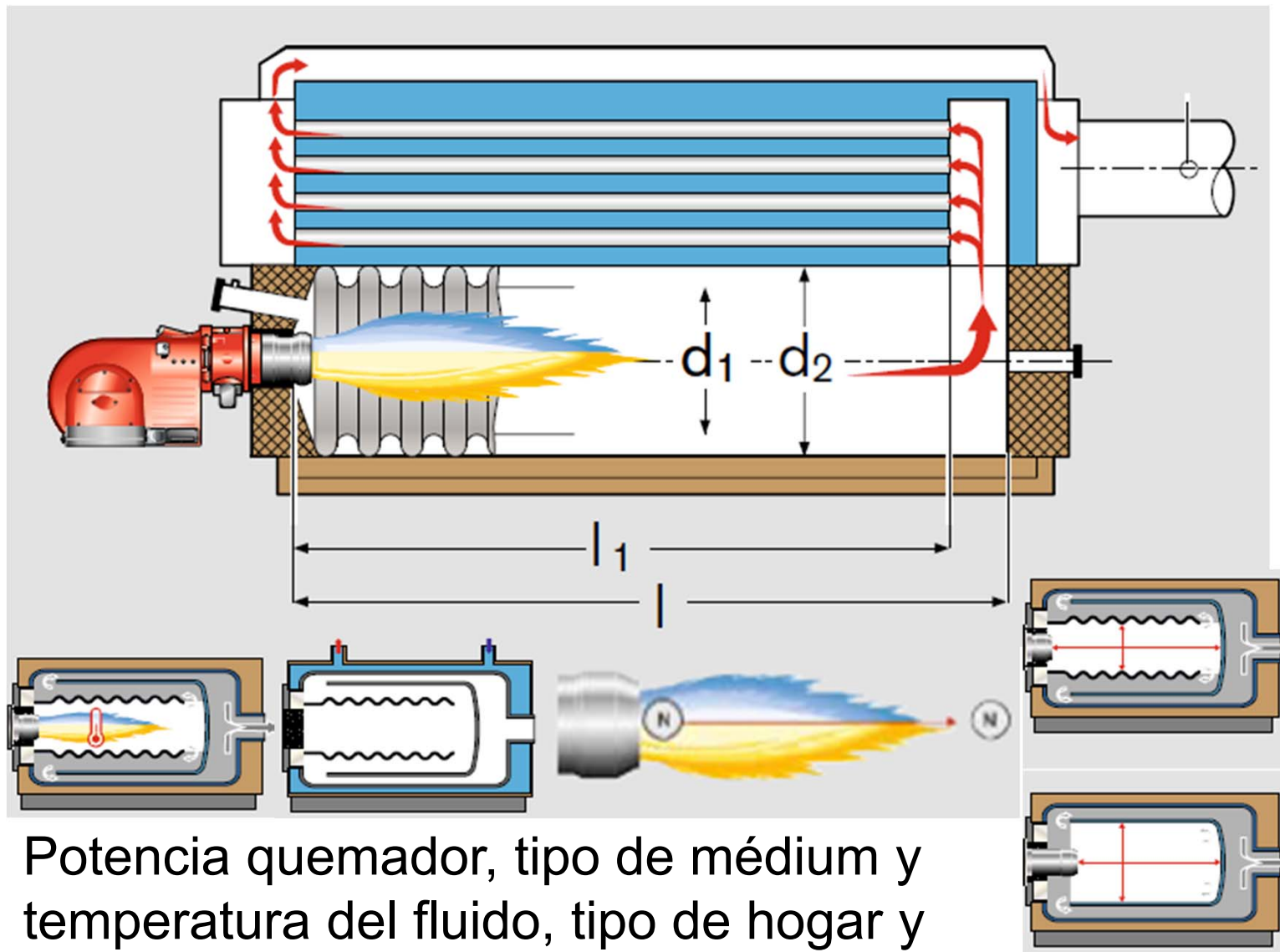
Sedical, S.A. como distribuidor en exclusiva de quemadores **Weishaupt**, puede **garantizar** el cumplimiento de un valor de **NOx $\leq 100 \text{ mg/m}^3\text{n}$** , partiendo de las siguientes condiciones de referencia

