



Eficiencia Energética y Sostenibilidad Ambiental -2

Exposición para la Facultad de Ciencias de la UNI

Expositor :

Ing. Manuel Luque Casanave

Profesor-Investigador

Facultad de Ingeniería Mecánica

Universidad Nacional de Ingeniería

16 de mayo 2019

Lima- Perú

1. Oportunidades Típicas de Ahorro y de Mejoras en Energía Térmica

- a) Optimización de la combustión en calderas de vapor, en hornos, secadores
- b) Instalar un sistema automático de purgas en calderas
- c) Cambiar paquetes de purga de condensado incluidas las trampas de vapor
- d) Implementar aislamiento en las redes de vapor y condensado
- e) Sistemas de recuperación de calor.- Instalación de economizador, precalentador de aire en la caldera
- f) Mejoras en el tratamiento de agua de la caldera
- g) Oportunidades de sustitución de combustible
- h) Implementación de un sistema de Cogeneración.- Ciclo combinado.
- i) Oportunidades de empleo de energías limpias, de energías renovables.- Sistemas híbridos.
- j) Mejoras en los sistemas de intercambiadores de calor

- k) Mejoras en los sistemas de refrigeración y congelamiento
- l) Mejoras por Innovación Tecnológica : conectividad, monitoreo remoto de parámetros, uso del Internet, de redes LAN, Ethernet
- m) Mejoras por automatización de los procesos: Instrumentación con conectividad e integración en la llamada pirámide de la información; por implementación de Sistemas de Control Distribuido, por implementación de Controladores Lógicos Programables (PLCs,), otros.
- n) Adopción de hábitos eficientes y de buenas prácticas operativas

- **1.1. Normas Técnicas Peruanas (NTP) aplicables**
- 1.1.1. Calderas Industriales. Procedimiento para la Determinación de la Eficiencia Térmica de Calderas Industriales **NTP 350.300 : 2008**
- [**NTP 350.300-2008 Procedimiento determinar eficiencia.pdf**](#)
- 1.1.2. Calderas Industriales. Estándares de eficiencia Térmica y Etiquetado
- **NTP 350.301 : 2009**
- [**350.301 \(2009\) Calderas Estandares Eficiencia.pdf**](#)
- 1.1.3. Normas aplicables a Instalaciones Industriales de Gas Natural
- **NTP 111.010 : 2003**
- [**http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/111.010.pdf**](#)
- 1.1.4. Calderas Industriales. Proyecto de instalación de calderas con reducción de emisiones.- Requisitos básicos.
- **NTP 350.302:2009**
- 1.1.5. Calderas Industriales. Inspección de las instalaciones con fines de eficiencia térmica y reducción de emisiones
- **NTP 350.303:2010**

- **1.2. Estándares Aplicables**

- 1.2.1. Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

- [Guía de la etiqueta de eficiencia energética MEM.pdf](#)

- <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/eficiencia%20energetica/guia%20de%20la%20etiqueta%20de%20eficiencia%20energetica.pdf>

- 1.2.2. Guía de Estándares Mínimos de Eficiencia Energética

- <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/eficiencia%20energetica/guia%20estandares%20minimos%20de%20eficiencia%20energetica.pdf>

- 1.2.3. Refrigeración, Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación

- ASHRAE www.ashrae.org

- 1.2.4. Otros estándares y reglamentos

- ASME- Código VIII –Boilers

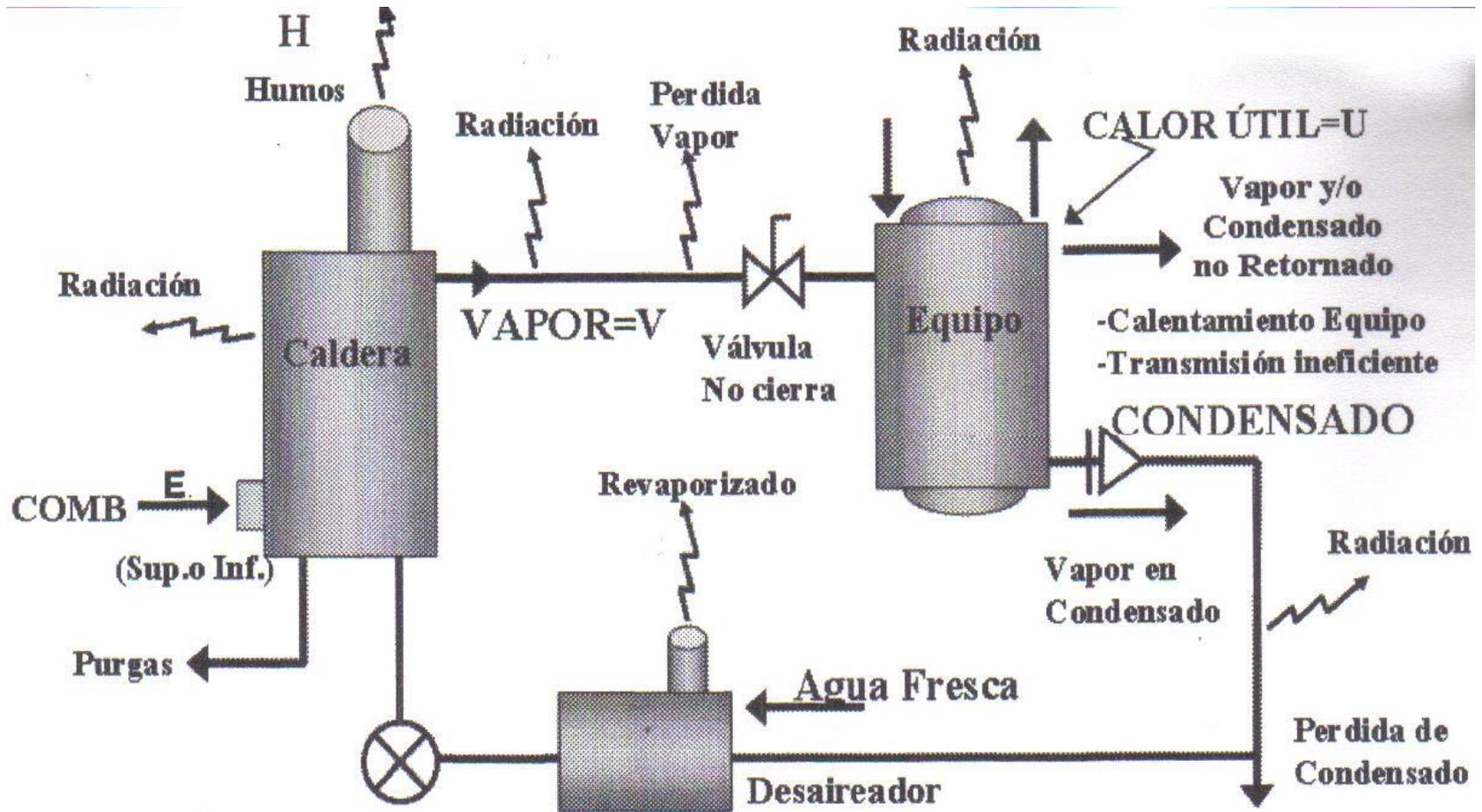
- API ; NFPA; CGA; IRAM; ISA; NEC; IEC; IEEE; Código Nacional de

