

MEDIDAS ESTRATEGICAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA

APLICACIÓN A LA INDUSTRIA METALURGICA Y METALMECÁNICA

Julio 2006

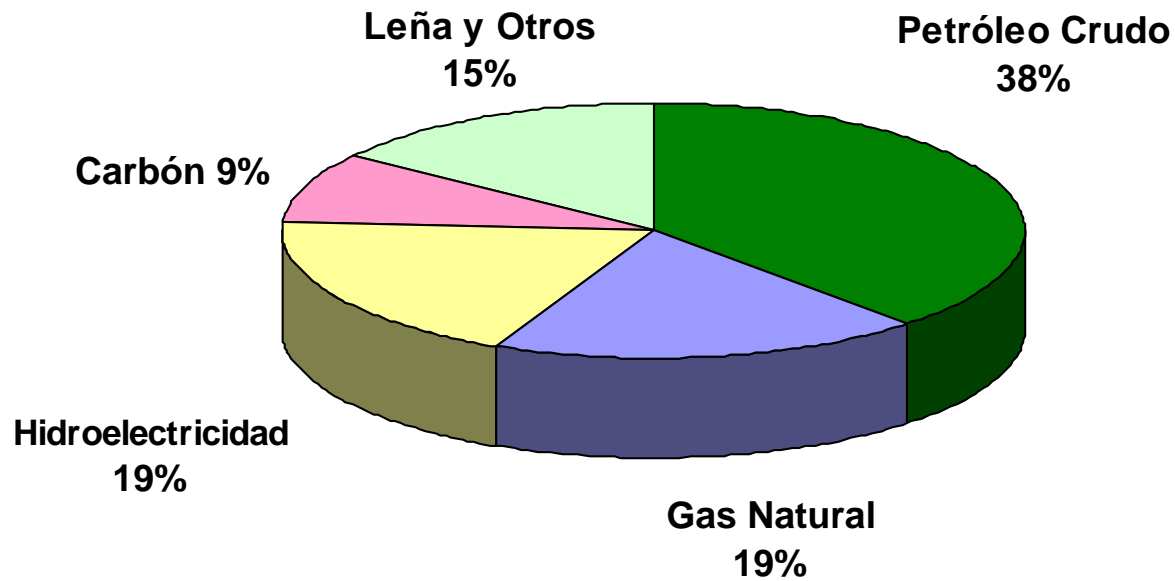
OBJETIVOS DEL SEMINARIO

- Mostrar la importancia creciente y la factibilidad de la Eficiencia Energética Industrial
- Indicar los ahorros reales que se pueden obtener en las industrias
- Como organizarse para lograr una mayor Eficiencia Energética
- Identificación y Ejemplos de Acciones concretas de ahorro de energía
- Desarrollo de métodos de Cálculo de los ahorros que se obtendrían gracias a acciones concretas seleccionadas.

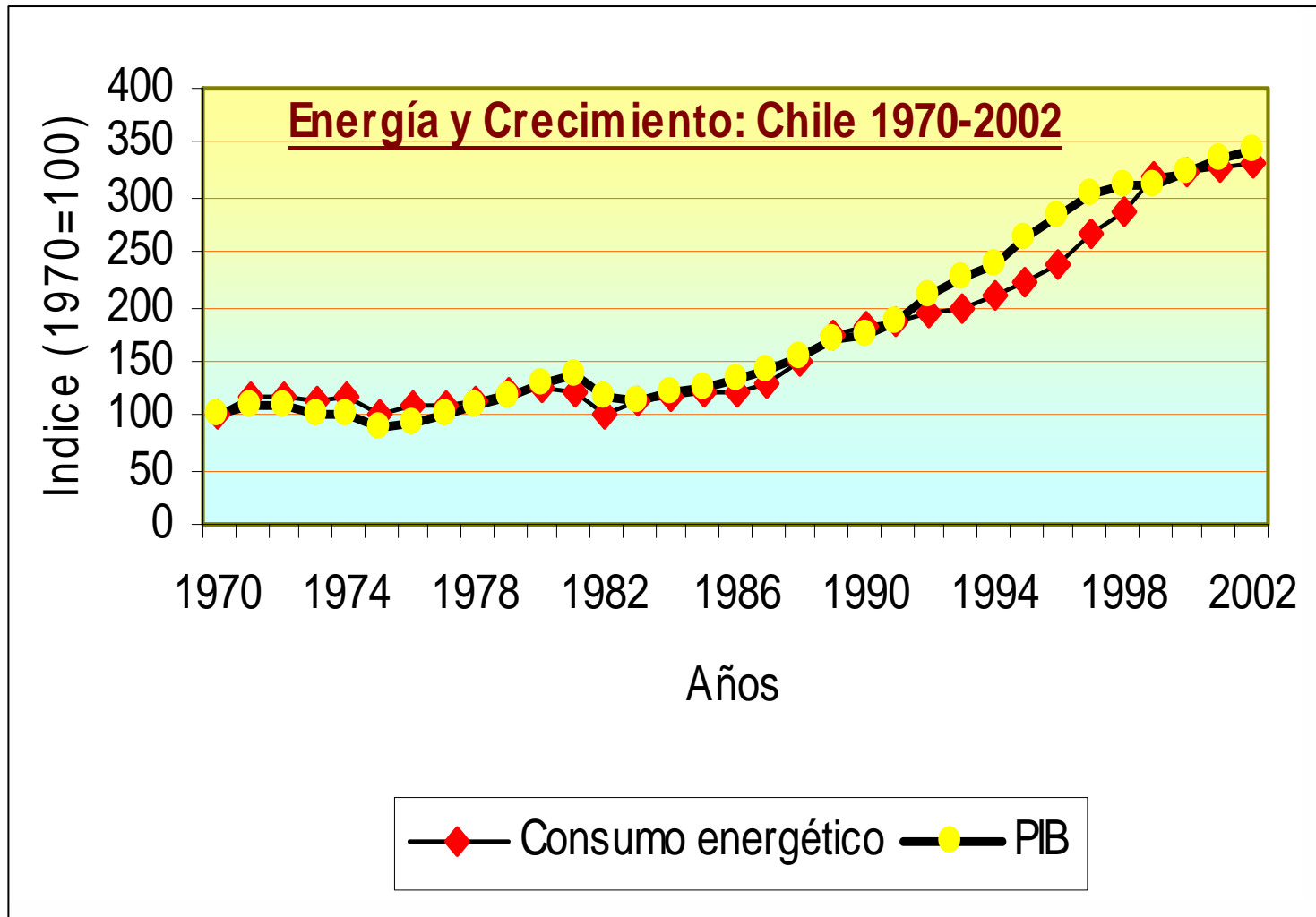
1. SITUACIÓN ENERGÉTICA DE CHILE Y SUS TENDENCIAS

1.1. Distribución de las Fuentes Energéticas Chilenas

Fuentes Energéticas

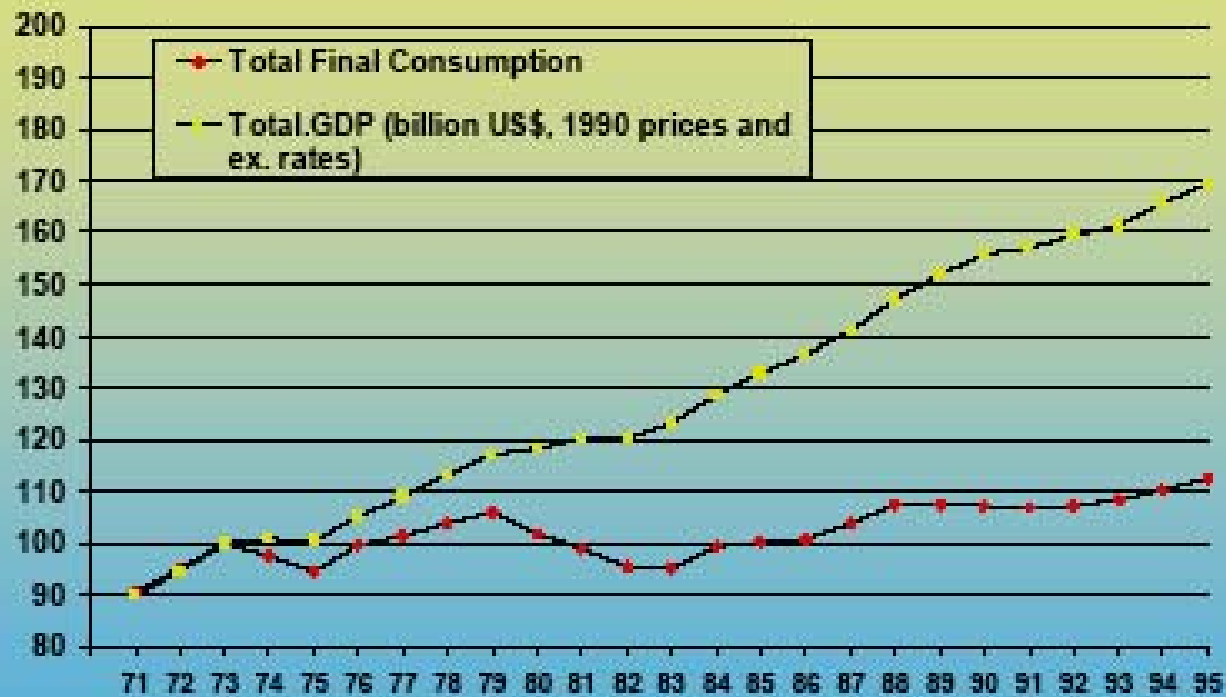


1.2. Acoplamiento entre Crecimiento y Gasto de Energía



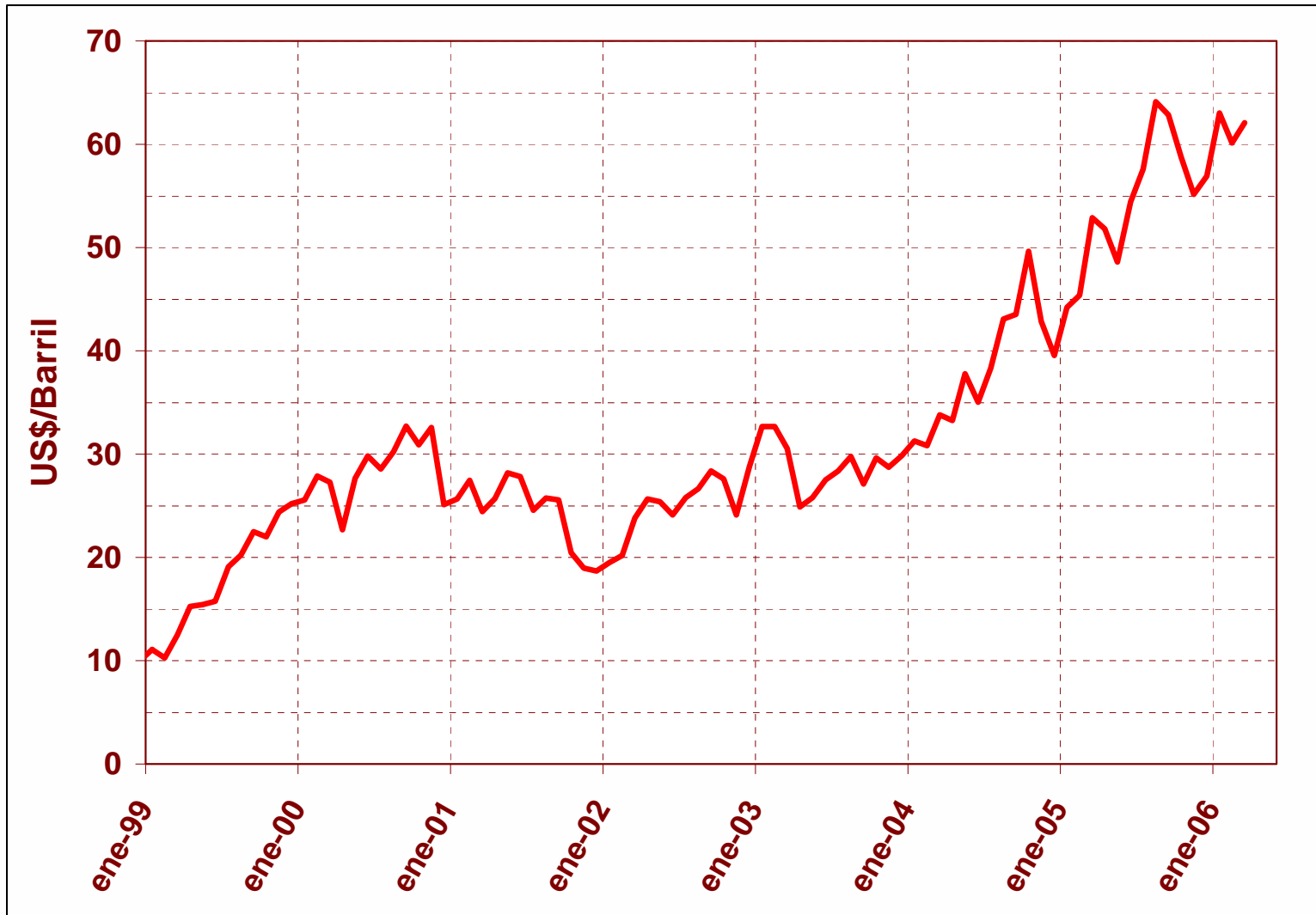
1.3. Crecimiento Económico y Gasto Energía países OECD

Energía y Crecimiento: Países de la OECD (1971 - 95)