- NOx- en $\text{mg/m}^3\text{n}$ referido al 3% O_2 , calculado como NO_2 (Gases secos)
- Combustible gas natural (P.C.I. $\leq 10,35 \text{ kWh/m}^3\text{n}$)
- Combustible propano (P.C.I. $\leq 25,89 \text{ kWh/m}^3\text{n}$)
- Contenido de nitrógeno en gasoil EL: $\leq 140 \text{ mg/kg}$
- Sin tolerancia en la medición
- Medición con exceso de $\text{O}_2 \geq 3\%$
- La evaluación se lleva a cabo en cada punto de carga
- Sin promediar los valores

Valor real estimado de NOx: $88 \text{ mg/m}^3\text{n}$

Las emisiones reales de NOx pueden variar en función de las condiciones reales de la instalación y en el futuro, en función de las condiciones de referencia determinadas en la ley.

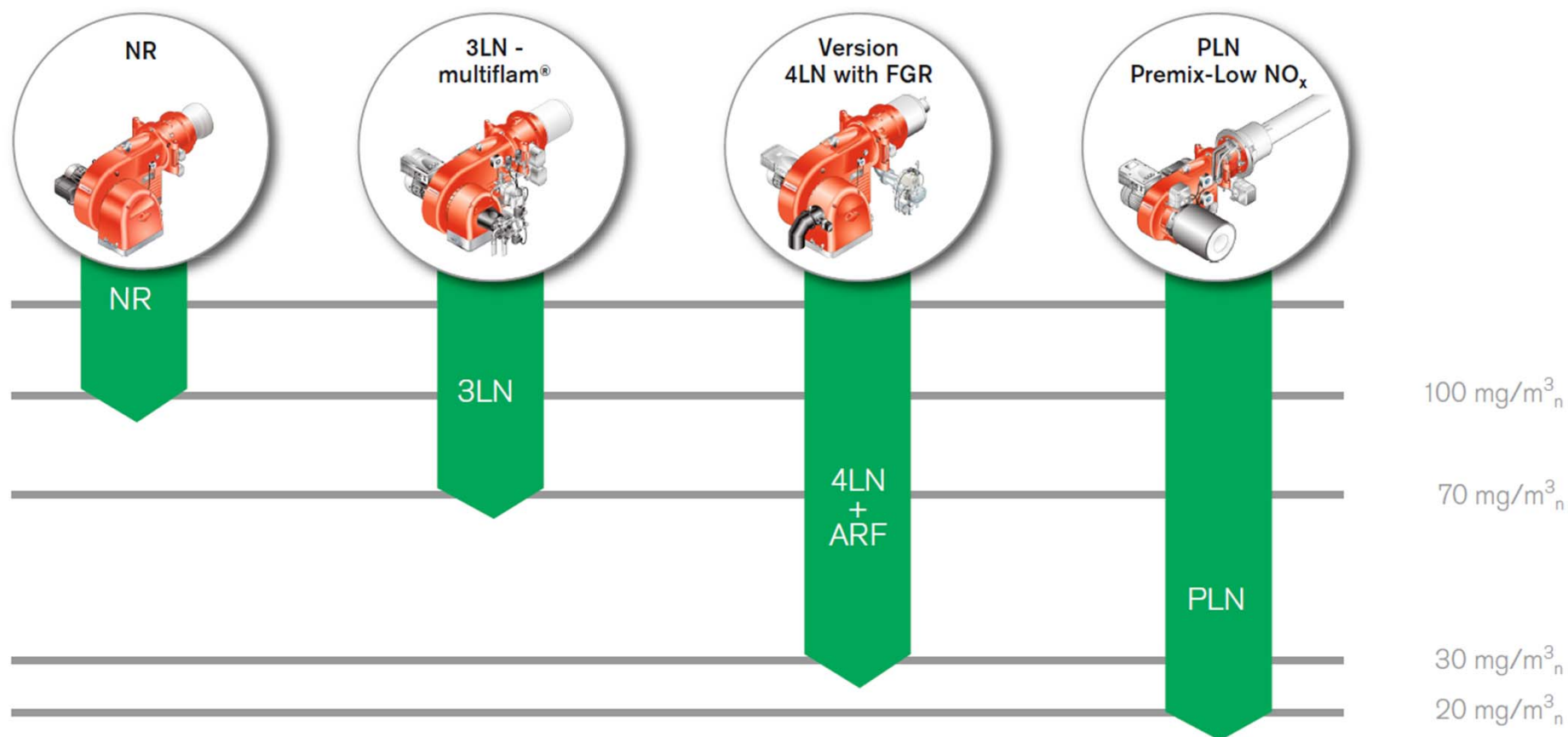
DATOS MINIMOS NECESARIOS



Potencia quemador, tipo de médium y temperatura del fluido, tipo de hogar y sus dimensiones.