- Electricidad; Reglamento Nacional de Edificaciones; Disposiciones de

- Seguridad INDECI

-

Eficiencias en una Caldera

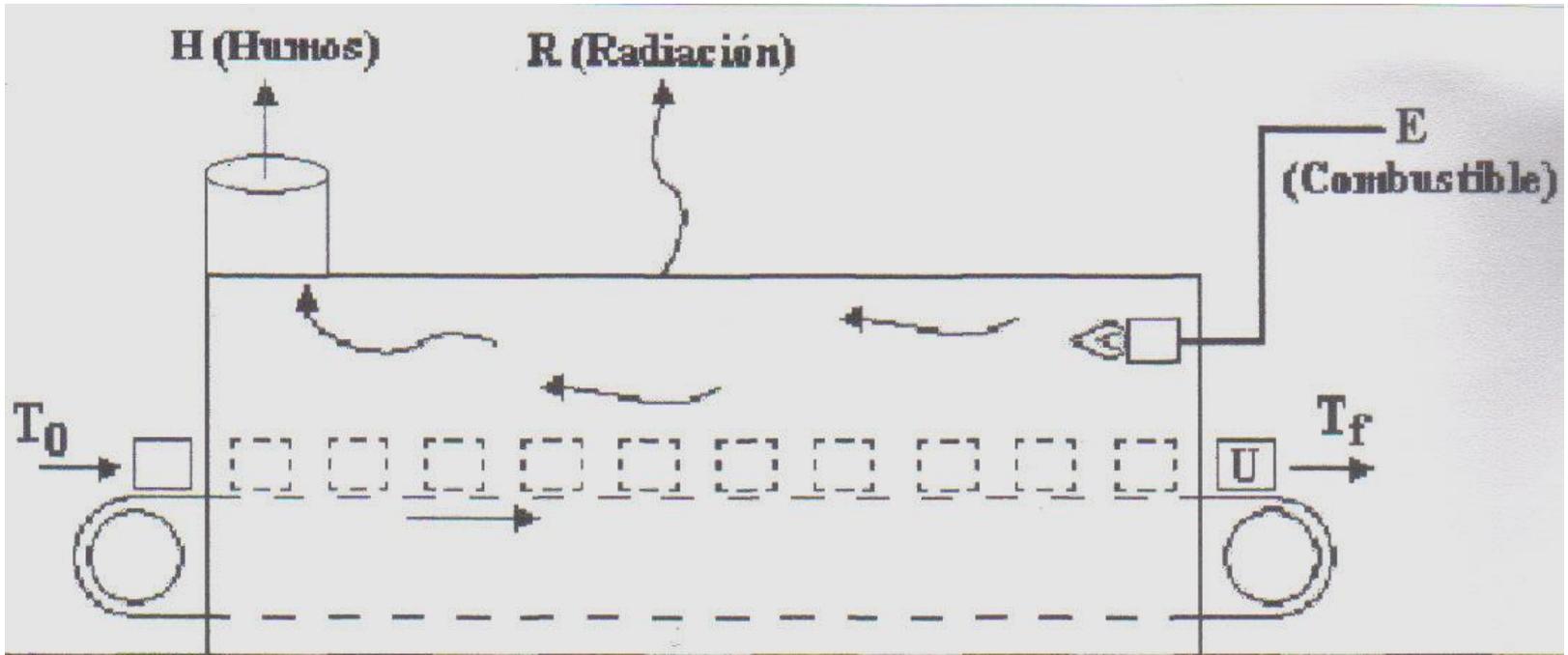


$$\text{Eficiencia de la Combustión (1 / 1)} = (E - H) / E = (1 - H / E)$$

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

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

Eficiencia en un Horno



$$E = U + P$$

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

$$P = H + R + C$$

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

C = Calentamiento Inicial del Horno (Proporcional)