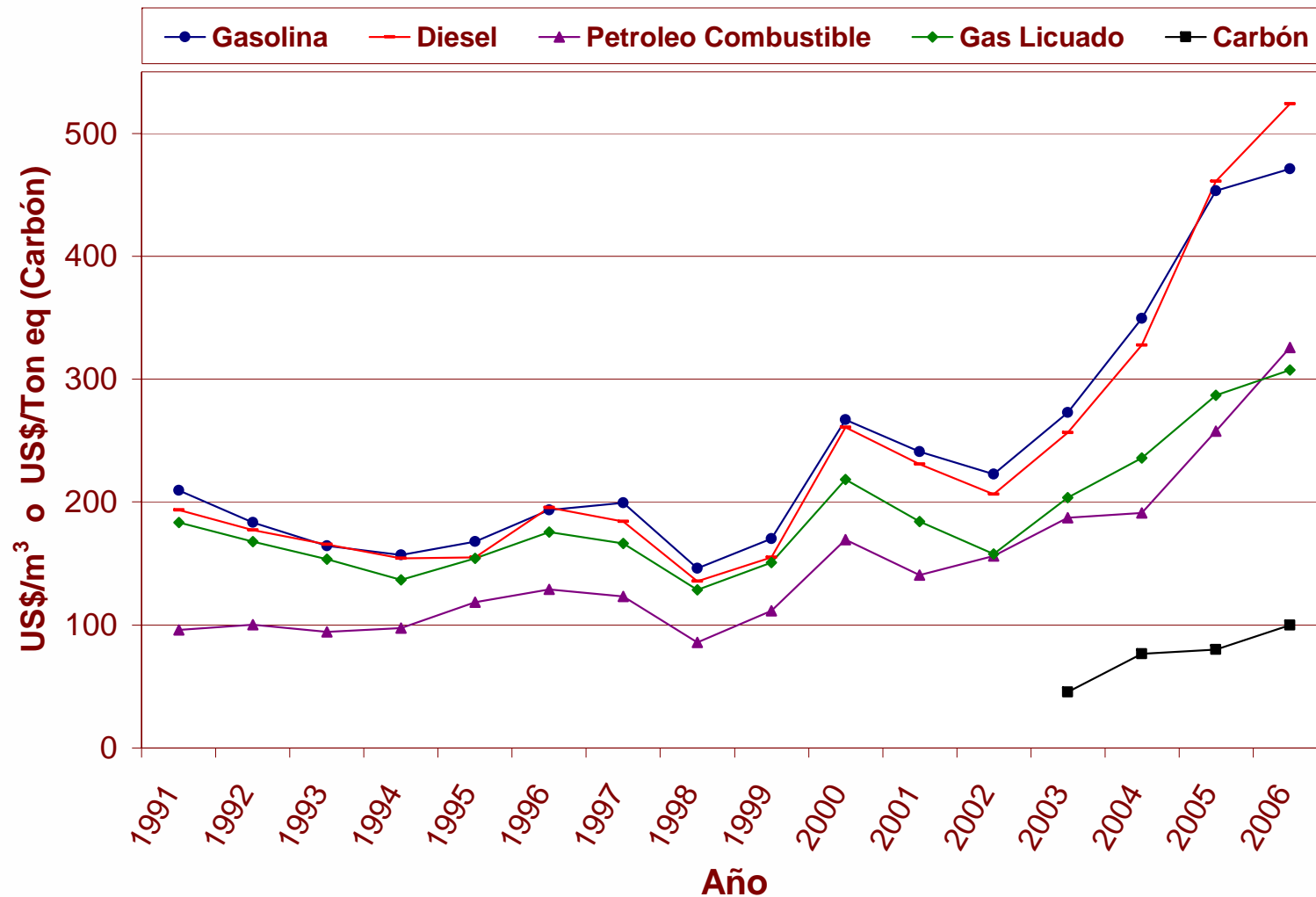
Fuente: Cifras proporcionadas vía internet por International Energy Agency, Energy Statistics Division, París, enero 1996. (Nota: se ha excluido a México.)

1.4. Evolución de los precios del Petróleo Crudo (Promedios Mensuales)



1.5. Evolución de los Combustibles Fósiles

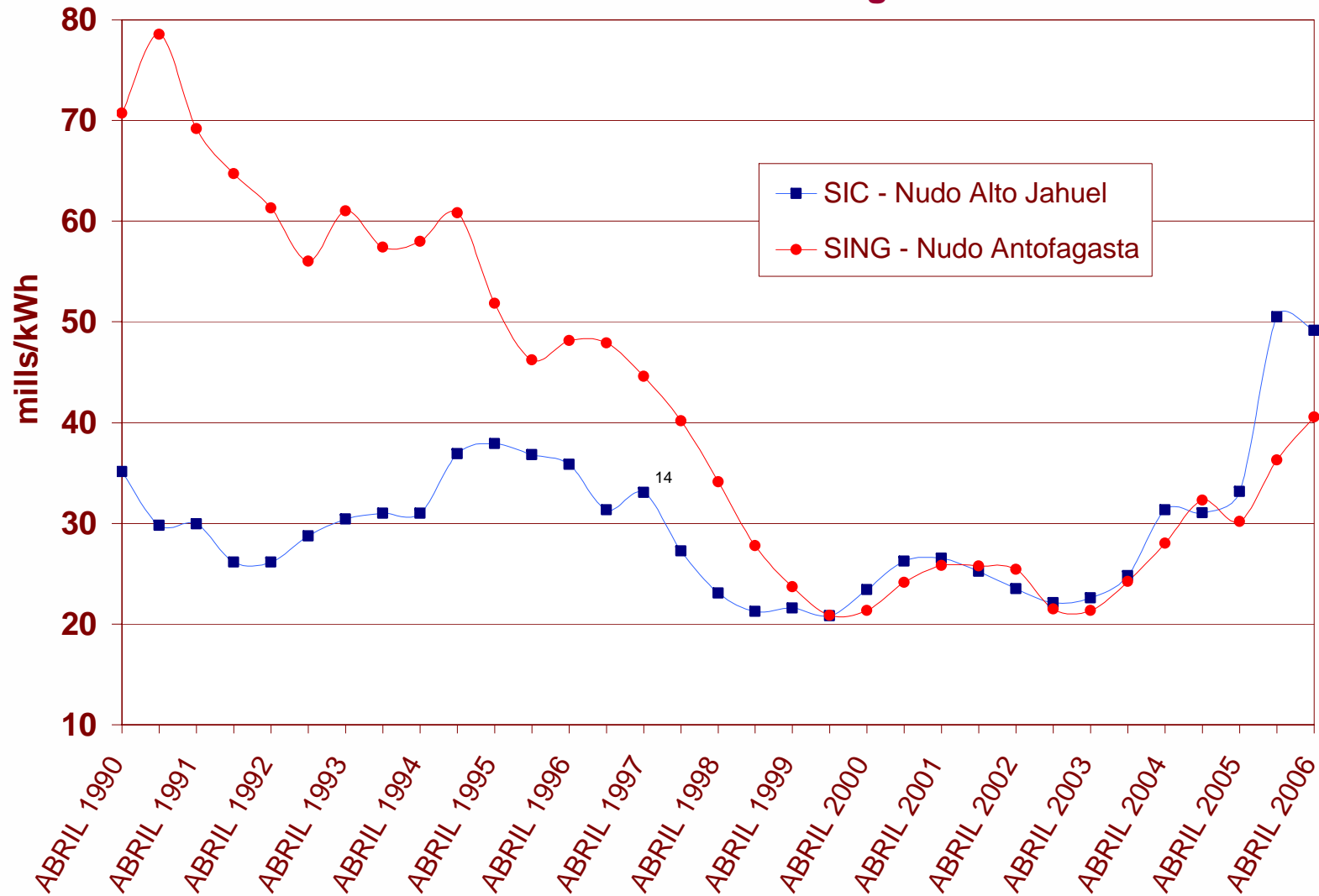
Precios Paridad Combustibles Líquidos y Gas Licuado 1991 – 2006



* Nota: Valores para año 2006 considera el promedio hasta el 10 de Abril de 2006

1.6. Evolución de los Precios Eléctricos

Precio Nudo de la Energía



1.7. Características y Precios Típicos de la Energía Industrial

Combustible	Densidad (kg/lit)	Precio US/Ton	Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	Poder Calorífico Superior (kcal/kg)	Precio US\$/MBtu Superior	Precio US\$/M kcal Superior
Gas Licuado	(2) 0,56	784,97	10.734	(1) 11.660	16,98	67,34
Diesel	0,85	666,89	10.165	10.900	15,49	61,43
PC N° 5	0,95	410,95	9.762	10.340	10,06	39,90
PC N° 6	0,98	330,89	9.625	10.150	8,22	32,60
Carbón		120,00	6.250	6.500	4,66	18,46
Gas Natural (6)	(3) 0,62		(4) 8.100	(4) 9.000	6,00	23,80
Electricidad Industrial AT4.3 Monómico (7)	0,071 (US\$/kWh)				20,80	82,60

(1) 23.000 kcal/m³

(2) 2,16 kg/m³ gaseoso

(3) En relación al aire (Densidad Absoluta = 0,83 kg/m³ a 1 atm. y 15°C)

(4) m³ estándar a 1atm. y 15°C

(5) 1 kWh = 860 kcal = 3410 Btu

(6) GNL : Estimado de 8 a 10 US\$/MMBtu

(7) Calculado para 6.750 horas/año, 0,055 US\$/kWh y 9 US\$/kW/mes

1.8. Aumento de Precios de la Energía Industrial

Combustible	Precios en US\$/M kcal (Superior)			Aumento Porcentual 2003 - 2006
	Julio - 2003	Julio - 2005 (*)	Abril - 2006	
Gas Licuado	38,35	53,14	67,34	76%
Diesel	27,13	53,94	61,43	126%
PC N° 5	21,54	36,49	39,90	85%
PC N° 6	19,43	29,35	32,60	68%
Carbón	7,08	12,30	18,46	161%
Electricidad US\$/kWh Monónico	0,04	0,07	0,07	78%

(*) Valores Utilizados en los Ejemplos

(**) 1 kcal = 3,966 Btu

(***) 1 US\$/MBtu = 3,966 US\$/M kcal

1.9. Razones por las que se debe aumentar la Eficiencia Energética

- * Fuerte alza de la Energía. Cualquier ahorro es importante.
- * Complicaciones de abastecimiento del gas natural.
- * Lograr economías y mayor competitividad de la industria y del país.
- * Colaborar con la sustentabilidad de los sistemas económicos y ecológicos
- * Porque nada se debe desaprovechar.

2. ORGANIZACIÓN DE UN PLAN DE EFICIENCIA ENERGETICA

2.1. Ahorros más importantes en Diagnósticos Industriales

Eficiencia en uso de combustibles en 55 industrias.

Modificación Técnica	Frecuencia		Ahorro		Plazo Recuperación Promedio Inversión (Meses)
	N°	% Sobre Industrias	Mínimo	Máximo	
Mejoramiento de la Combustión	34	62%	2%	13%	3
Mayor Aislación	12	22%	2%	6%	9
Reparación de Trampas de Vapor	31	56%	5%	20%	2
Recuperación de Calor Perdido	11	20%	3%	13%	10
Cambio Redes Cañerías	8	15%	1%	5%	10
Cambios en la Operación	7	13%	4%	6%	4
Uso de Revaporizado	6	11%	2%	9%	8
Modificación Sistemas Eléctricos	4	7%	5%	10%	6

Logros efectivos de ahorro: máximo 53%, mínimo 0%

Watt's Alimentos S.A.

Principales acciones:

- Cambio de proceso de producción de jugos
- Utilización de calores residuales
- Cogeneración Electricidad-Vapor-agua caliente.

Resultados:

- Reducción de consumos de combustibles en un 25%
- Reducción equivalente en electricidad en un 16%
- Producción de Bonos de Carbono (Nueva Metodología)

2.3. Realización de las Economías de Energía Detectadas

Verificación posterior en 20 de las 55 industrias.

Industrias que realizaron un cierto % de las modificaciones sugeridas		Modificaciones realizadas en relación a las recomendaciones
Nº	%	%
6	30	0
8	40	25
3	15	50
1	5	75
2	10	100
20	100	TOTAL INDUSTRIAS

2.4. Desarrollo de un plan de economía de energía

Requisitos

- Que se nombre un coordinador interno responsable de la continuidad y aplicación del plan y un equipo de apoyo.
- Que se convierta en una prioridad y compromiso de la Gerencia General.
- Que este plan constituya una iniciativa y compromiso del equipo de producción y técnico de la empresa.
- Contar con asesoría externa con experiencia e independiente de los proveedores de equipos para la realización de las mediciones, estudios especializados y apoyar el programa completo.
- Definir y operar un sistema de medición y comprobación de resultados concretos

2.5. Etapas de un Plan de Ahorro de Energía

1. AUDITORÍA ENERGÉTICA:

Incluye la identificación y Evaluación de las Economías posibles de obtener incluyendo factibilidad de cambios en el Abastecimiento Energético y con Participación de todos los niveles de la Empresa.

2. PROGRAMA DE TRABAJO :

Consiste en la definición de prioridades y en la planificación de la realización de las diversas economías con evaluación económica positiva y divulgación del plan a toda la Empresa.

3. MATERIALIZACIÓN DE CADA ECONOMÍA.

- 3.1. Proyectos individuales.
- 3.2. Petición de Propuestas y selección de proveedores y/o contratistas
- 3.3. Construcción y montaje
- 3.4. Supervisión de la obra y puesta en marcha
- 3.5. Comprobación de las economías obtenidas.

4. CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RESULTADOS.

- 4.1. Definición y control de cifras e índices de eficiencia energética.

2.6. Auditoria Energética

- Realizar mediciones y establecer un balance del flujo de energía de la industria (o de algún proceso específico relevante).
- Investigar e identificar los posibles ahorros y su cuantificación en Kcal/año y US\$/año.
- Desarrollar anteproyectos y cotizaciones para estimar las inversiones requeridas en cada caso.
- Evaluar económicamente cada uno de los posibles ahorros: listado de acciones concretas a realizar con sus ahorros, inversiones y plazo de pago de cada inversión.

3. UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA ENERGÍA: CALOR Y ELECTRICIDAD

3.1. Conceptos básicos de pérdidas y eficiencias energéticas

E = Energía Utilizada (Comprada) en un Período. Dado las M kcal/año ó MBtu/año.

U = Energía Útil = Mínima Teórica Necesaria para la Producción en un período dado M kcal/año ó MBtu/año.