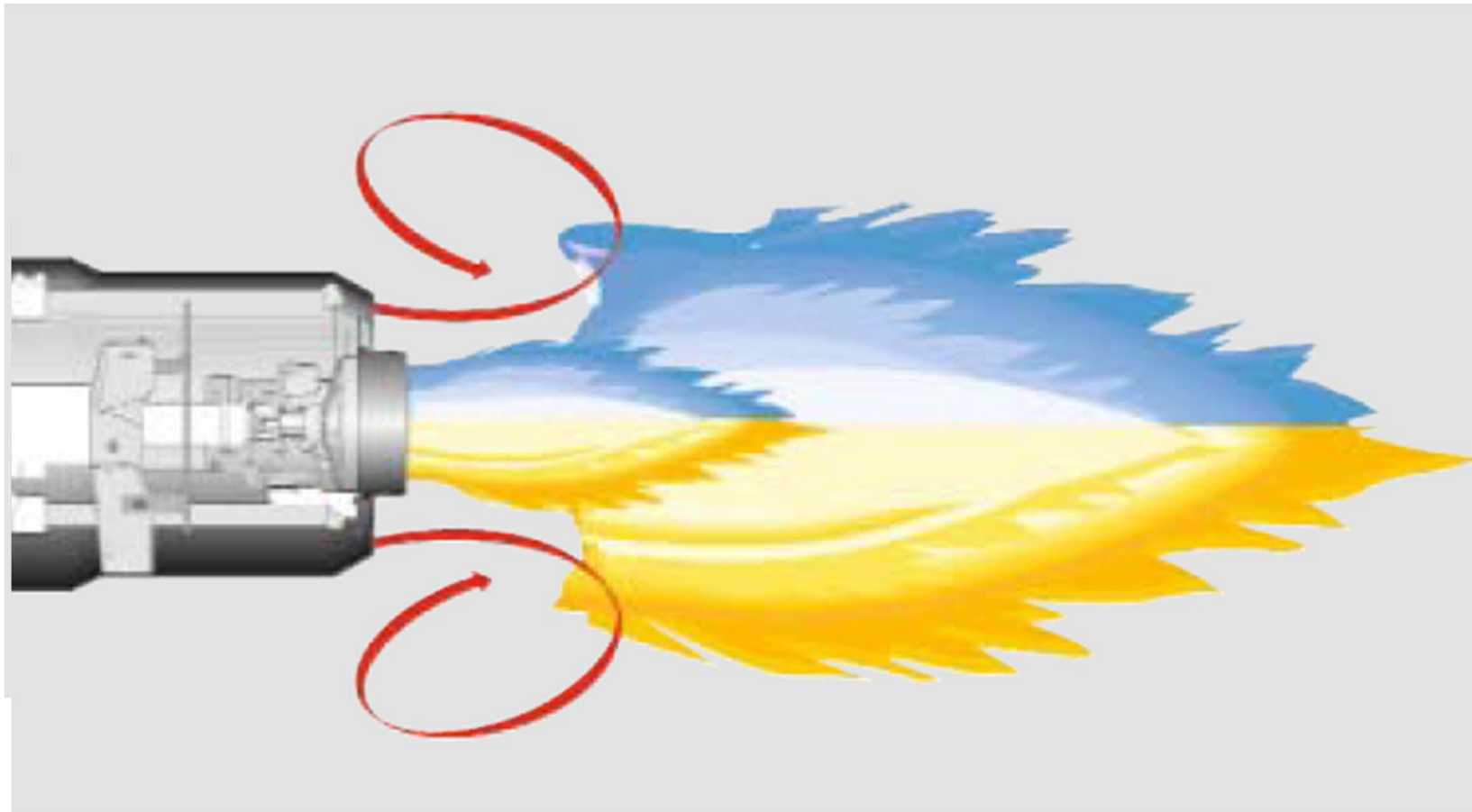
–weishaupt–

TECNOLOGIAS DE REDUCCION NOx