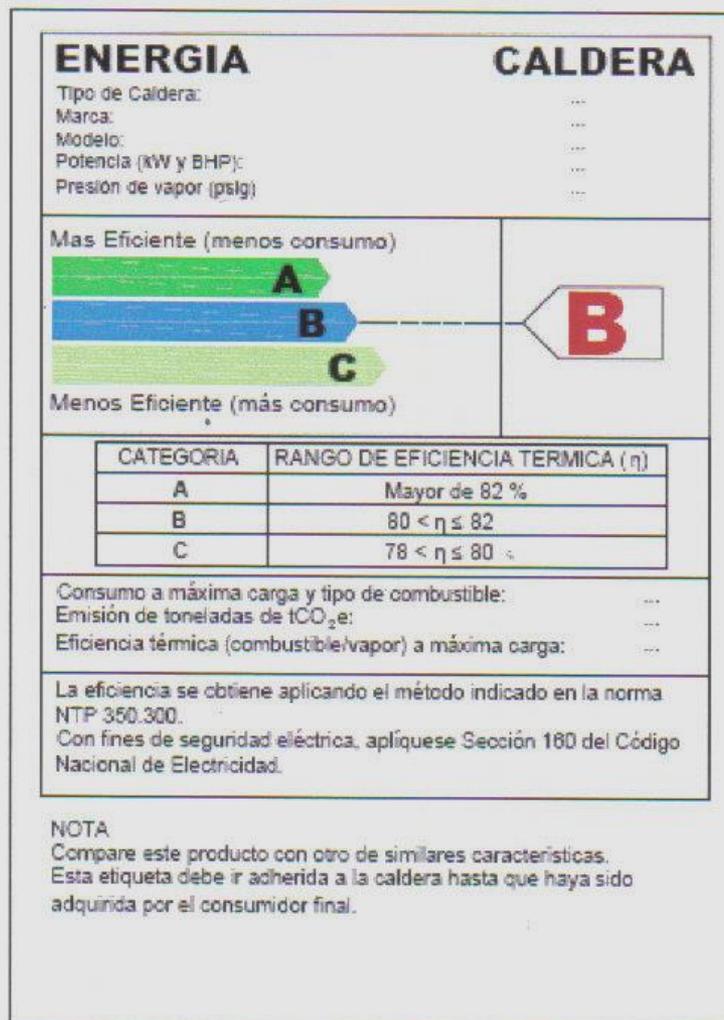


FIGURA 1 – Etiqueta

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 pirotubulares 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.

TABLA E.1 - Características típicas de los combustibles industriales

PROPIEDADES	GAS NATURAL	GLP	D2	PI6	PI500
VOLATILIDAD					
Gravedad API a 15.6 °C	95.2	121.9	35.7	11.3	10.1
Gravedad Específica a 15.6/15.6 °C	0.624	0.558	0.846	0.991	0.999
Densidad kg/m ³ a 15°C			845.5	990.0	998.4
Pto. Inflamación, °C			60.8	70.8	72.0
FLUIDEZ					
Viscos. Cinemática, a 40 °C, cSt.			3.6		
Viscos. Cinemática, a 50 °C, cSt.				624.0	1029.3
Punto de Fluidez, °C			-6.0	+3.0	+3.0
COMBUSTION					
Indice de Cetano			49.7		
Calor Bruto, kJ/kg (BTU/pie3)	(1105.99)	(2783.70)	45506.09	42743.1	42523.4
Calor Neto, kJ/kg (BTU/pie3)	(998.79)		42701.38	40425.1	40236.7
COMPOSICION					
Cenizas, % masa			0.006	0.06	0.078
Carbón Conrad.,10% Fondos, % Masa			0.042	12.1	15.3
Azufre, % Masa		0.0015	0.274	1.5	1.7
CONTAMINANTES					
Agua y Sedimentos, %vol.			0.0	0.10	0.10
Contenido de Vanadio, ppm				190.3	243.8

2. Mejoras en la Eficiencia de Combustión de Hornos, Calderas, Secadores

Se logran ahorros significativos por una adecuada eficiencia de combustión. Ello se logra regulando la relación aire-combustible en los valores recomendados según el tipo de combustible.- Para ello se debe contar con un analizador de gases, que se aplica con una sonda en la salida de gases de combustión en la chimenea de la caldera, horno o secador.- Analizador de Gases de Combustión: [Diapositiva 17](#)

2.1. Eficiencia de Combustión y características de la llama de combustión

- a) Una llama larga y humeante significa excesos de combustible o falta de comburente (aire)
- b) Una llama brillante pero sin bordes anaranjados significa ligero exceso de aire
- c) Una llama corta y brillante acompañada de lentejuelas de fuego significa exceso de aire; en caso de incrementar aun más el exceso de aire, la llama se hará más corta e irregular.- Si seguimos forzando el exceso de aire aparecerá una neblina al lado de las zonas más brillantes y se deformará la llama.- Una cantidad aun mayor de aire puede llegar a cortar la llama.
- d) Cuando se utiliza un combustible que debe ser precalentado (fuel oil o bunker o P Residual N° 6, P Residual 500 SSF), una temperatura insuficiente de precalentamiento puede producir en la llama lentejuelas de fuego, llama humeante e incluso se puede cortar la llama.

Luego; a simple vista (por el visor que toda caldera posee) :

- Una llama roja e humeante es síntoma de falta de aire.
- Una llama azulada brillante y corta es síntoma de exceso de aire