P = Pérdidas De Energía

$$E = U + P$$

Una disminución de **E** Sólo Se Puede Obtener Disminuyendo **P**: por medio de Eliminación o Reutilización del calor perdido.

$$\text{Eficiencia Global} = \frac{U}{E} \times 100\%$$

3.2. Proceso de Combustión. Poder Calorífico Superior e Inferior

Combustión del Gas Natural

kg Hum/ kg GN	Exceso Aire
17	0 %
19	15 %
21	25 %

Cp = 0,24 kcal/kg °C

8.100 Kcal/m³ Std (15°C, 1 At) de Gas Natural

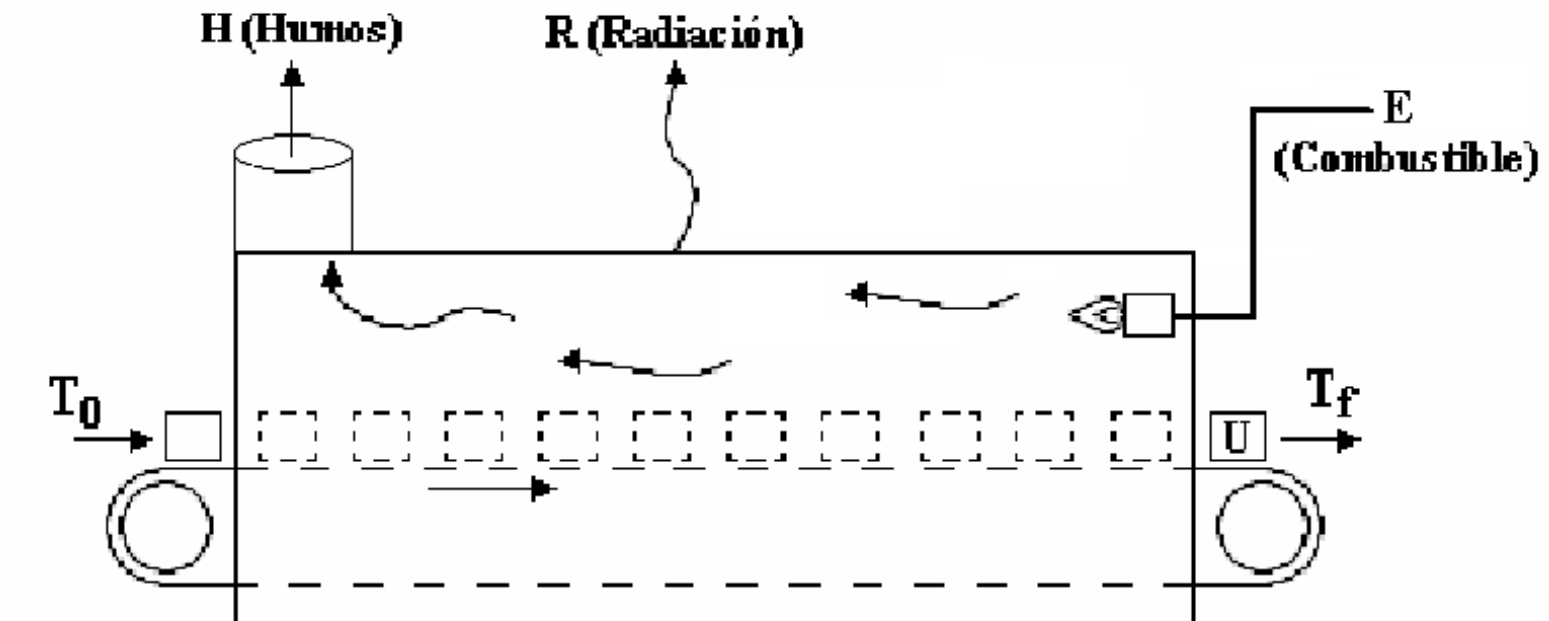


+ 900 kCal/m³ Std (15°C, 1 At) de Gas Natural

PODER CALORÍFICO INFERIOR = 8.100 Kcal/m³ Std (15°C, 1 At) de Gas Natural

PODER CALORÍFICO SUPERIOR = 9.000 Kcal/m³ Std (15°C, 1 At) de Gas Natural

3.3. Eficiencia de un Horno de Calentamiento



$$E = U + P$$

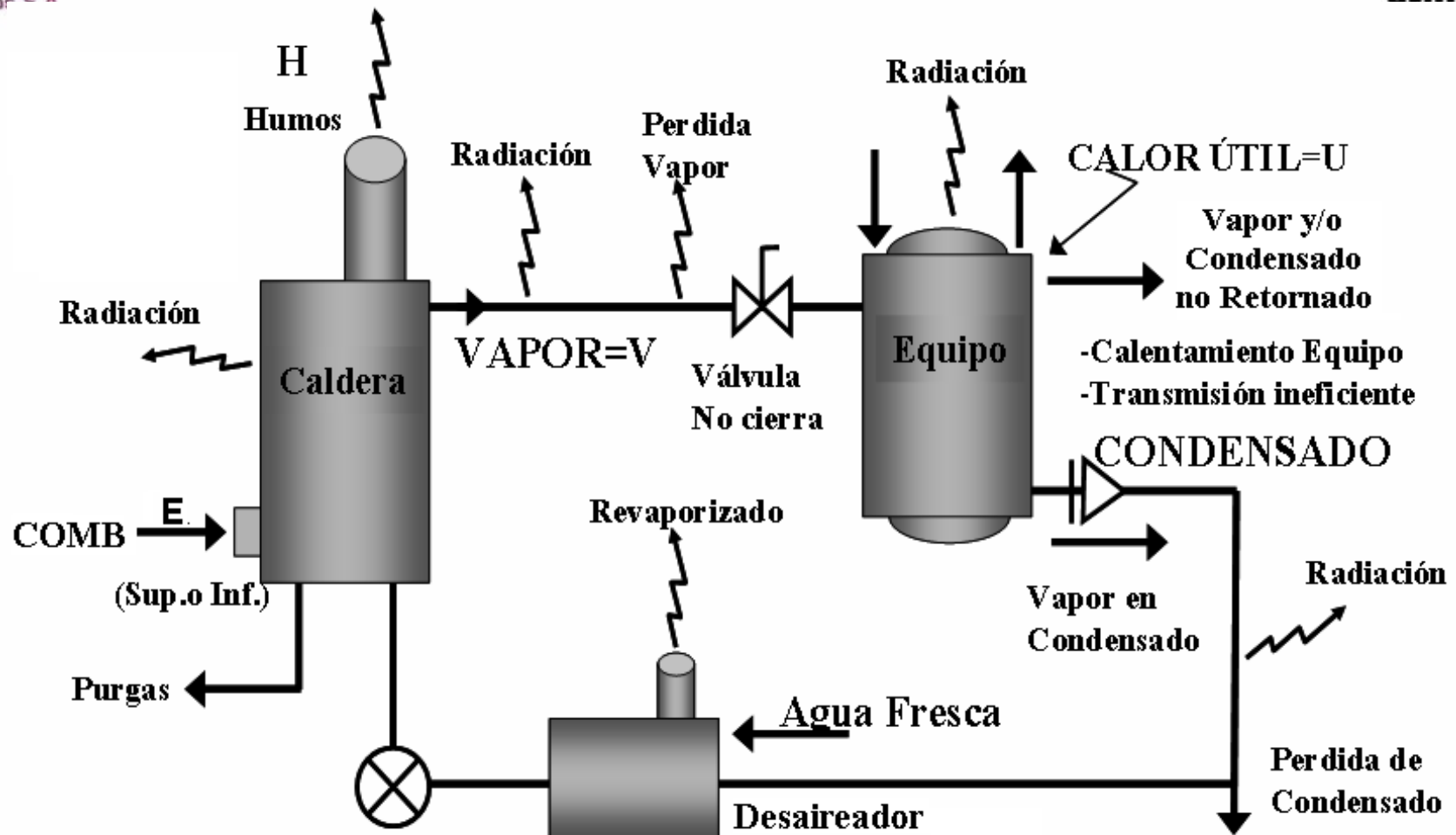
$$U = m C_p (T_f - T_0)$$

$$P = H + R + C$$

$$\text{Eficiencia Global} = U/E \times 100$$

C = Calentamiento Inicial del Horno (Proporcional)

3.4. Eficiencia de la Producción de Vapor

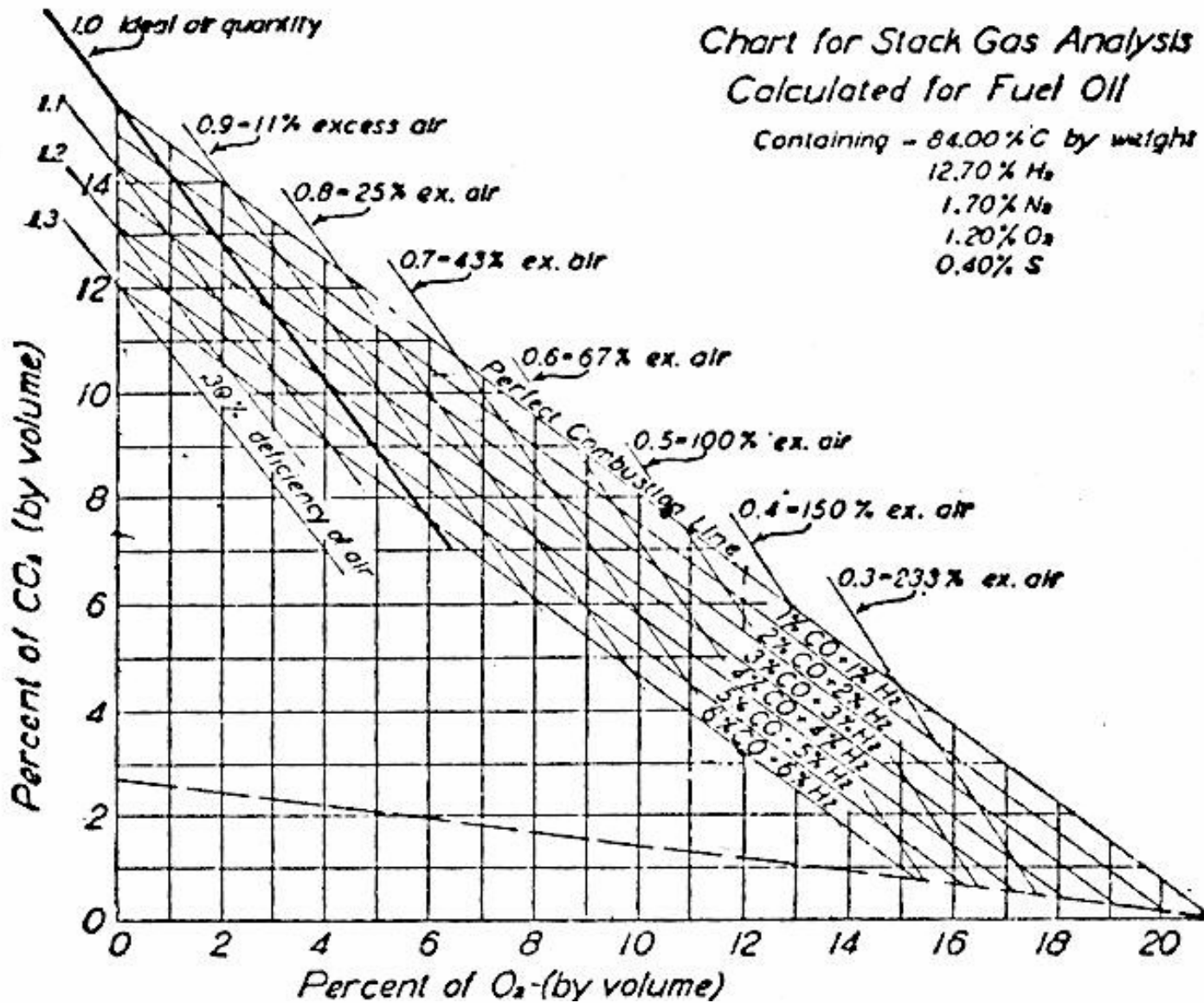


$$\text{Eficiencia de la Combustión (1 / 1)} = (E - H) / E = (1 - H / E)$$

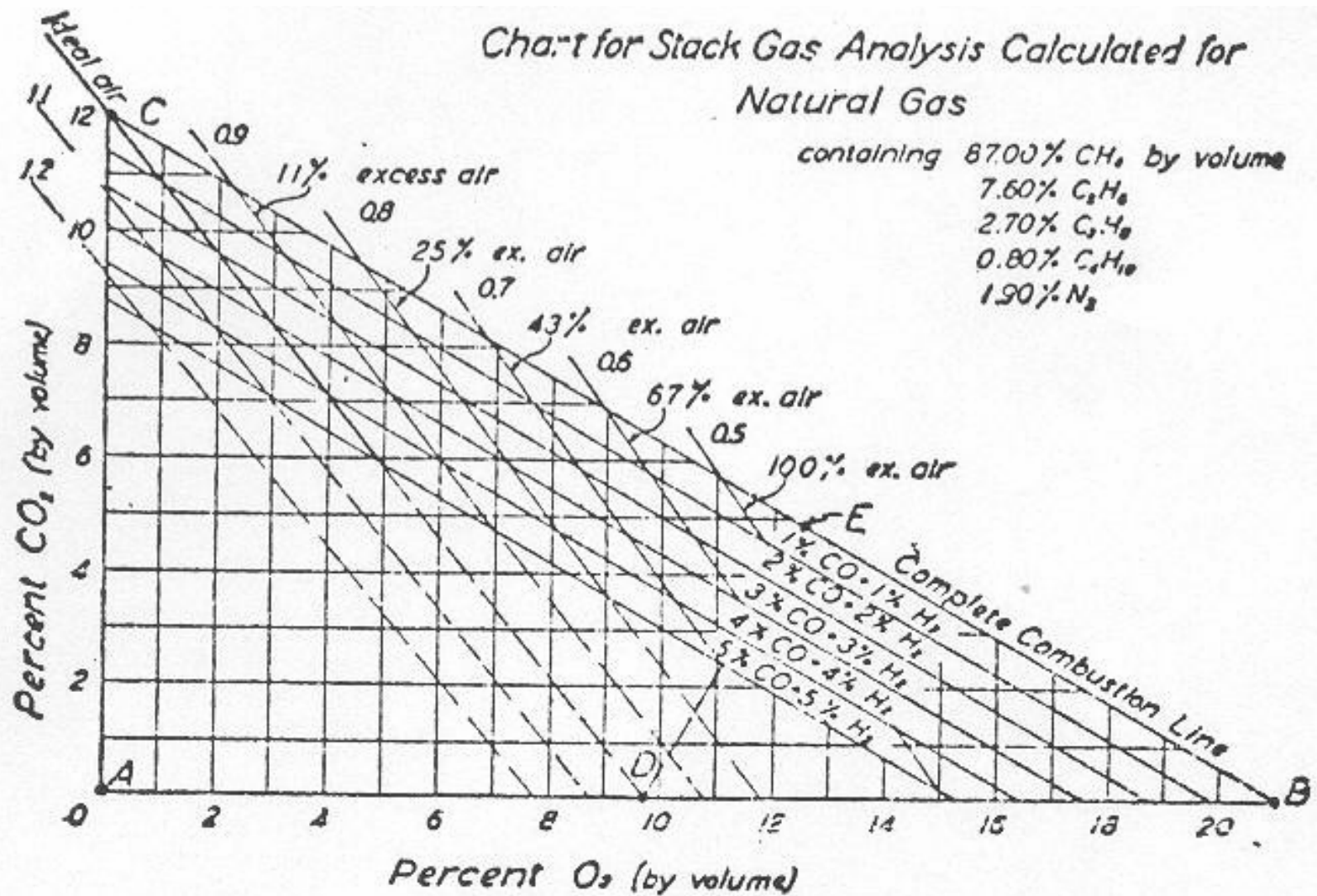
$$\text{Eficiencia Caldera (1 / 1)} = V / E$$