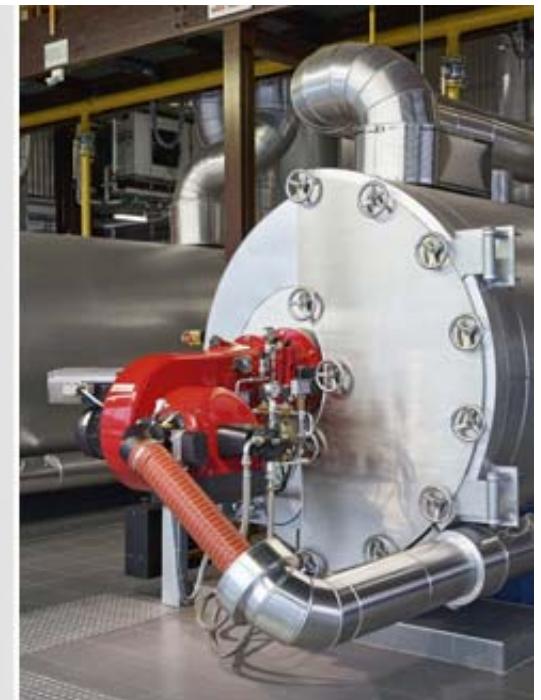
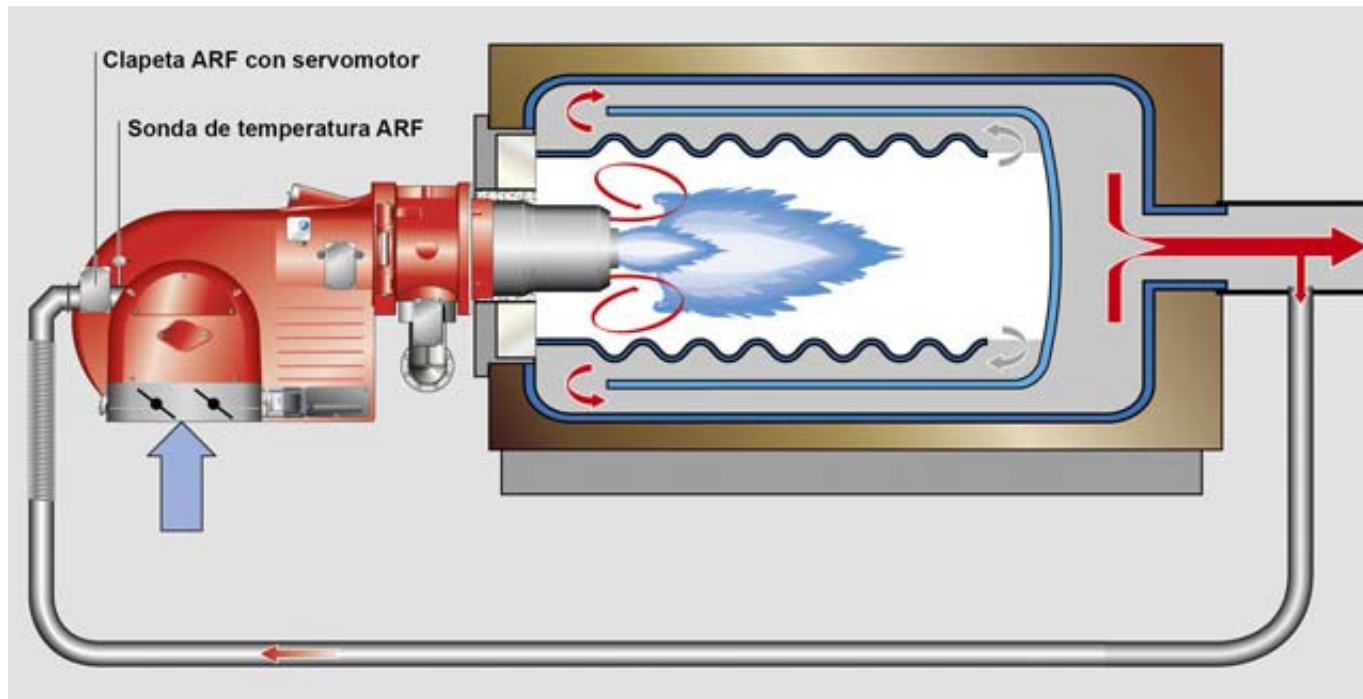
Reducción NOx – Cabeza de combustión