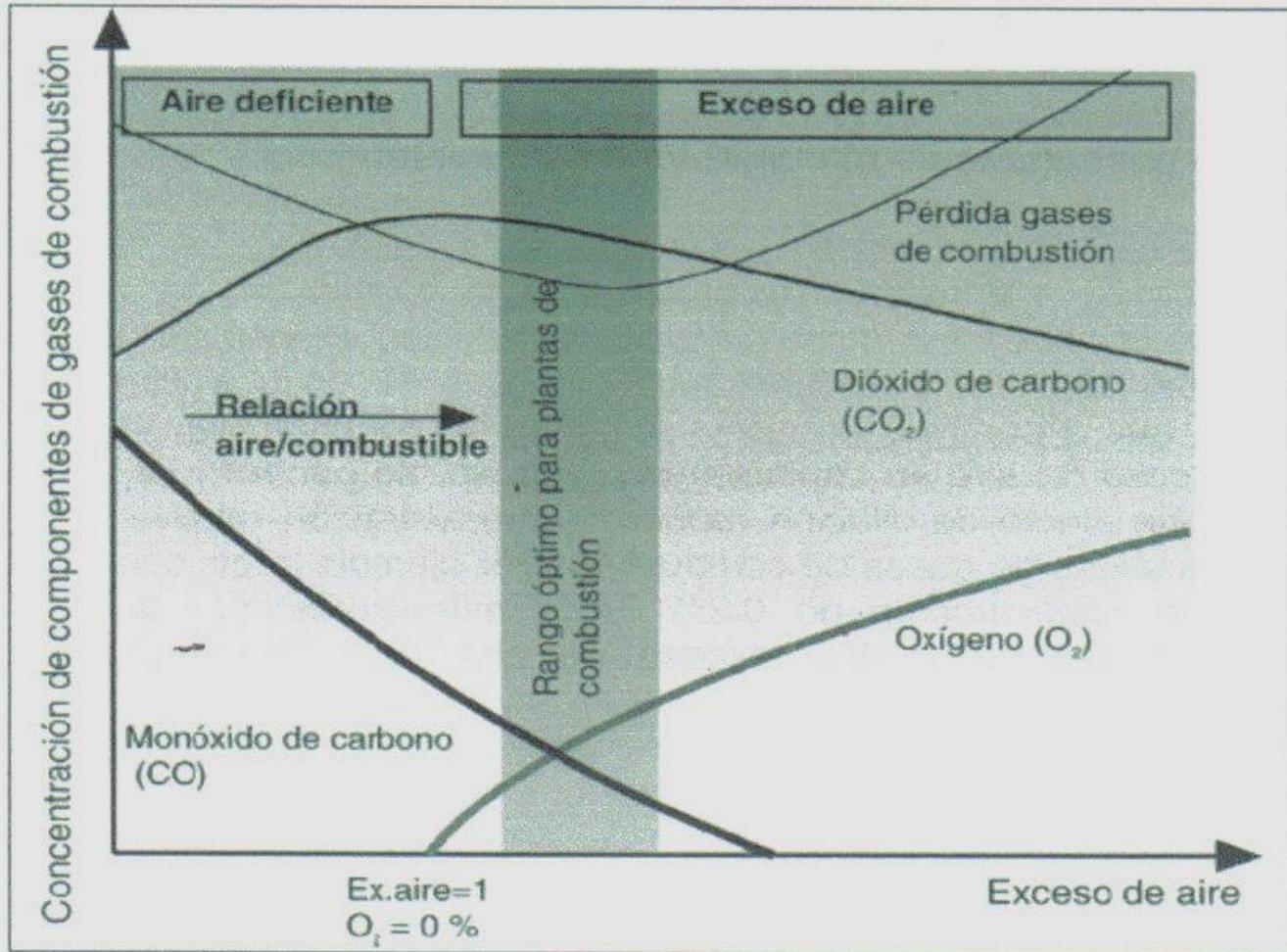


FIGURA 1 - Diagrama de combustión

2.2. Relación Aire-Combustible óptima según el tipo de Combustible

Valores Óptimos de Parámetros en los Gases de Combustión según el tipo de Combustible. Mdidos con analizador de gases en chimenea

Parámetro	Combustibles			
	Gas Natural	Petróleo Diesel 2	Petróleo Residual 6	Petróleo Residual 500
CO2 (%)	9 - 10	11,5 - 12,5	12,5 - 13,5	12,8 - 13,8
Exceso de aire (%)	10 - 15	15 - 20	20 - 30	30 - 35
Eficiencia de combustión (%)	80 - 83	80 - 85	84 - 88	85 - 90
Índice de Opacidad (Bacharach)	1	1 - 3	1 - 3	1 - 3
Temperatura de gases chimenea (°C)	(*)	(*)	(*)	(*)

Observaciones:

- Temperatura mínima : la temperatura del punto de rocío del ácido sulfúrico= 160 °C
- Temperatura máxima: 83 °C más que la temperatura de vapor de la caldera.

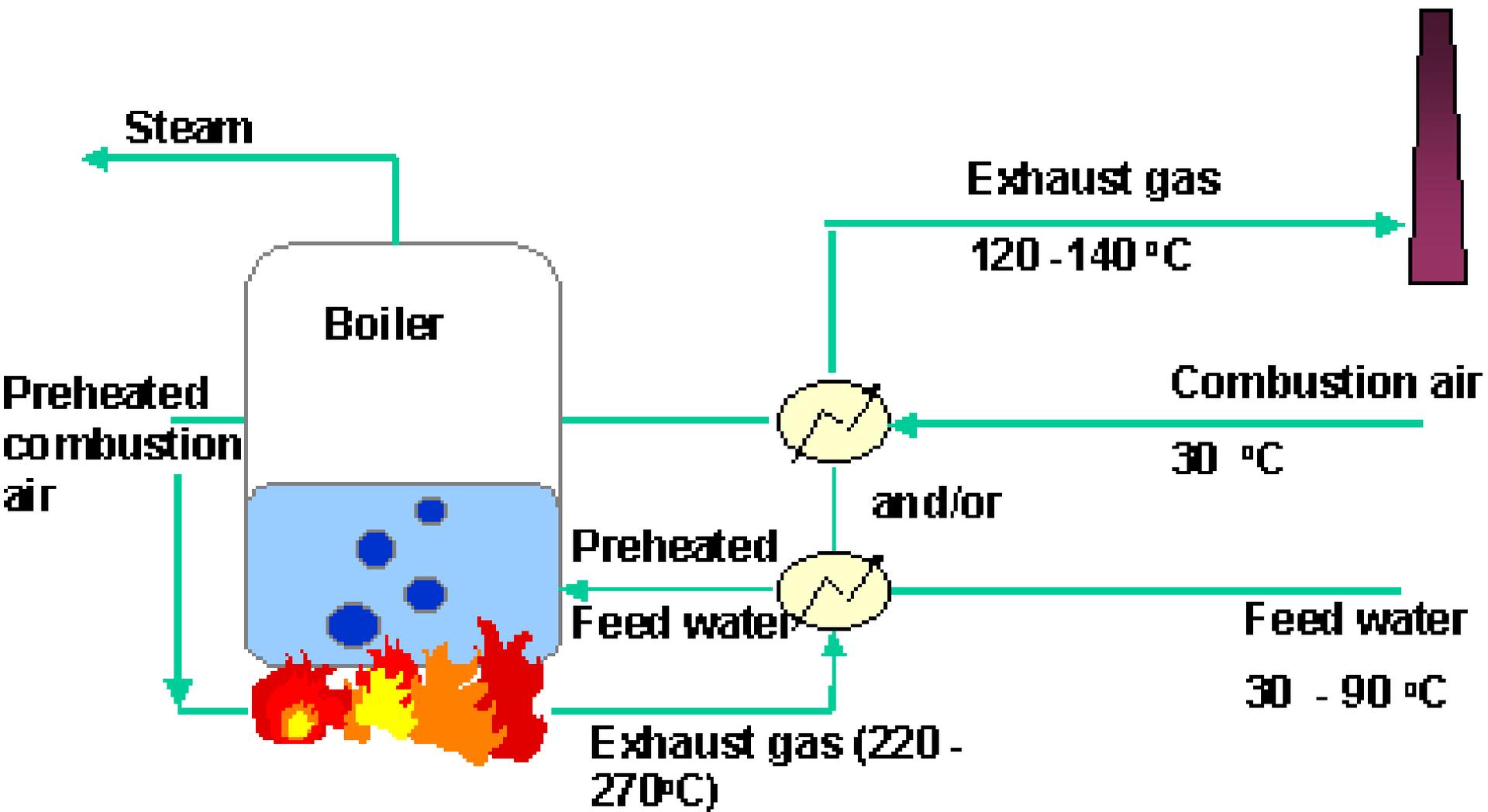
Caso Práctico de Mejoras en la Eficiencia de Combustión : [Diapositiva 19](#)