$$\text{Eficiencia Global (1 / 1)} = U / E$$

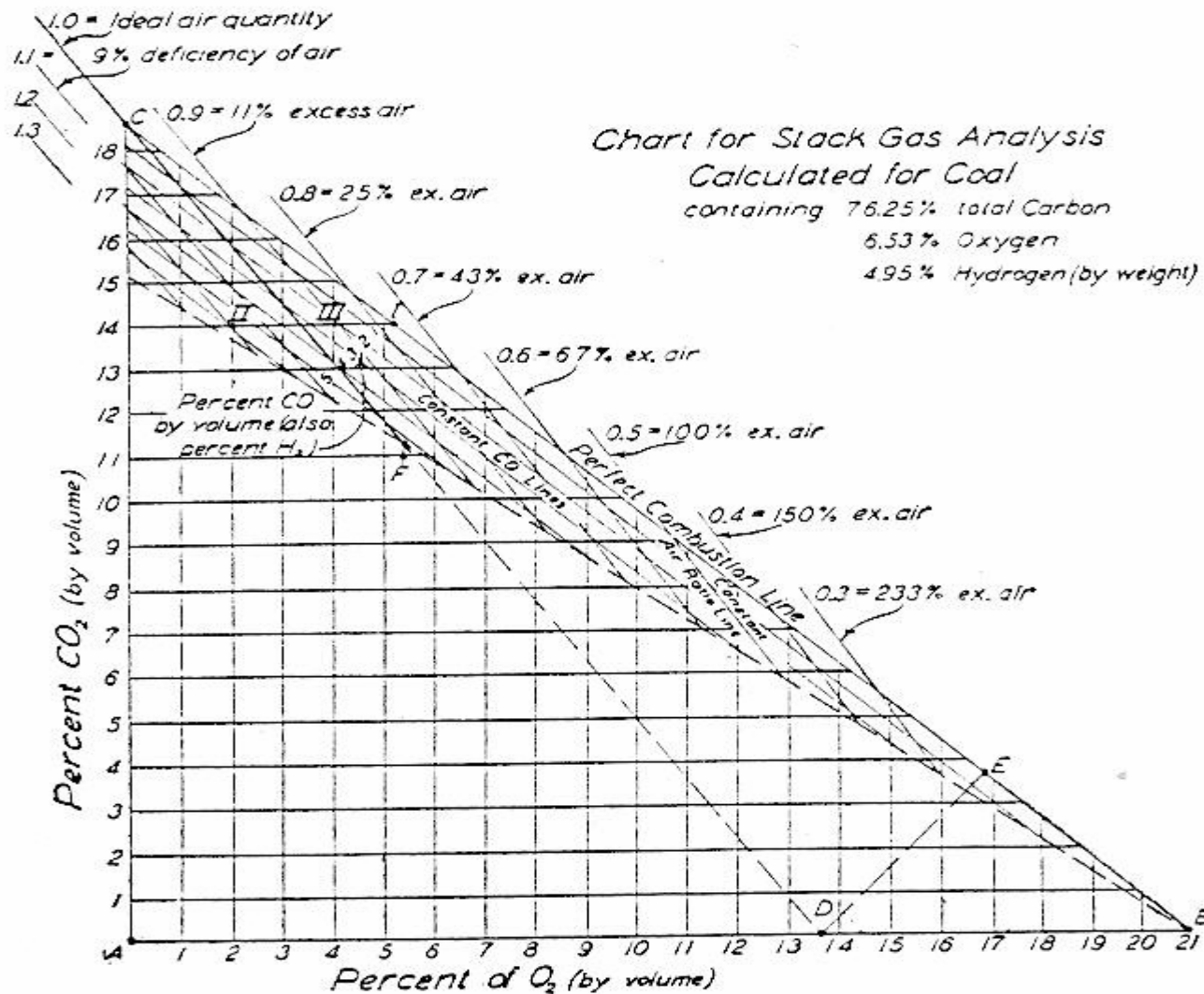
3.5. Determinación del Exceso de Aire: Petróleo Combustible



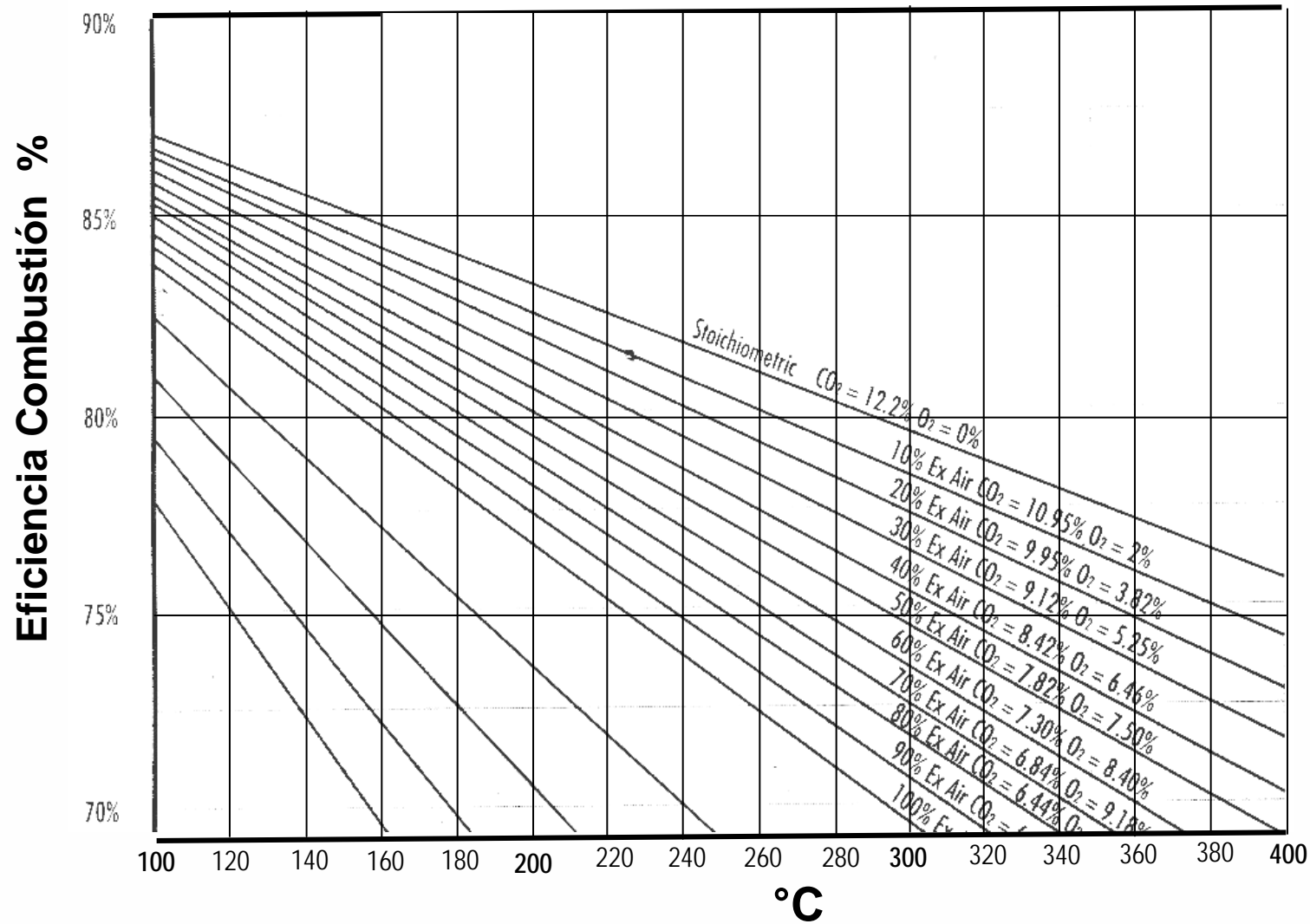
3.6. Determinación del Exceso de Aire: Gas Natural