EJECUCION NR/EJECUCION LN/ EJECUCION 3LN



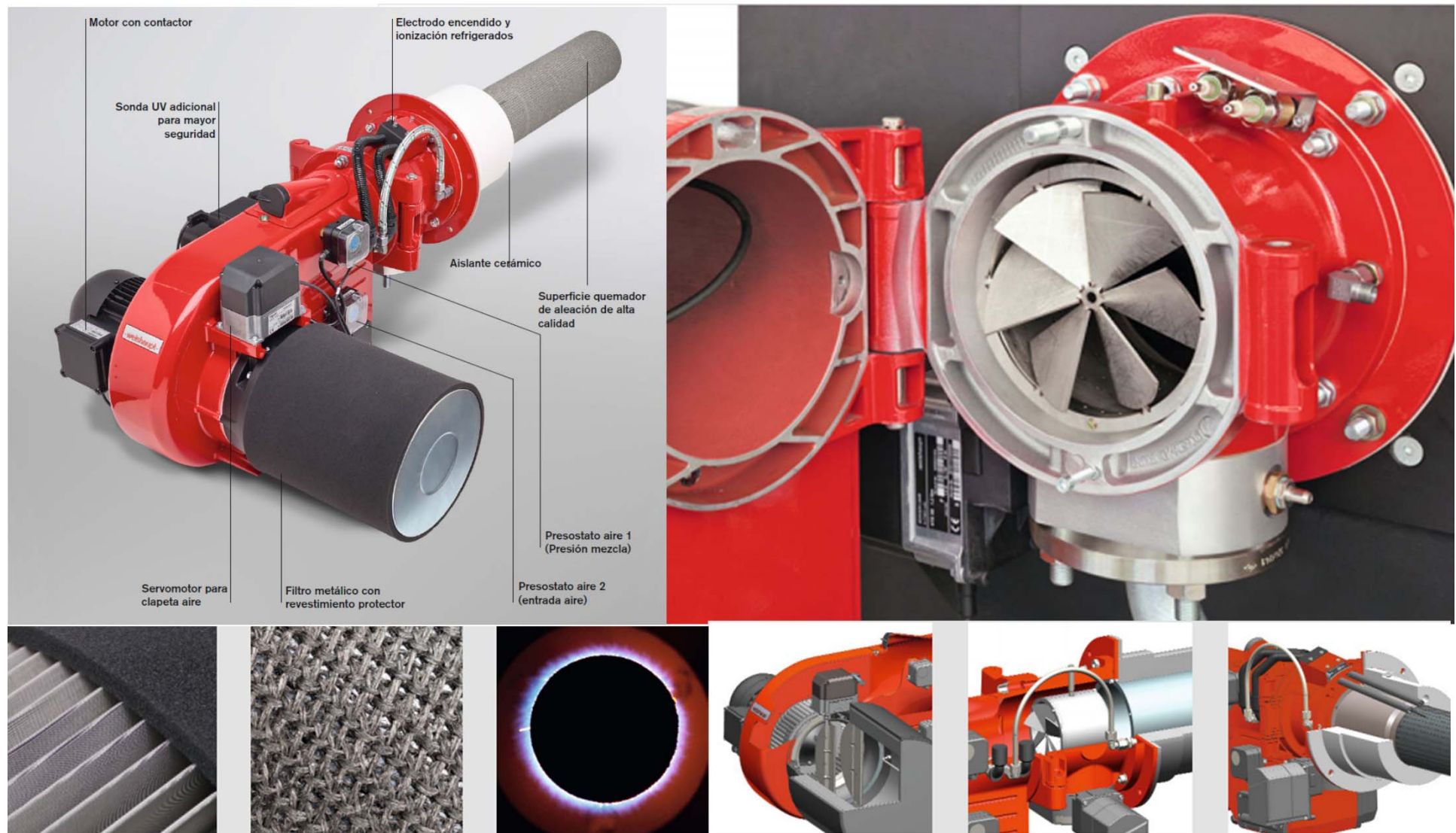
–weishaupt–

ULTRA reducción de NOx por recirculación INTERNA Y EXTERNA – 4LN