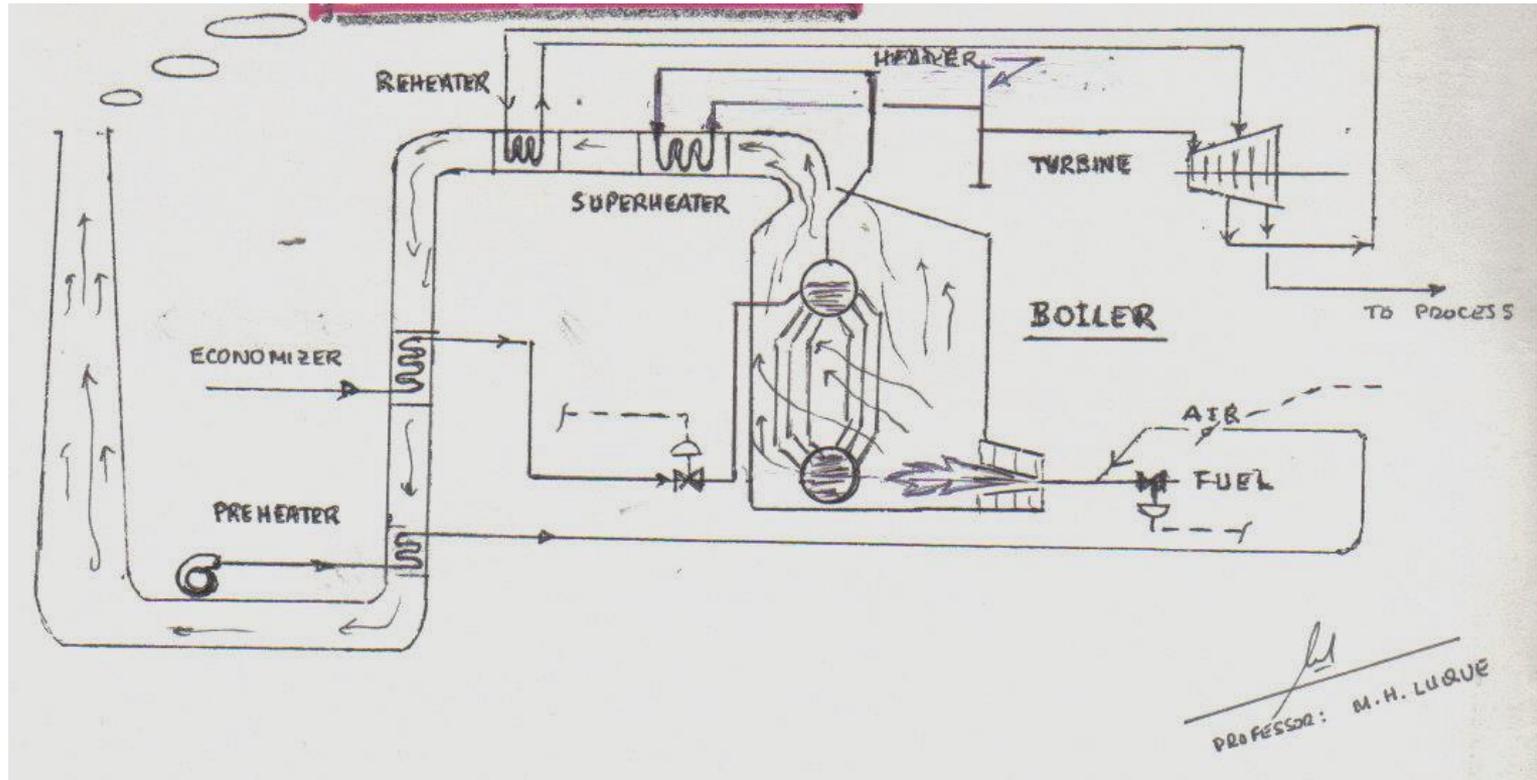
3. Aprovechamiento de Calores Residuales y Sistemas de Recuperación de Calor

El aprovechamiento de los calores de combustión es una oportunidad para reducir el consumo de combustible en calderas, hornos y secadores:

- 1.- Sobrecalentador (Superheater).- Permite el obtener vapor sobrecalentado (viene de fábrica)
- 2.- Recalentador (Reheater) .- Para aplicaciones de operación con turbinas a vapor (Ciclo Brayton)
- 3.- Economizador (Economizer) .- Permite precalentar el agua de ingreso a calderas
- 4.- Precalentador (preheater) .- Para el precalentamiento del aire primario de combustión.- Aplicable a calderas, hornos, secadores.



Sistema Completo de Recuperación de Calor en una Caldera



Observaciones :

Las implementaciones, cálculos y dimensionamientos de los equipos recuperadores de calor deben estar basados en una previa optimización de la eficiencia de combustión.- De otra forma se crearía un falso aprovechamiento de los calores residuales en los gases de combustión, los mismos que en muchos casos son altos justamente debido a una ineficiente combustión, como es el caso de tener un exceso de aire inadecuado, a su vez por una relación aire-combustible ineficiente.

Implementación de Economizador en una caldera

- El economizador a implementar intercambiará calor entre los gases de combustión que salen de la chimenea de la caldera y el agua de procesos tratada -en el intercambiador iónico- que va hacia las lavadoras.