3.7. Determinación del Exceso de Aire: Carbón

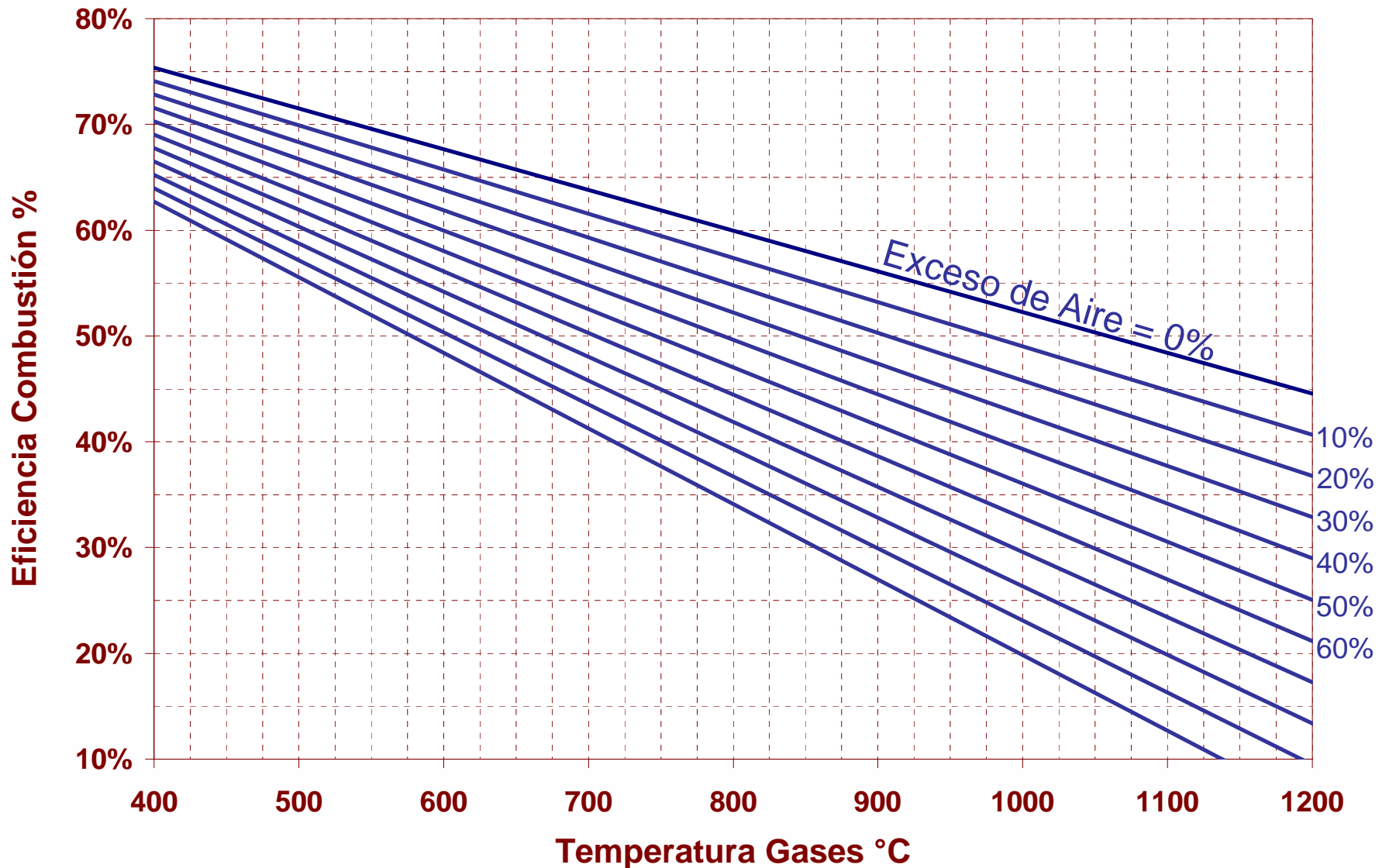


3.8. Cálculo de Eficiencia de Combustión con Gas Natural (Superior) (Temperatura entre 100°C y 400°C)



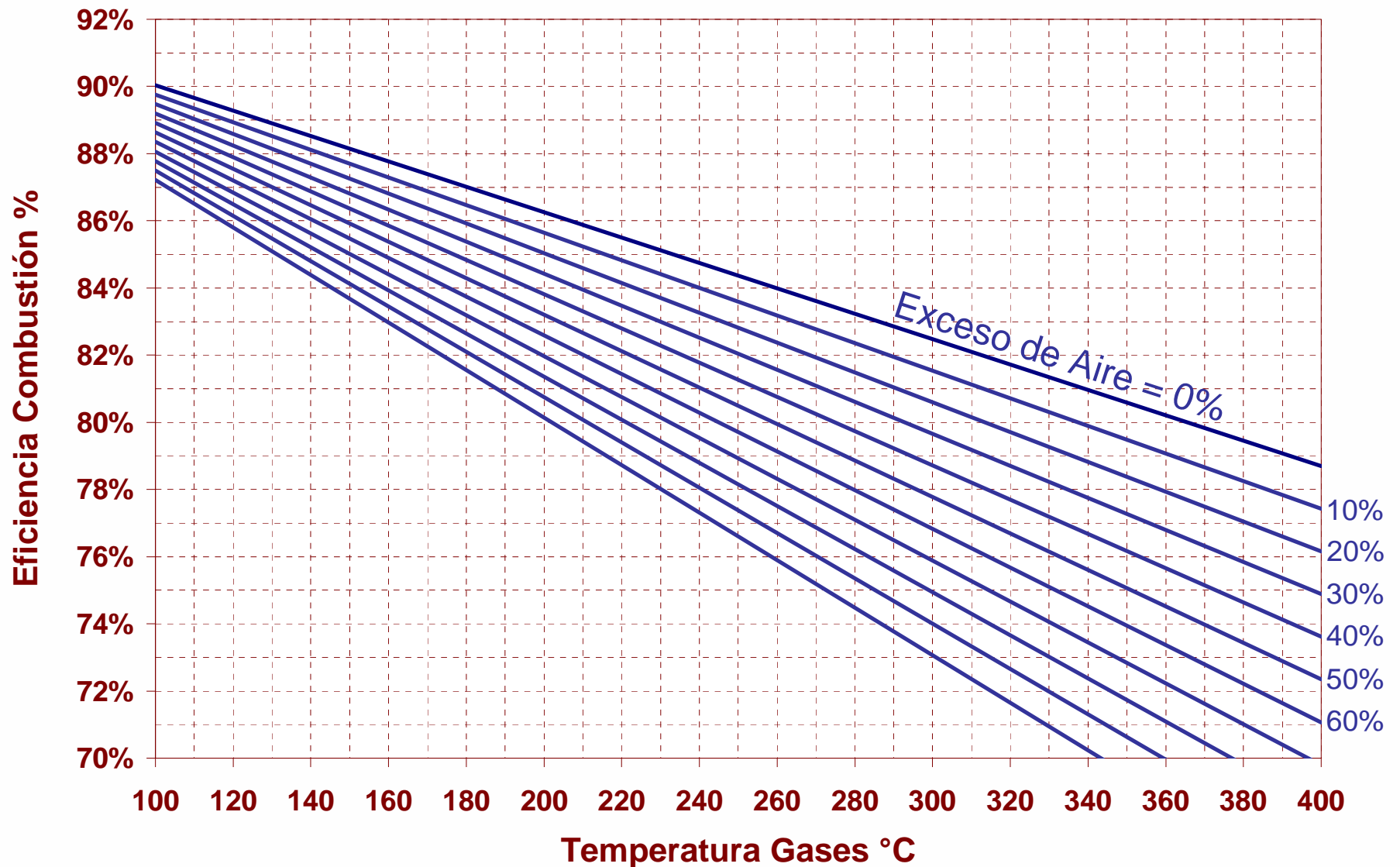
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.9. Cálculo de Eficiencia de Combustión con Gas Natural (Superior) (Temperatura entre 400°C y 1200°C)



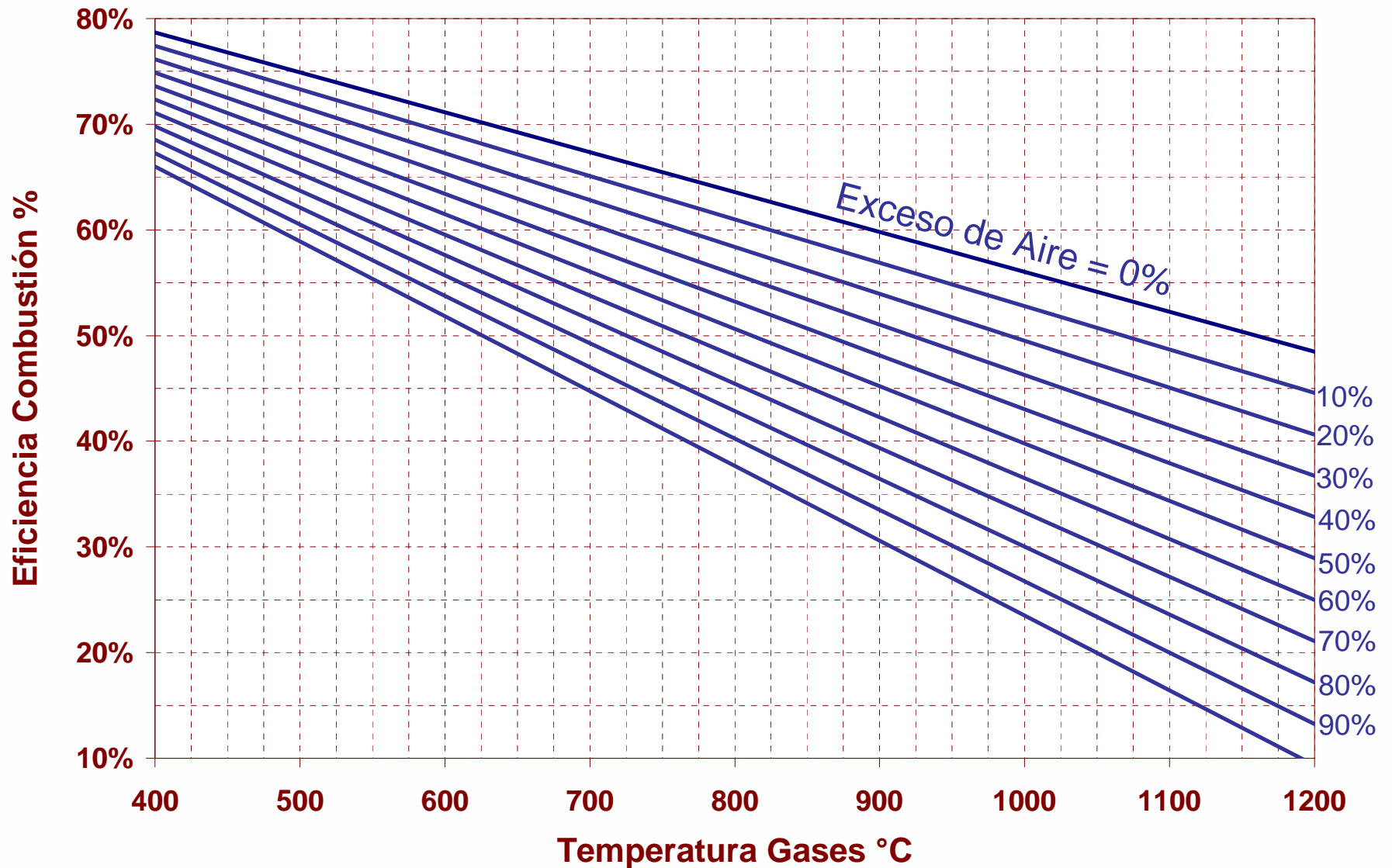
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.10. Cálculo de la Eficiencia de la Combustión con Diesel (Superior) (Temperatura entre 100°C y 400°C)



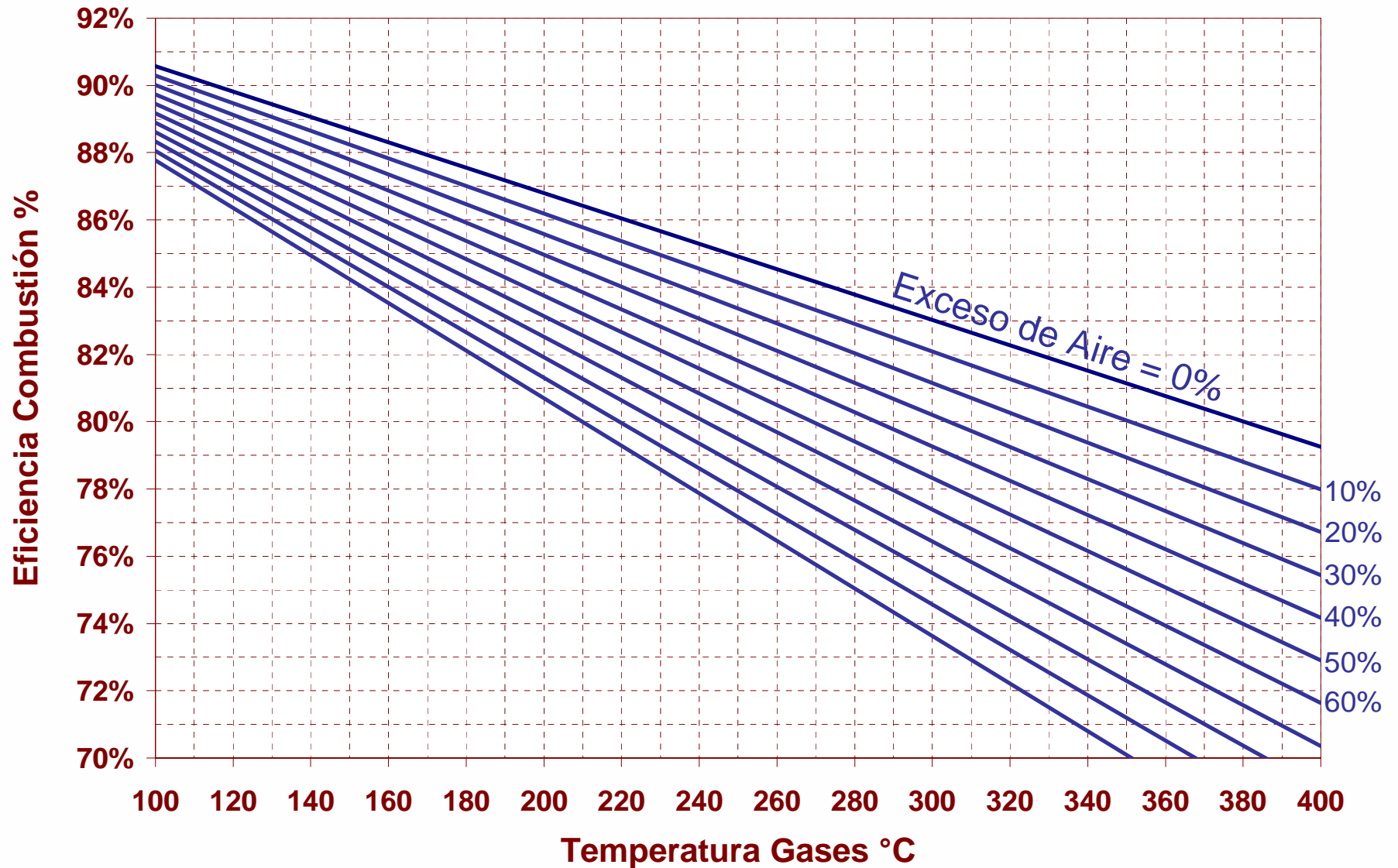
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.11. Cálculo de la Eficiencia de la Combustión con Diesel (Superior) (Temperatura entre 400°C y 1200°C)



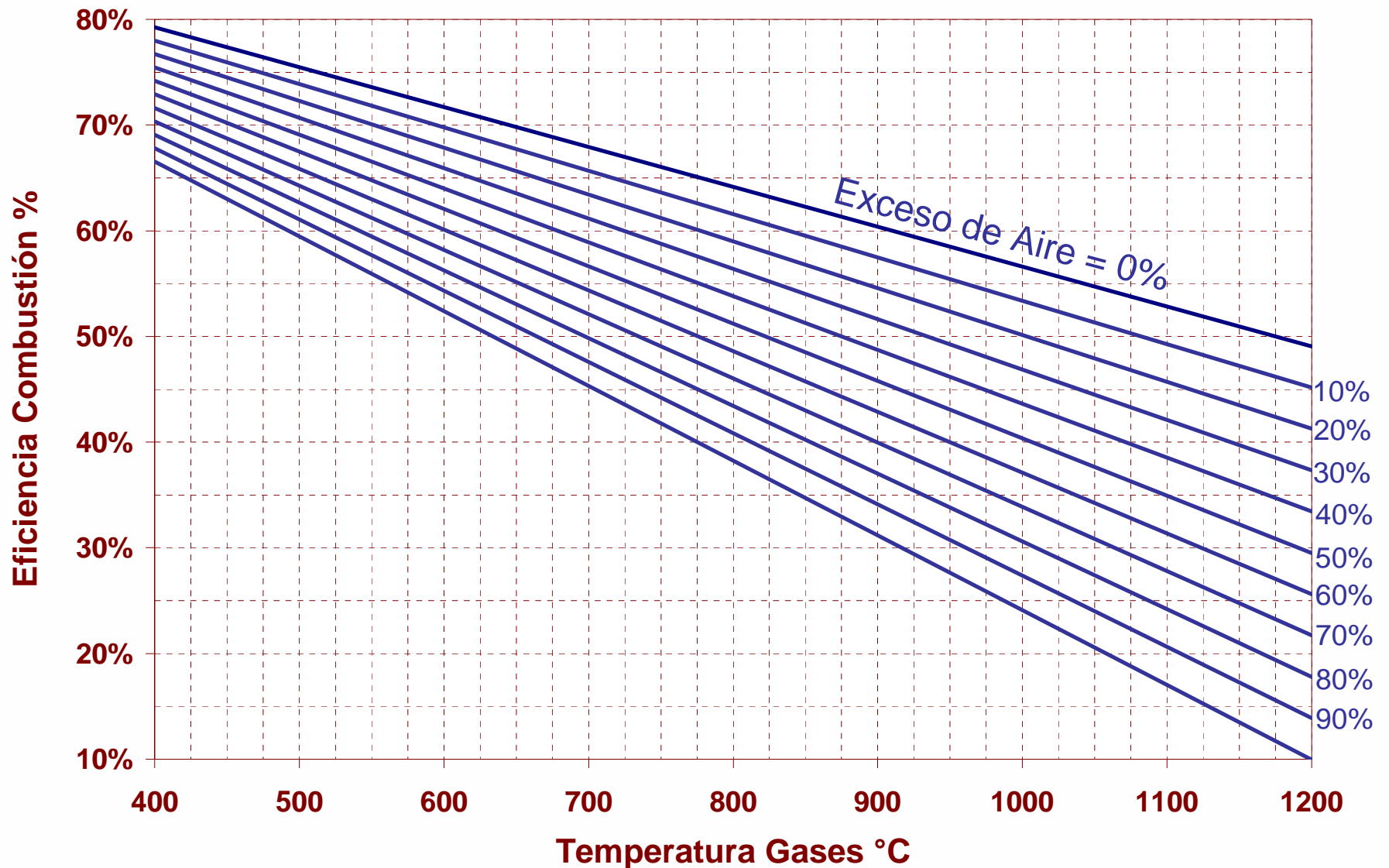
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.12. Cálculo de la Eficiencia de la Combustión con PC-6 (Superior) (Temperatura entre 100°C y 400°C)