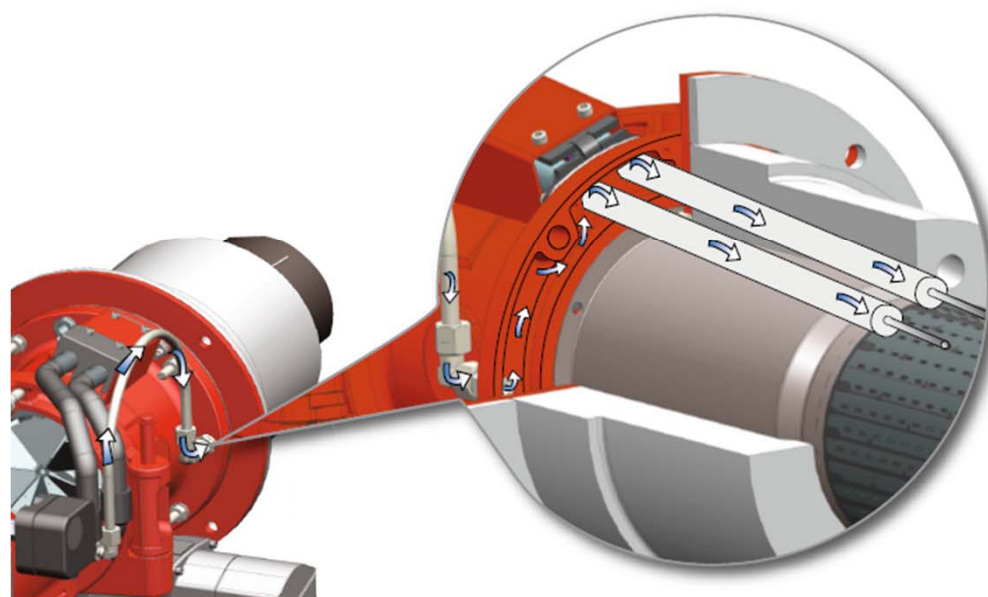
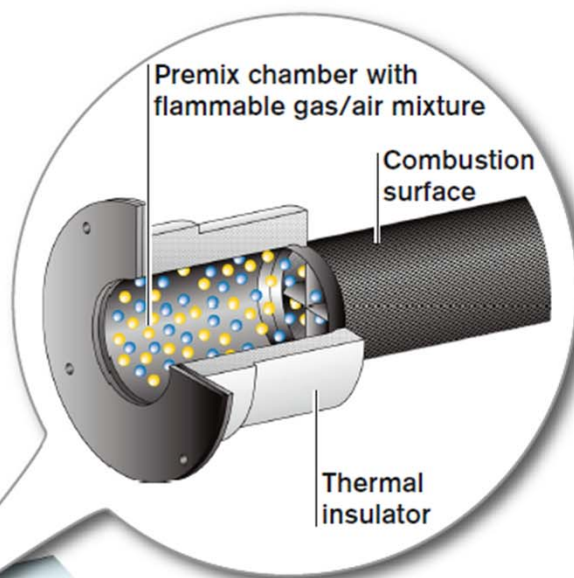
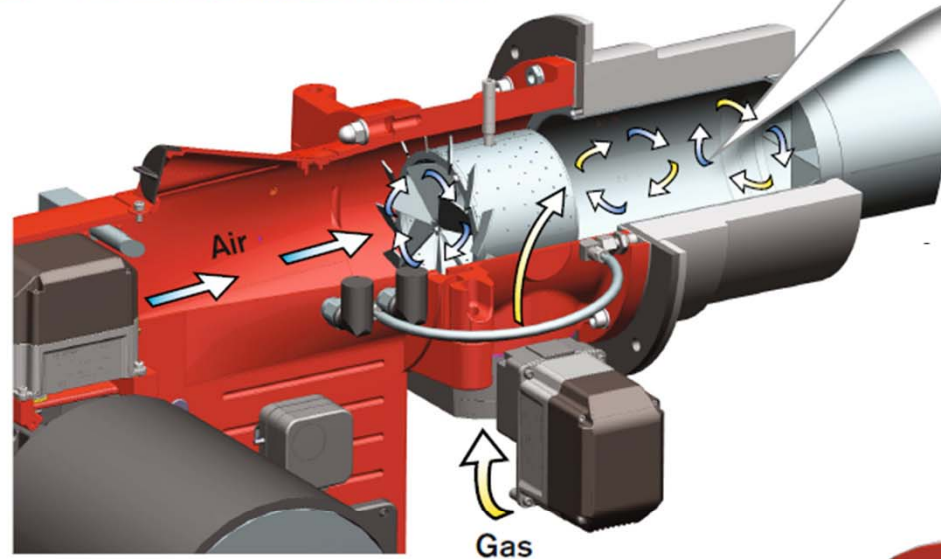
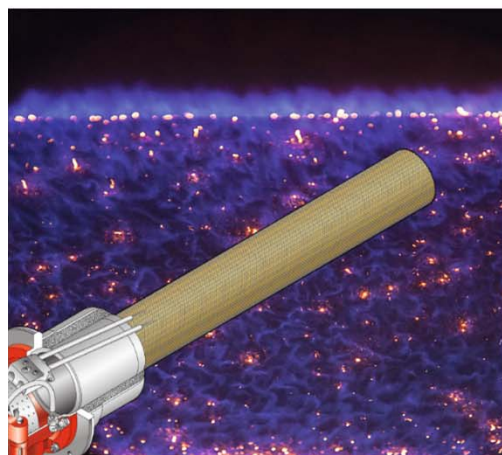