Las condiciones de diseño del economizador son :

- - Flujo de Agua : 1000 litros/ h
- - Temperatura Inicial : 20°C
- - Temperatura Final : 60°C
- - Fluido : Agua tratada (blanda).
- - Calor Sensible : 4,18 kJ/ kg-°C

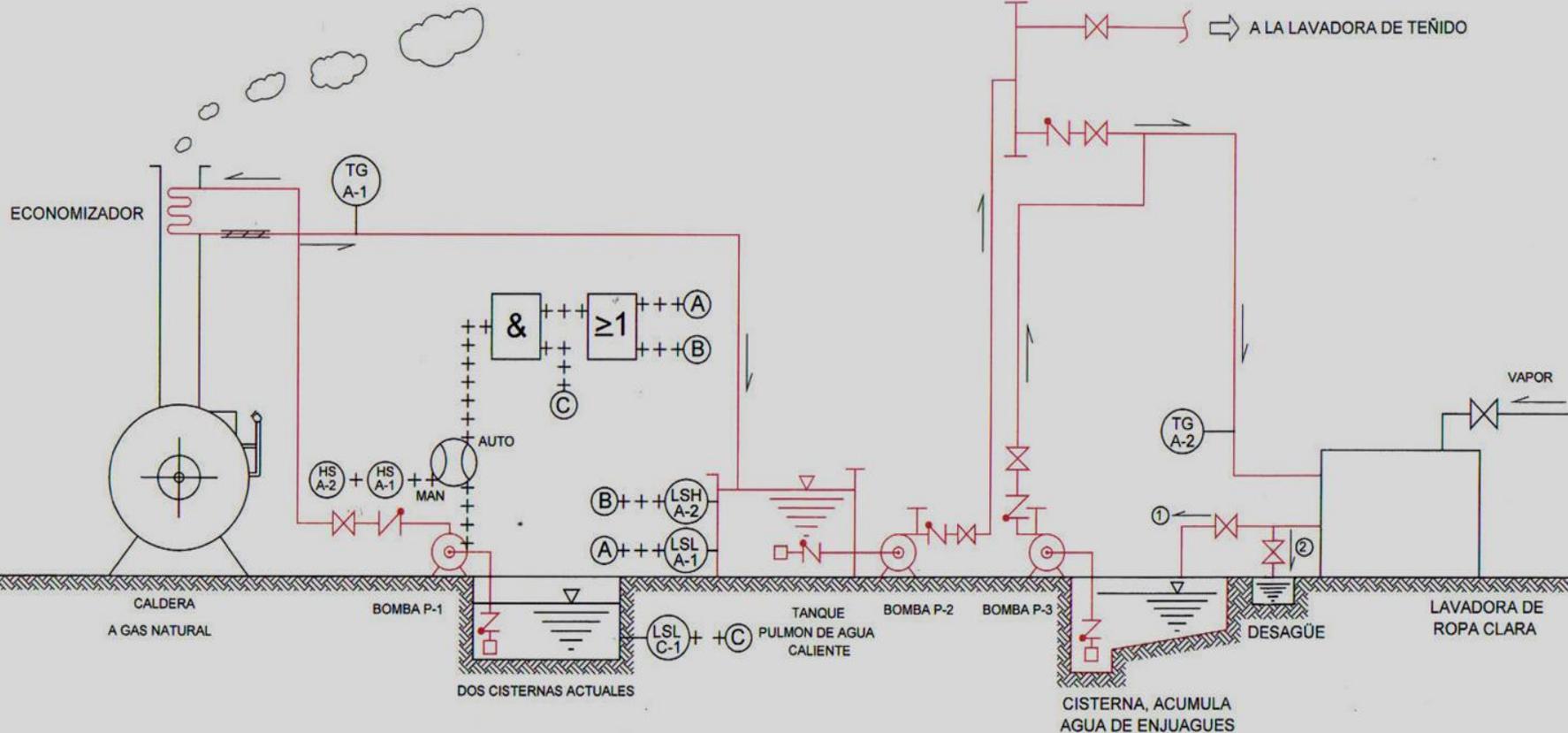
• Temperaturas Promedio.

• Calor Absorbido por el Agua :

•
$$Q = m \times C_p \times (T_f - T_i) = (1000 \text{ kg/ h}) \times (4,18 \text{ kJ/ kg-}^\circ\text{C}) \times (60 - 20)^\circ\text{C} = 167200 \text{ kJ/ h}$$

- La mejora que se presenta al implementar el economizador, es la energía ahorrada en calentar el agua de procesos para el lavado y que representa un ahorro en combustible, pues no se usará vapor para ello sino los calores residuales (heat recovery) que se emiten por la chimenea a la atmósfera.- A continuación calculamos la energía ahorrada que se tendrá por la implementación del economizador :

- $(167,2 \text{ MJ/h}) \times (364 \text{ horas de operación de la caldera /mes}) = 60860 \text{ MJ/mes}$
- $= 60,86 \text{ GJ/ mes}$
- Considerando una eficiencia de la caldera de 70 %; se tiene :
- $(60,86 \text{ GJ/mes}) / 0,70 = 86,94 \text{ GJ/mes}$
-
- **Ahorro en energía anual :**
- $(86,94 \text{ GJ/ mes}) \times (12 \text{ meses/año}) = \mathbf{1043,28 \text{ GJ/ año}}$
-
- **Ahorro en costos de energía anual :**
- $(86,94 \text{ GJ/ mes}) \times (13,37 \text{ N. Soles/ GJ}) \times 12 \text{ meses/ año} = 13948,65 \text{ N. Soles/ año}$
- Con T.C. 2,81 N Soles/US\$, se tendrá un ahorro de **4963,93 US\$ /año**
-
- **Inversión :**
- Según presupuesto comercial :
- **1. Suministro e instalación del economizador : 4950,00 US\$**
- **2. Suministro e Instalación del Tanque de Almacenamiento : 3950,00 US\$**
- **3. Líneas del Sistema de Agua Caliente : 3860,00 US\$**
-
- **Total Inversión : 12760,00 US\$**
- Ver : [Diapositiva 30](#)



DESCRIPCION TECNICA

BOMBA P1: SUMINISTRO DE AGUA AL ECONOMIZADOR
 BOMBA P2: BOMBA DE AGUA CALIENTE
 BOMBA P3: BOMBA DE RECIRCULACION DE ENJUAGUES