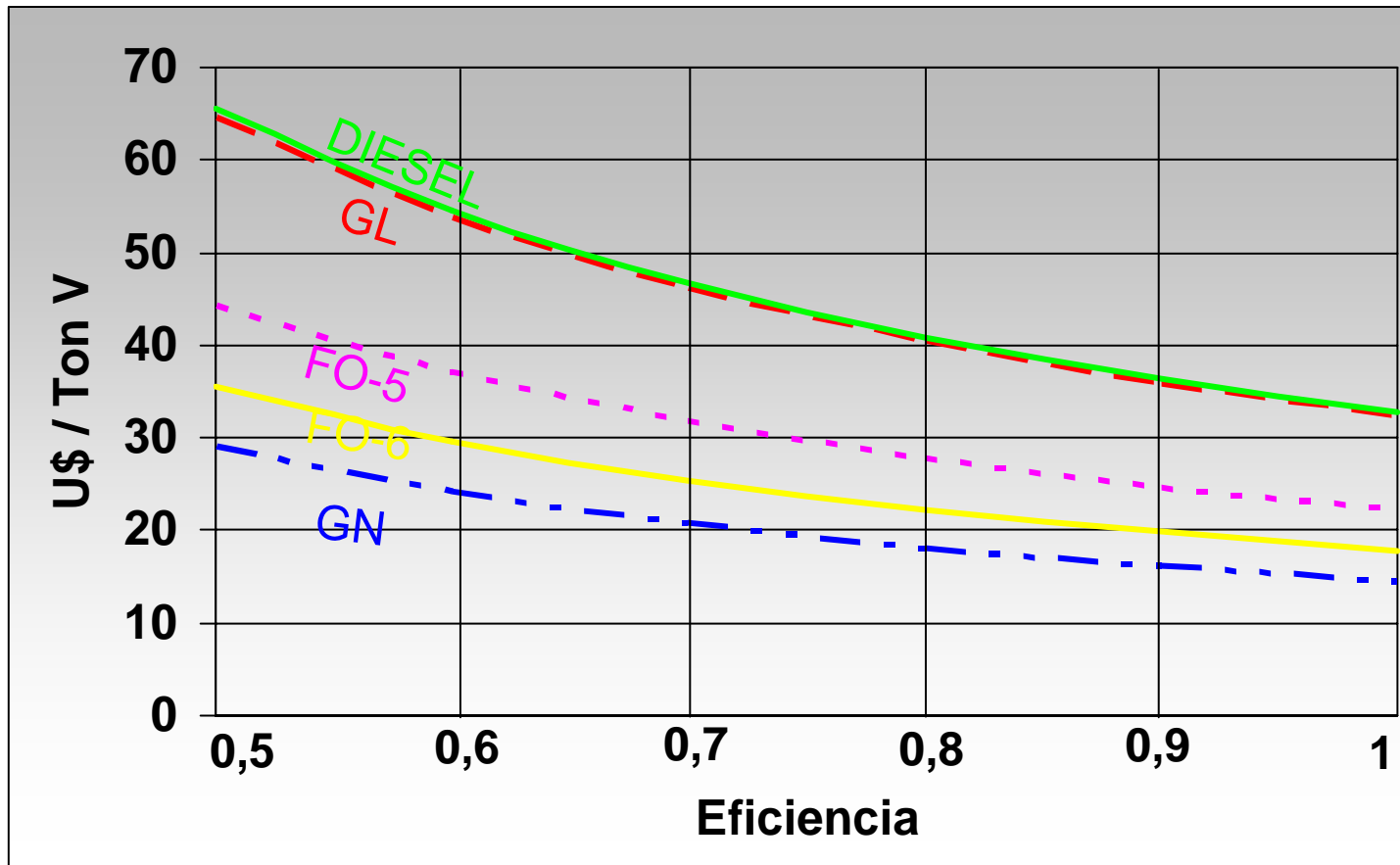
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.13. Cálculo de la Eficiencia de la Combustión con PC-6 (Superior) (Temperatura entre 400°C y 1200°C)



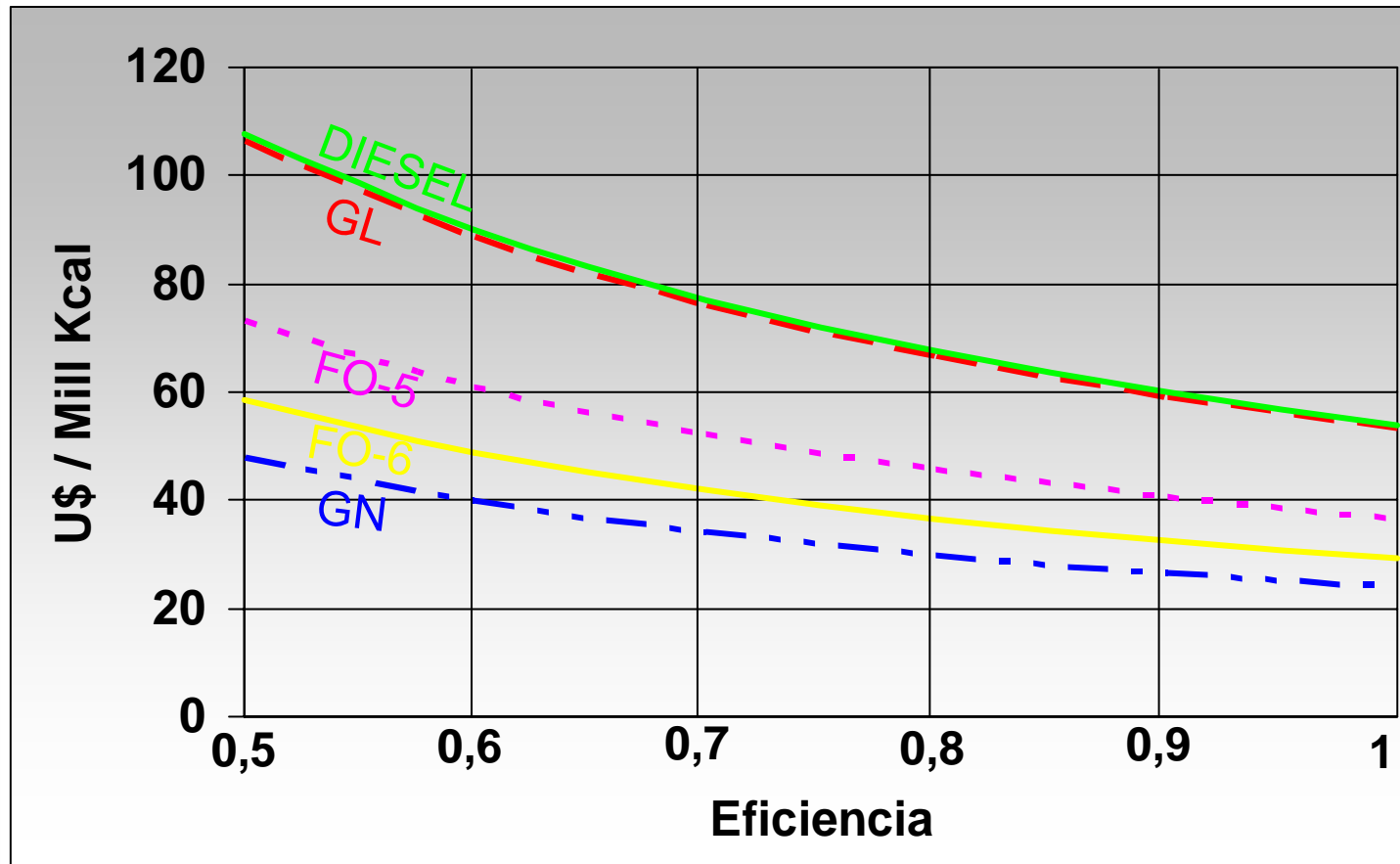
(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

3.14. Costo del Vapor



Retorno = 70% y 80°C, P=10 barg

3.15. Costos del Calor



4. ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE ACCIONES CONCRETAS DE AUMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.1. Eficiencia de la Combustión en un Horno

Un horno de calentamiento para Tratamiento Térmico trabaja 6.000 horas/año a 500 °C con un consumo de 200 kg/hora de Petróleo Diesel en forma continua. Las Perdidas por Radiación son de un 10%.

El análisis de Gases indica lo siguiente:

- * Contenido de O₂ = 9%
- * Contenido de CO = 0%
- * Temperatura de Gases = 450°C

Los sistemas del horno permiten a través de un ajuste reducir el exceso de aire a un 25% con una inversión de US\$ 15.000.

Se pide calcular las economías y el plazo de pago de la inversión.

4.2. Eficiencia de la Combustión en un Horno.

Exceso de Aire con un 9% de O₂ = 67% (Figura 3.5)

Eficiencia del Horno con 67% Exceso de Aire. = 67% - 10% = 57%

Eficiencia del Horno con 25% Exceso de Aire = 73% - 10% = 63%

El ahorro de Combustible es = $1 - 57\% / 63\% = 1 - 0,905 = 9,5\%$

Ahorro horario en Consumo de Petróleo Diesel =

= 9,5% x 200 kg/h x 10.900 kcal/kg

= 207.100 = 0,207 M kcal/hr

Ahorro anual =

= 0,207 M kcal/hr x 6.000 h/año x 53,94 US\$/M kcal

= 67.026 US\$/año

Plazo de Pago de la Inversión =

= US\$ 15.000 / 67.026 US\$/año = 0,22 años x 12 = 2,7 meses

4.3. Ahorro de combustibles al reducir el exceso de aire de combustión en una caldera

Datos

- Una caldera opera con Gas Natural a 9 bar (132 psi) generando 5.000 kg de vapor/hora en forma continua por 7500 horas/año con un exceso de aire del 25%, para calentamiento de tinas de decapado.

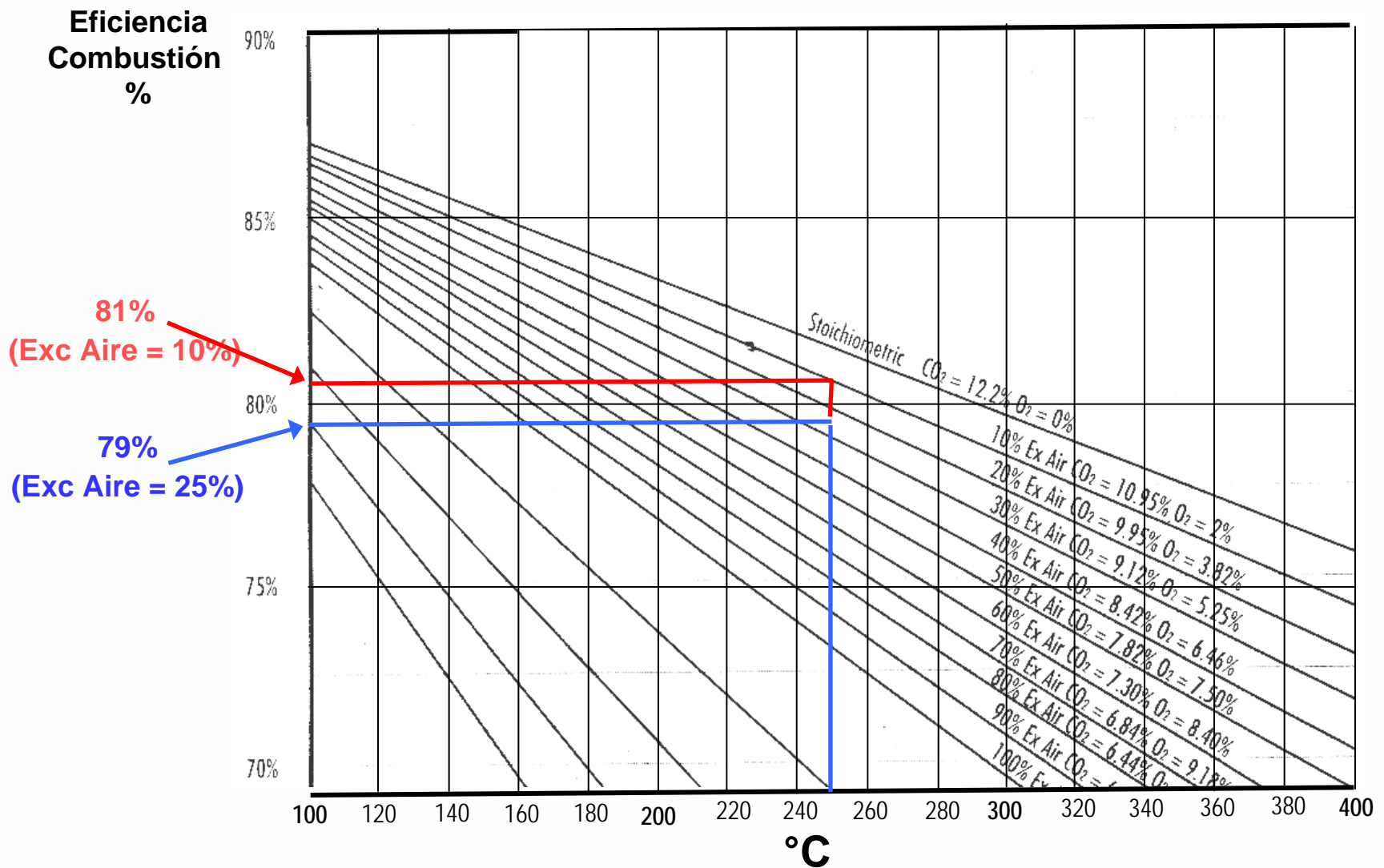
* T° humos = 250 °C

* T° agua alimentación = 63 °C

* Perdidas radiación y purgas = 3 %

- Un ajuste del quemador más una verificación periódica de la composición de los gases permitiría reducir el exceso de aire a un 10%
- Se pide calcular las economías que producirían.