Reducción de hasta un 40% de NOx con máxima
recirculación de humos

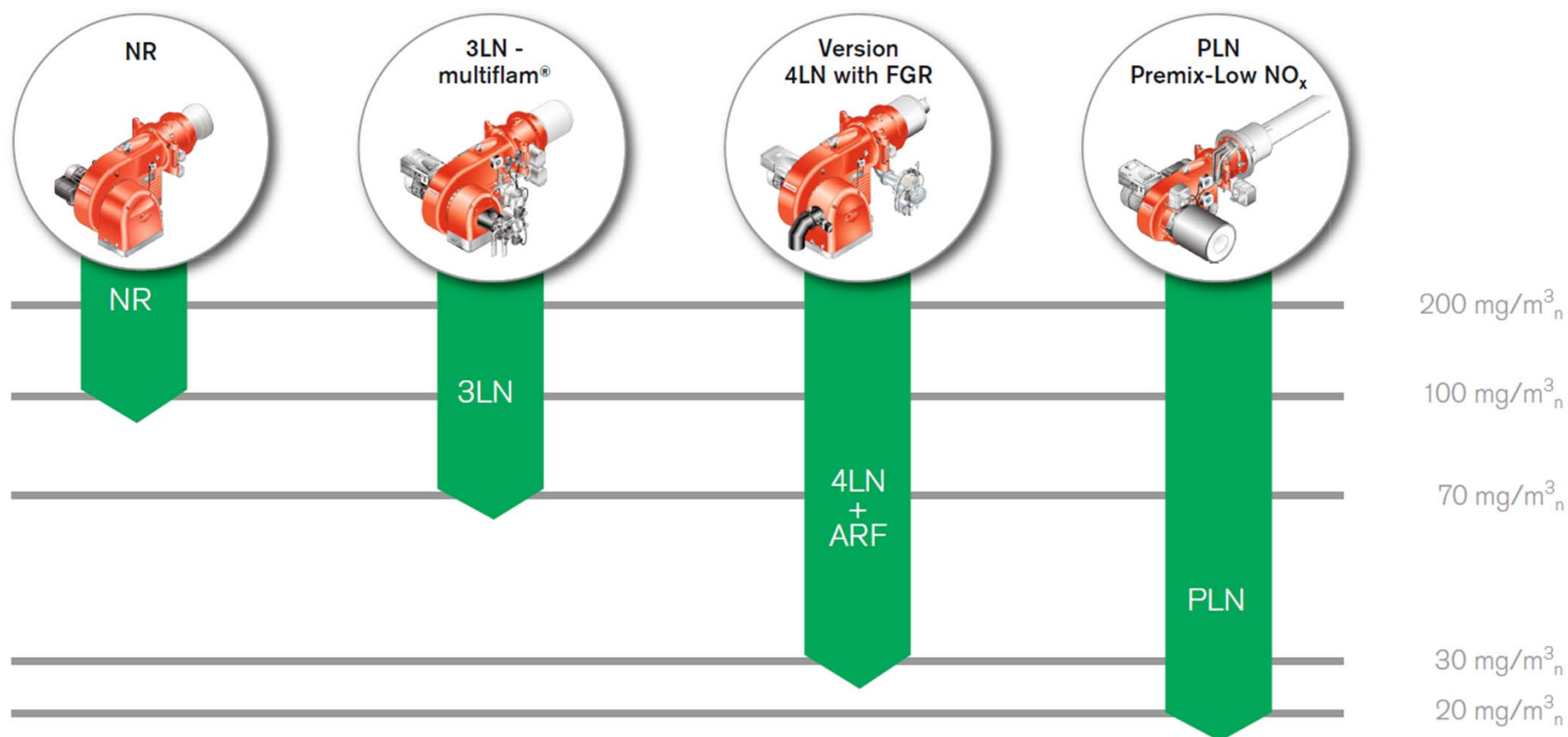
ULTRA Reducción NOx premix, versión PLN



Maximum safety – separate gas/air feed



Seleccionar el quemador adecuado a cada instalación



CONCLUSIONES

Quemadores de bajo NOx

Calderas de bajo NOx

INSTALACIONES bajo NOx

CONCLUSIONES

CLASE 3 NOx por sí solo no garantiza cumplimiento.

NOx se mide y se exige a la salida de chimenea

En cualquier punto de potencia representativa

Mediciones periódicas

Exigir estudio individual: quemador adecuado, precio adecuado

Exigir certificado

Muchas gracias por su atención

Pablo Garrido
pgarrido@sedical.com



Certificado conjunto caldera quemador sobre garantía de emisiones de NOx

El Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas, fija los valores límite de emisión de NOx para instalaciones nuevas con potencia térmica nominal entre 1 MW y 50 MW.

Para los datos abajo indicados

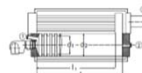
- Potencia térmica nominal: 3.500kW
- Fluido caloportador: Vapor
- Temperatura del médium: $\leq 200^{\circ}\text{C}$