① : REUTILIZACION DEL AGUA DE SEGUNDO Y TERCER ENJUAGUE

② : AGUA DE ENJUAGUE A DESAGÜE

TG/A-1; TG/A-2 : TERMOMETROS

&, ≥1, ++ : LOGICA DE CONTROL DEL SISTEMA

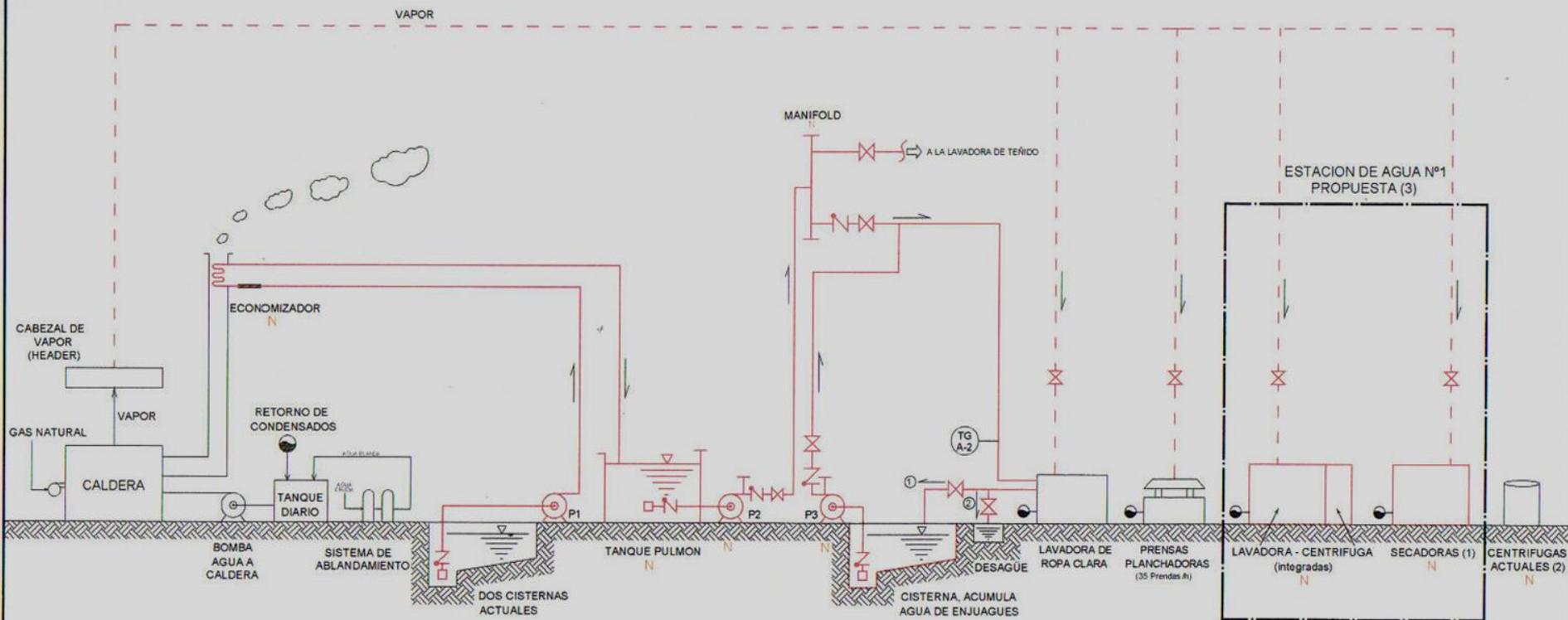
— : INSTALACION ACTUAL

— : NUEVO SISTEMA (Propuesto)

SAGITA S.A.

"NUEVO SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO DEL AGUA
 A PROCESO DE LAVADO CON REUTILIZACION
 DEL AGUA DE ENJUAGUES"

DIBUJO N°	ESCALA	FECHA	DISEÑO	APROBADO
019-2010	S/E	MARZO 2010	ING. MANUEL LUQUE CASANAVE	



DESCRIPCION TECNICA

- BOMBA P1: SUMINISTRO DE AGUA AL ECONOMIZADOR
- BOMBA P2: BOMBA DE AGUA CALIENTE
- BOMBA P3: BOMBA DE RECIRCULACION DE ENJUAGUES

- : RETORNO DE CONDENSADO
- N** : MAQUINA, EQUIPO NUEVO

- (1) : Las Secadoras actuales se cambiarán (eliminarán)
- (2) : Las Centrífugas actuales se eliminarán, pues en el nuevo esquema estarían integradas a las lavadoras
- (3) : Se proponen cuatro Estaciones de Agua

- : INSTALACION ACTUAL
- - - : NUEVO SISTEMA (Propuesto)

SAGITA S.A.				
"LAYOUT GENERAL CON LAS PROPUESTAS DE MEJORA EN EFICIENCIA ENERGETICA"				
DIBUJO N°	ESCALA	FECHA	DISEÑO	APROBADO
020-2010	S/E	MARZO 2010	ING. MANUEL LUQUE CASANAVE	

4. Reducción de Pérdidas por Aislamiento Térmico

Pérdidas de Calor en Tuberías con y sin Aislamiento

Pérdidas de calor por hora y por metro lineal (kcal/h-m) en tuberías con aislamiento y sin aislamiento (aislante lana mineral)

Ø nominal cañería	Espesor aislamiento 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	26	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
	25 mm	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	272	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 perdidas de calor pueden aumentar hasta un 300%

Costos por Aislamiento de Tuberías

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.

Determinación del espesor óptimo de Aislamiento

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%

Cálculo del 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

- **Implementación de Aislamiento Térmico en líneas de vapor**

- **Línea de Vapor: Presentación de Caso**

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	TUBERIA ASTM A53 SCH40,4" soldable	m	3.4
2	TUBERIA ASTM A53 SCH40,2 1/2" soldable	m	51.1
3	TUBERIA ASTM A53 SCH40,1/2" soldable	m	37.6
4	CODO 90 F/N SCH40,4" soldable	Pza	2
5	CODO 90 F/N SCH40,2 1/2" soldable	Pza	11
6	CODO 90 F/N SCH40,1/2" soldable	Pza	55
7	TEE F/N SCH40,2 1/2"	Pza	6
8	TEE F/N SCH40,1/2"	Pza	6
9	TEE REDUCTOR DE 2 1/2" A 1/2"F/N SCH40	Pza	9

Área Total de tuberías y accesorios a aislar = 17,7 m²

Se determina la pérdida de calor en base a las condiciones del vapor, sale un valor de 9350,38 BTU/ h-m² :