4.4. Cálculo de la Eficiencia de la Combustión con Gas Natural (Superior)



(Disminuir del 2 al 4% por radiación y purgas)

4.5. Ahorro de combustibles al reducir el exceso de aire de combustión

Cálculos

- Eficiencia Caldera con 25% exceso de aire (del gráfico) = 79% - 3% = 76%
- Eficiencia Caldera con 10% exceso de aire (del gráfico) = 81% - 3% = 78%
- El Ahorro en Combustible es = $1 - 76\% / 78\% = 1 - 0.974 = 0,026 = 2,6\%$
- Calor consumido por 1 kg de agua a 63 °C para convertir en vapor a 9 bar = 600 Kcal (de tabla vapor saturado) / 76% (Eficiencia) = 789 Kcal/kg vapor.
- **Ahorro horario en Consumo de Gas Natural =**
= 2,6% x 789 kcal/kgv x 5.000 kg vapor/hr
= 102.570 kcal/hr = 0,103 M kcal/hr
- **Ahorro anual =**
= 0,103 M kcal/hr x 7.500 h/año x 23,8 US\$/M kcal (6 US\$/MBtu)
= 18.385 US\$/año

4.6. Tablas de Vapor. Contenido de Calor del Vapor

Presión Absoluta (kgf/cm ²)	Volumen m ³ /Kgm		Entalpía Kcal/Kgm	
	Liq. vf	Vapor vg	Liq. hf	Vapor hg
4	0,001082	0,472	143,60	653,7
5	0,001092	0,382	152,07	656,1
6	0,001099	0,322	159,25	657,9
7	0,001107	0,278	165,61	659,5
8	0,001114	0,245	171,25	660,8
9	0,001120	0,219	176,42	662,0
10	0,001126	0,199	181,09	662,9
11	0,001132	0,181	185,57	663,8
12	0,001138	0,166	189,70	664,5
13	0,001142	0,154	193,54	665,2
14	0,001148	0,144	197,22	665,8
15	0,001152	0,136	200,50	666,2
16	0,001157	0,128	203,76	666,6
17	0,001161	0,120	207,02	667,1
18	0,001166	0,113	210,10	667,4

Entalpía líquido bajo 100° C aproximadamente = T° C

Calor consumido en 1 Kg vapor = hg - T° C = **662,9** - **63** = **600 kcal/kg**

T° Agua Alimentador

4.7. Pérdidas de calor en cañerías con y sin aislación

PERDIDA DE CALOR (EN Kcal/h POR M. LINEAL) EN CAÑERIAS CON AISLACION Y SIN AISLACION
(AISLANTE LANA MINERAL)*

Ø nominal cañería	Espesor aislación mm	Temperatura de la cañería en °C								
		75°	100°	150°	200°	300°	400°	500°	600°	700°
1"	s/aislar	179	247	358	480	782	1.320	1.662	2.070	2.517
	25 mm	19	27	41	55	90	147	180	216	255
	50	12	18	36	43	63	97	118	142	167
	75	10	15	23	31	50	83	101	121	143
	100	9	12	19	26	42	68	84	100	119
2"	s/aislar	234	327	483	658	1.110	1.958	2.500	3.180	3.922
	25mm	29	41	60	83	135	221	270	324	382
	50	18	25	37	51	85	136	166	198	236
	75	15	22	32	44	73	119	146	175	206
	100	11	16	24	34	55	90	110	132	155
3"	s/aislar	403	449	663	913	1.555	2.773	3.571	4.544	5.622
	25 mm	38	54	81	111	181	296	363	435	513
	50	23	32	48	66	107	175	215	258	304
	75	17	24	36	50	81	133	163	195	231
	100	14	20	31	42	68	112	137	164	194
4"	s/aislar	377	531	794	970	1.884	3.405	4.408	5.638	7.000
	25 mm	47	66	96	135	221	361	442	531	626
	50	27	39	57	79	129	211	258	309	365
	75	20	29	43	58	96	156	191	230	271
	100	17	24	35	49	80	130	159	191	226
6"	s/aislar	532	751	1.124	1.550	2.680	4.858	6.298	8.065	10.023
	25 mm	66	93	138	189	309	504	616	739	872
	50	36	51	76	104	170	277	339	407	480
	75	26	37	55	76	124	202	248	297	351
	100	21	30	45	62	101	165	202	243	287

En superficies sin aislar al exterior y corrientes de 5 m/seg las pérdidas de calor pueden aumentar hasta un 300%

4.8. Costos de Aislar Cañerías

Costos estimados por aislar cañerías con caños premoldeados de lana mineral forrados con zinc-alum. (US\$/metro de cañería instalada incluyendo fittings)

Diámetro nominal cañería	Espesor de aislación (mm)						
	25	40	50	60	70	80	90
1"	12,3	16,5	19,9	24,0			
2"	11,9	16,0	19,3	22,9	27,0	32,0	
3"	13,8	18,9	22,8	27,9	32,0	37,4	
4"	15,4	21,3	25,5	30,6	36,3	41,7	49,5
6"		24,6	30,8	35,5	41,4	41,8	57,2
10"		36,9	44,2	51,8	59,7	67,3	76,0
16"		45,4	55,3	64,4	74,3	83,3	93,6

Los costos totales que hay que hacer mínimos, son la suma del costo del calor perdido en 3 años y del costo de la aislación para los distintos espesores.

4.9. Espesor Optimo de la Aislación

Determinación del espesor más económico de aislación de cañerías

Datos:

Nº	ITEM	VALOR
1	Diámetro Cañería	4"
2	Horas Servicio por año	8.700
3	Temperatura	150 °C
4	Costo Calor (*)	US\$67 /Mkcal
5	Plazo Amortización	3 años

(*) Diesel con Eficiencia = 80%

4.10. Cálculo de espesor óptimo

Espesor Aislación (mm)	Perdida Kcal/hr	Costo de Energía Perdida en 3 años (US\$/m lineal)	Costo de Aislación (US\$/m lineal)	Costo Total (US\$/m lineal)
0	794,0	1388	0	1388
50	57,0	100	25,5	125
60	51,4	90	30,6	120
70	45,8	80	36,3	116
80	41,4	72	41,7	114
100	35,0	61	57,0	118

4.11. Reparación o Recambio de una Trampa de Vapor

Función de una Trampa de Vapor

1. Retener el Vapor
2. Eliminar el Aire
3. Dejar pasar al condensado



4.12. Ejemplo de Ahorro con Trampas de Vapor

En planta donde el costo de vapor es de US\$ 45 por MKcal, una inspección revela que queda abierta una trampa en una línea de 7 Kg/cm² = 100 psig. El tamaño del orificio de salida de la trampa era de 5 mm.

Pérdida de Vapor = 360 MKcal/año (De la figura de pérdidas por escape de vapor)

Ahorro anual por reparar trampa de vapor = 360 MKcal/año x 45 US\$/MKcal
= US\$ 16.200 por año

4.13. Recuperación de Calor Perdido en un Horno

Datos Disponibles o Mediciones:

Un horno de Esmaltado de Planchas consume Gas Natural y entrega un flujo de Gases a 500 °C. Adicionalmente se requiere vapor para calentamiento de tinas para el tratamiento de superficies de las planchas. Se pide Calcular los ahorros producidos al instalar una Caldera de Recuperación con una eficiencia del 60%. Las mediciones realizadas son:

- * Horas de Operación al año = 4.000 horas.
- * Consumo del Horno = 300 m³ de Gas Natural / hora
- * Contenido de O₂ = 4,5% (Gráfico 3.6 Exceso de Aire = 25%)
- * Consumo de Vapor = 500 kg de vapor/hora a 10 barg
- * Eficiencia de la Caldera Actual = 78%
- * Temperatura de Retorno de Condensado = 63 °C

4.14. Recuperación de Calor Perdido en un Horno

Cálculos:

Consumo de Gas Natural = $300 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,83 \text{ kg/m}^3 = 249 \text{ kg/h}$ (Ver Cuadro 3.2)

Flujo de Gases del Horno = $21 \text{ kg Humos/kg GN} \times 249 \text{ kg GN/h}$
= 5.229 kg Humo/h

Calor Contenido en los Humos = $5.229 \text{ kg Humo/h} \times 0,24 (500 - 20)$
= 602.381 kcal/h

Producción Vapor Cald. Recup.= $602.381 \times 0,6 / 600 = 602 \text{ kg vapor/hora}$
(Calor de Vaporización = $600 \text{ kcal/kg vapor}$ (Ver Cuadro 4.7))

Ahorro Anual = $0,5 \text{ Ton vapor/h} \times 19 \text{ US\$/Ton vapor} \times 4.000 \text{ h/año}$ (Ver 3.13)
= $\text{US\$ } 38.000/\text{año}$

4.15. Otras Acciones de Ahorro de Energía Térmica

- Maximizar el retorno de condensado a las calderas
- Controlar los depósitos al interior (hollín) en los tubos de las calderas. Optimizar el tratamiento de agua.
- Instalar purgas automáticas en las calderas y/o recuperar su calor
- Utilizar el revaporizado y/o flujos con calor desechado.
- Eliminación de tramos de cañerías no utilizadas.
- Programa de mantención preventiva de quemadores, calderas, motores y equipos en general
- Recuperar calor para precalentar materiales.
- Cortar alimentación a equipos detenidos
- Disminuir rechazos de producción
- Definir estándar de consumos de energía por secciones y controlarlos.

4.16. Principales Usos Industriales de la Energía Eléctrica

Nº	USO	EFICIENCIAS TÍPICAS
1	Calor	80 - 100%
2	Motores (sólo)	85 - 95%
3	Ventiladores	30 - 60%
4	Iluminación	0 - 90%

4.17.- Iluminación de Talleres y Patios

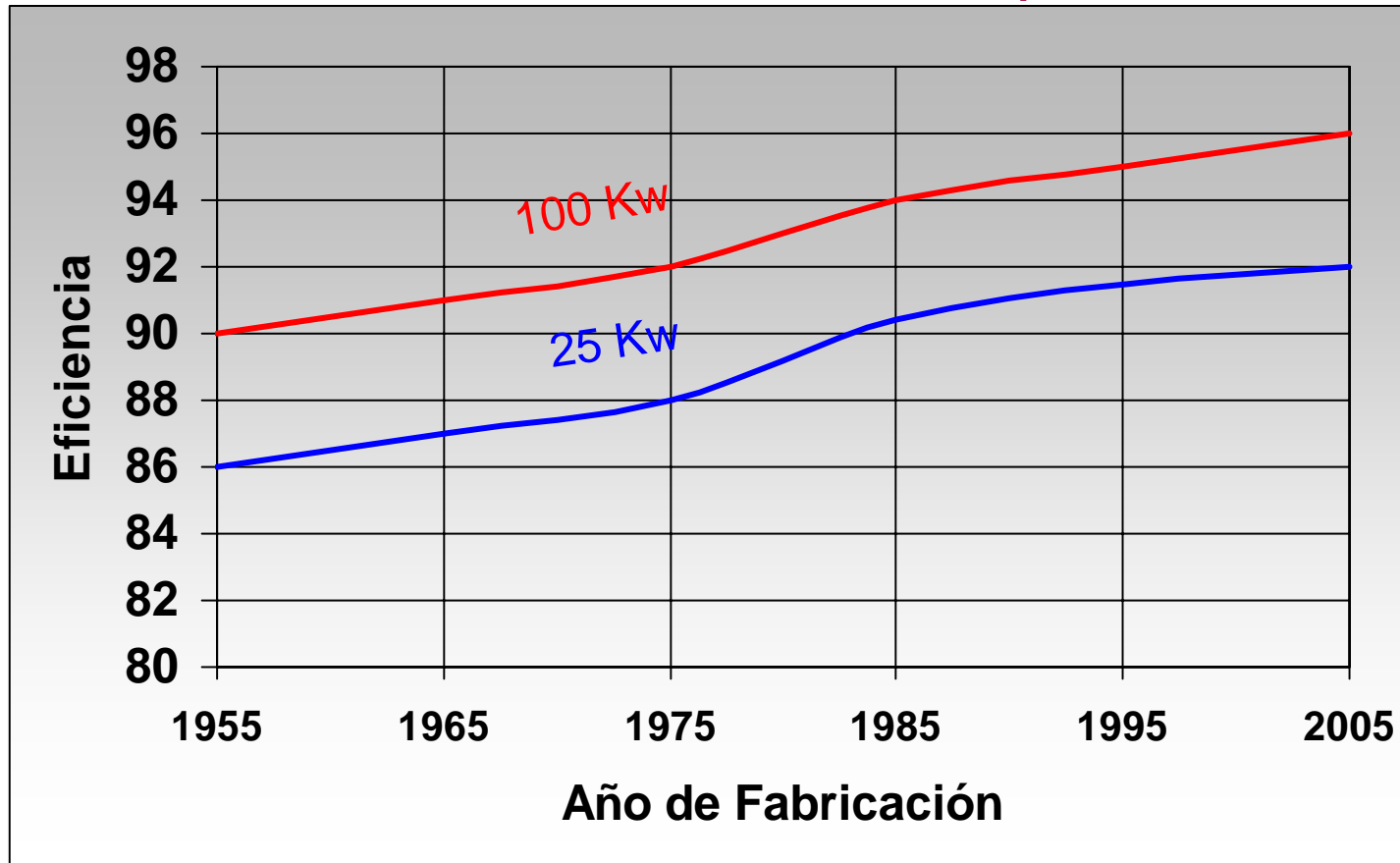
Tipos de Luminarias Industriales y su Eficiencia

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LAMPARA	RANGO CONSUMOS W/m ²
PANTALLA INDUSTRIAL	VAPOR MIXTO	31 – 40
PANTALLA INDUSTRIAL	SODIO ALTA PRESIÓN	19 – 25
PANTALLA INDUSTRIAL	FLUORESCENTE	36 – 48
PANTALLA INDUSTRIAL	INCANDESCENTE	79 – 90
APAGADA (4)	CUALQUIERA	0

- 1) El rango indicado es función de la geometría del recinto y de la claridad de muros, cielos y pisos.
- 2) Considera la instalación con reflectores modulares de alta eficiencia a una altura del orden de 5 m.
- 3) Nivel de Iluminación media = 320 lux.
- 4) Requiere sectorización.