Datos de caldera

- Tipo de hogar: 3 pasos de gases
- Dimensiones de hogar: $d1=600\text{mm}$, $l1=5700\text{mm}$

Datos de quemador Weishaupt

- Modelo: WMG 20 2-A
- Ejecución: ZM-LN
- Combustible: gas natural



Sedical, S.A. como distribuidor en exclusiva de quemadores Weishaupt, puede garantizar el cumplimiento de un valor de NOx $\leq 100 \text{ mg/m}^3$, partiendo de las siguientes condiciones de referencia:

- NOx en mg/m^3 referido al 3% O_2 calculado como NOx (Gases secos)
- Combustible gas natural (PCI) $\leq 10,35 \text{ kWh/m}^3$
- Combustible propano (PCI) $\leq 25,89 \text{ kWh/m}^3$
- Contenido de nitrógeno en gasoil EL $\leq 140 \text{ mg/kg}$
- Sin tolerancia en la medición
- Medición con exceso de $\text{O}_2 \geq 3\%$
- La evaluación se lleva a cabo en cada punto de carga
- Sin promediar los valores

Valor real estimado de NOx: 88 mg/m^3

La estimación media de NOx puede variar en función de las condiciones reales de la instalación y en el futuro, en función de las condiciones de referencia determinadas en la ley.

Sedical, S.A.
Técnica para el ahorro de energía
Dpto. Técnico

— weishaupt —