4.18. Utilización de Motores de Alta Eficiencia.

Variación de Rendimientos típicos máximos de motores nuevos con el tiempo



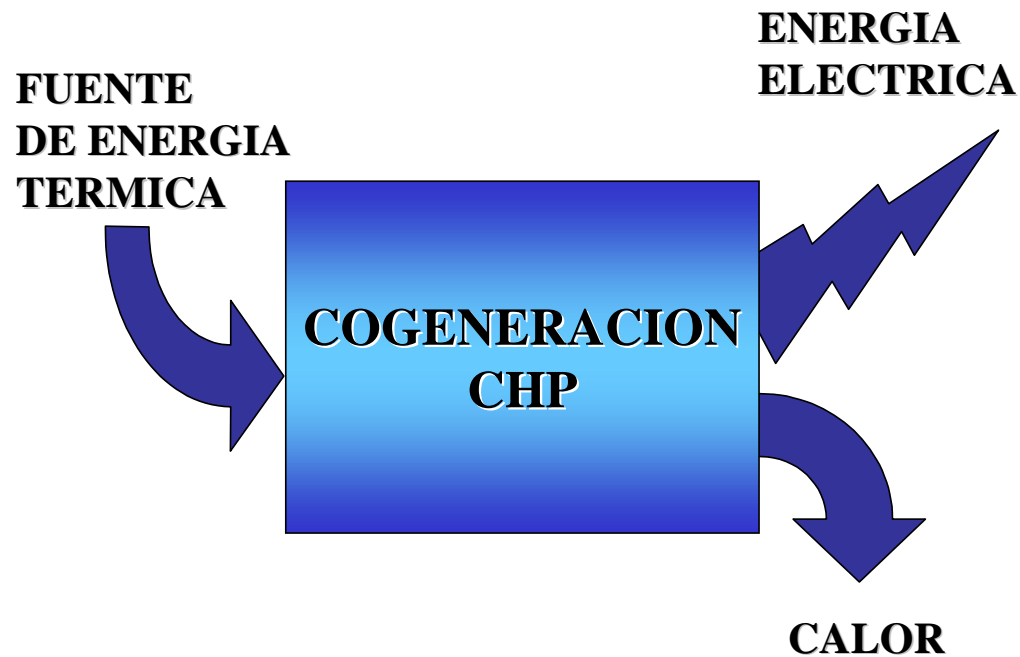
Efecto de mantención y rebobinado aproximado -1 al -4% de eficiencia

4.19. Otros Ejemplos de Ahorro en Energía Eléctrica

- Reprogramar Horarios (Fuera de Punta) y/o Generación Propia en Horas Punta.
- Cambio al Tarifado más Económico
- Cambiar Calentamiento Eléctrico por Combustibles, cuando sea económico.
- Ahorros en Equipos y Sistemas:
 - ✓ Regulación Ventiladores.
 - ✓ Motores y Equipos Eléctricos más Eficientes.
 - ✓ Modernización y Automatización de la Iluminación.
- Cambio de Procesos por otros más modernos o utilizar energías renovables.
- Cogeneración Eléctrica: Generación de Electricidad y Calor con Gas Natural o Trigeneración: electricidad, calor y frío.

Definición:

- Generación de electricidad y calor (vapor y/o agua caliente) a partir de una sola fuente de energía térmica primaria.



4.21.- Tipos de Cogeneración Industrial

1. El Combustible genera electricidad y el calor sobrante se usa para producir vapor y/o agua caliente. Se usan motores o turbinas de gas natural o diesel o de Petróleos Pesados.
2. El combustible o el calor recuperado genera vapor de Alta Presión y parte de este vapor se usa para generar electricidad, utilizando Turbinas de Vapor. (Casos de Calor Recuperado o Biomasa)

4.22. Proceso de Diseño de un Sistema de Cogeneración Industrial

- Perfiles de Demandas de la Empresa:
 - Demandas de Potencia en Punta
 - Demandas de Potencia fuera de Punta
 - Demanda de Vapor
 - Demanda de agua caliente
- Escoger solo autoabastecimiento o venta parcial o total al sistema eléctrico.
- Dimensionamiento y selección del equipo por demanda eléctrica o de calor.
- Especificar rendimientos: Eléctrico, Vapor, Agua.
- Utilización de la capacidad: % uso de capacidad.
- Determinar la generación eléctrica, de vapor y de agua caliente.
- Costos de la energía reemplazada: Electricidad y Combustible..
- Ingresos, costos y evaluación económica.

4.23.- Análisis de Prefactibilidad de la Cogeneración con GN Motores Gen-Set : 2 x CAT G3512

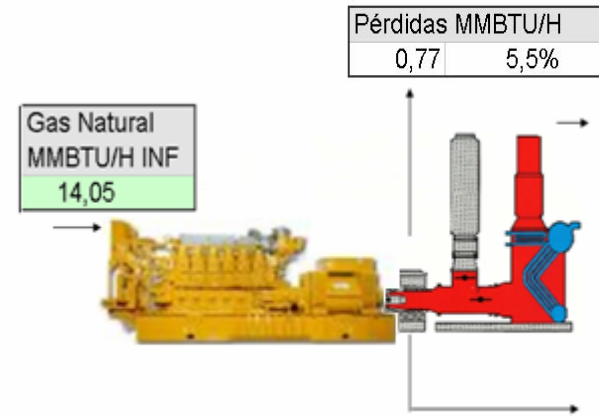
Uso Eléct.	100,0%
Capac(kW)	1.450

COSTOS DE LAS ENERGÍAS	
Costo Potencia en Punta	\$ 9,00
Costo Potencia Fuera Punta	\$ 1,38
Costo Energía Eléctrica (US\$/kWh)	\$ 0,055
Costo del Gas Natural US\$/MMBtu	\$ 6,00

DATOS DE CONSUMOS		
Demanda horas punta	kW	1.800
Demanda fuera de punta	kW	5.100
Operación Eléctrica	horas/año	7.488
Eficiencia de Caldera Actual	%	83
Consumo Promedio de Vapo	Ton Vapor/h	5,00
Consumo Máximo de Vapor	Ton Vapor/h	15,47

ENTREGA DE CALOR Y CONSUMOS				
	(MMBTU/H)SUP			15,55
	ENERGÍA	EFICIENCIA	% USO	
Calor Recuperable de Refrig (MMBTU/H)	3,41	99,0%	94%	3,18
Calor Recuperable de gases (MMBTU/H)	4,92	65,0%	100,0%	3,20
Calor recuperable total (MMBTU/H)				6,37
				Effic.Cogen (Inf)= 80,6%

INVERSIONES		
Capacidad	kW	1.450
Costo unitario	US\$/kW	\$800
Costo Total	US\$	\$1.157.870
Costos de Mantenición	US\$/kWh	\$0,0077



Pérdidas MMBTU/H	0,77	5,5%
------------------	------	------

Gas Natural MMBTU/H INF	14,05
-------------------------	-------

Gases Escape MMBTU/H	4,92	35,0%
----------------------	------	-------

Entrega eléctrica	
MMBTU/HR	Eff. Elec. IN
4,95	35,23%
Uso elec. (kW)	1.450

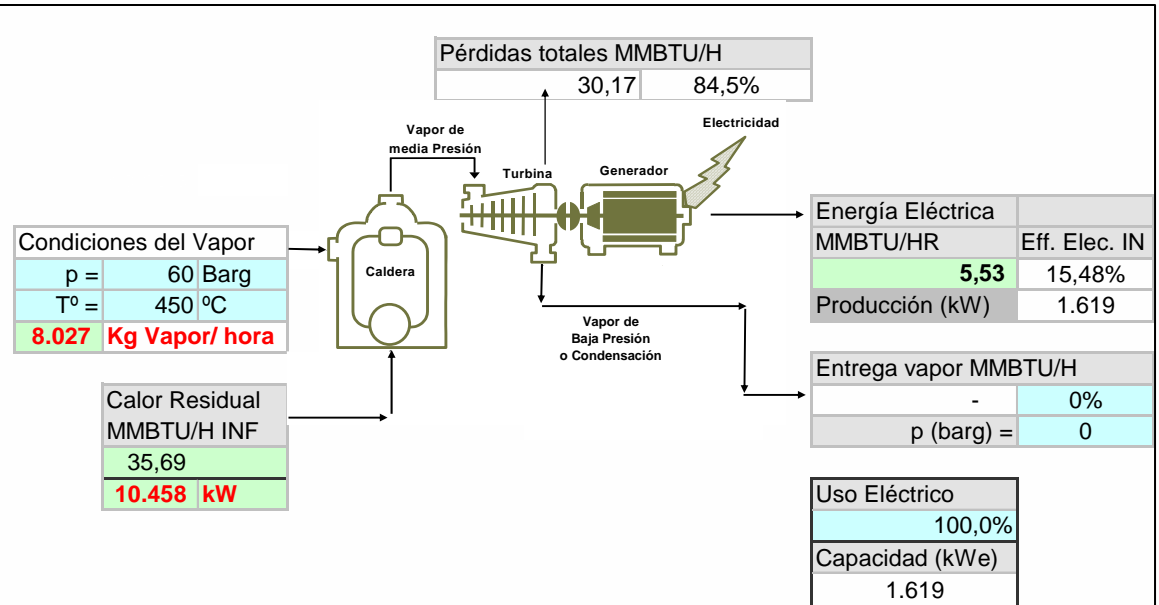
Refrigeración MMBTU/H	3,41	24,3%
-----------------------	------	-------

1.343 Kg Vapor/hora

	Sin Financ.
Valor presente net US\$ (10 años)	532.010
Tasa Interna de Retorno	19,0%
Plazo de Pago	4,6

4.24.- Análisis de Prefactibilidad de Cogeneración con Calor Residual Caldera de Recuperación y Turbina de Vapor

COSTOS DE LA ENERGÍA	
Costo Potencia en Punta	\$ 9,00
Costo Potencia Fuera Punta	\$ 1,00
Costo Energía Eléctrica (US\$/kWh)	\$ 0,055
Costo Combustible desplazado (US\$/MMBtu)	
Costo del calor Residual (US\$/MMBtu)	\$ -
DATOS DE LA INSTALACIÓN	
Eficiencia caldera recuperación %	65
Capacidad horas p kW	1.619
Operación Anual horas/año	7.500
Flujo Gases calientes utilizable m3/hora 20°C	60.000
Densidad de los gases a 20°C Kg/m3	1,25
Temperatura de los gases de escape °C	500
Temperatura agua de alimentación °C	60



DEFINICIÓN DE LA UNIDAD		
Capacidad	kW	1.619
Costo Unitario	US\$/kW	\$1.283
Costo Instalado Total	US\$	\$2.076.890
Costo de Mantenimiento	US\$/kWh	\$0,0100
Costo de Administración	U\$/año	60.000

Evaluación	
VP	1.945.009
TIR	27,3%
PRI	3,5

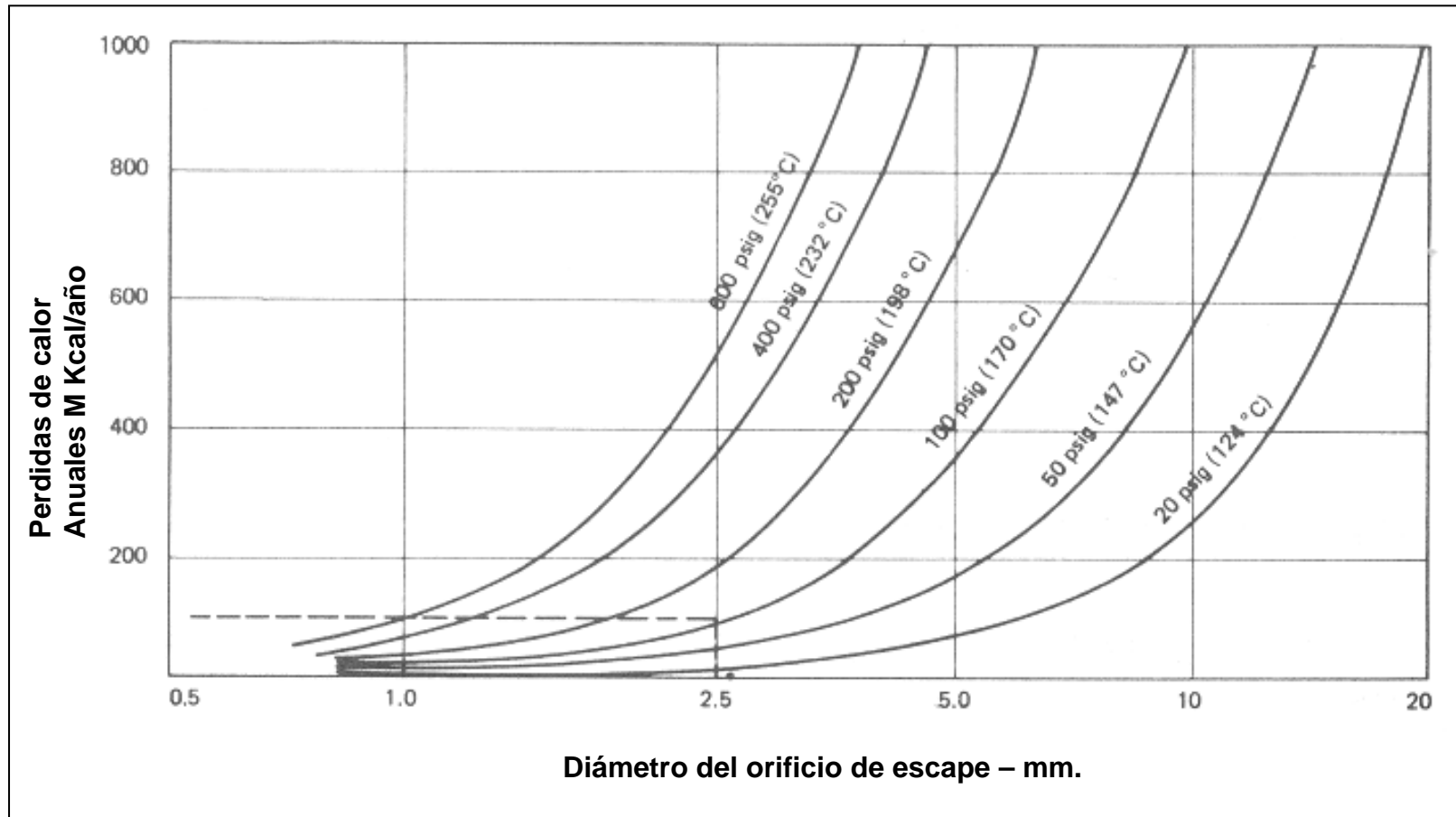
Nota: Cifras aproximadas solo para mostrar el analisis a realizar.

MEDIDAS ESTRATEGICAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA

APLICACIÓN A LA INDUSTRIA METALURGICA Y METALMECÁNICA

Julio 2006

Tabla de pérdidas de vapor



Calor perdido por escape de vapor. La temperatura indicada corresponde a vapor saturado. (1 Kg/cm² = 14,2 psig; 1 bar = 14,5 psig). (Gráfico para 5.500 hr/año)