Pérdida de Calor por falta de aislamiento :

$$(9350,38 \text{ BTU/h-m}^2) \times 17,7 \text{ m}^2 = 165501,7 \text{ BTU /h}$$

El ahorro que se tendrá por la implementación del aislamiento será :

$$(165501,7 \text{ BTU/h}) \times (364 \text{ horas de operación de la caldera /mes}) = 60242618 \text{ BTU/mes}$$

$$(60242618 \text{ BTU/mes}) / (947867 \text{ BTU/GJ}) = 63,56 \text{ GJ/mes}$$

- Considerando una eficiencia de la caldera de 70 %; se tiene :
- $(63,56 \text{ GJ/mes}) / 0,70 = 90,8 \text{ GJ/mes}$
-
- **Ahorro en energía anual :**
- $(90,8 \text{ GJ/ mes}) \times (12 \text{ meses/año}) = \mathbf{1089,6 \text{ GJ/ año}}$
-
- **Ahorro en costos de energía anual :**
- $(90,8 \text{ GJ/ mes}) \times (13,37 \text{ N. Soles/ GJ}) \times 12 \text{ meses/ año} = 14567,95 \text{ N. Soles/ año}$
- Con T.C. 2,81 N Soles/US\$, se tendrá un ahorro de **5184,32 US\$ /año**
- **Inversión :**
- Según presupuesto comercial.- Ver [Diapositiva 38](#)
- El precio por el suministro e instalación de aislamiento térmico para línea de vapor y condensado es : 5420,00 US\$.

- De este precio, corresponde a las líneas de vapor es el 55 % y el 45 % a las líneas de condensado.- Luego:
- $0,55 \times 5420 \text{ US\$} = \mathbf{2981,00 \text{ US\$}}$ de inversión en aislamiento para líneas de vapor.



5. Reducción de Pérdidas en Trampas de Vapor

Las trampas de vapor cumplen tres funciones en una red de vapor:

- a) Retener el vapor
- b) Eliminar el aire
- c) Dejar pasar solo el condensado

Caso 1

- En planta donde el costo de vapor es de 45 US\$/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 es 5 mm.
- Pérdida de Vapor = 360 MKcal/año (Figura de pérdidas por escape
- de vapor)
- Ahorro anual si se reparara la trampa de vapor = 360 MKcal/año x 45 US\$/Mkcal = **US\$ 16.200 por año**

-
- **Caso 2 : Cambio de paquetes de purga de condensado en los procesos de transferencia de calor**
-
-

- **Fugas en Trampas de Vapor:**

- En los procesos térmicos las fugas de vapor son las menos detectadas, ya que se van directamente al tanque de condensado y produce flasheo.- Se presenta una tabla para poder definir las pérdidas de vapor:

- Para el caso de tubería de vapor de 1/2” : La capacidad de flujo es de 60 Kg/h
-

Tipo	Fuga de Vapor
Pérdida Leve	: 4 Kg/h
Fuga	: 7 Kg/h
Soplo	: 15 Kg/h

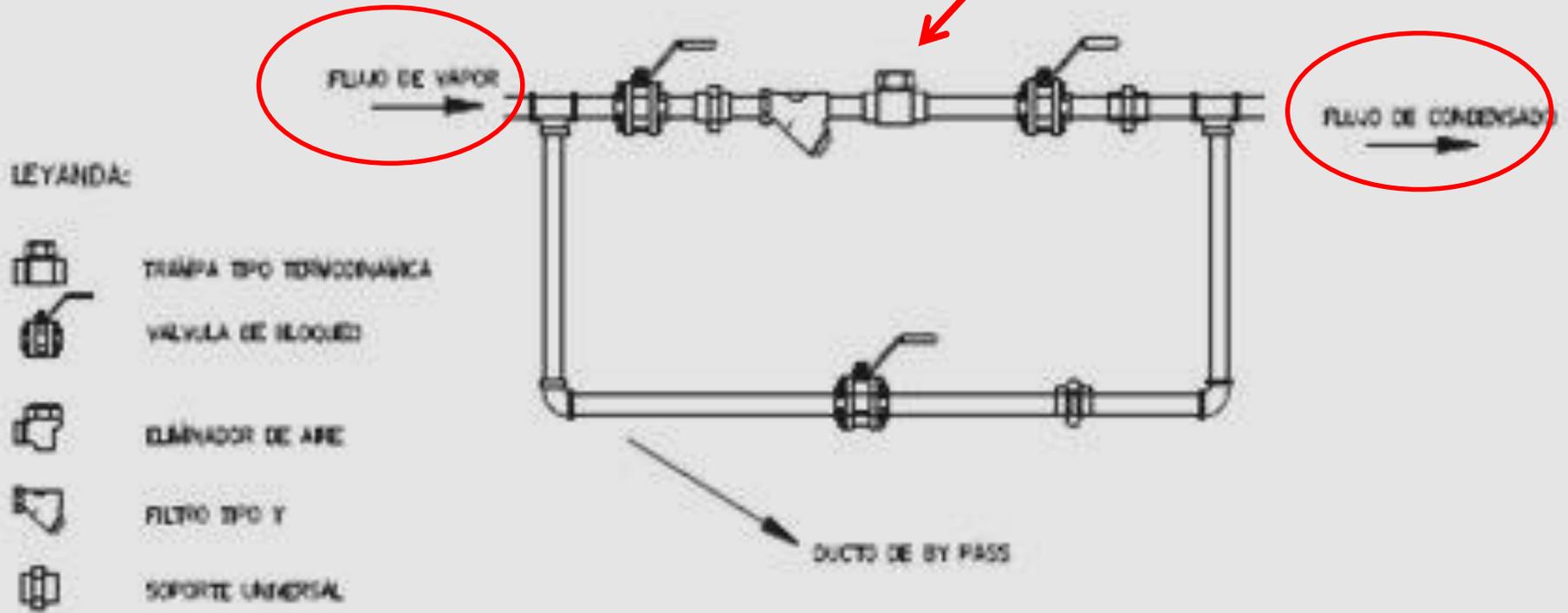
- Promedio Considerado : 7 Kg/h
-

- Número de trampas de vapor con fugas : trece (13), según los resultados de la inspección de las trampas de vapor y de los paquetes de purga (filtro, trampa, válvulas, otros) instalados en planta.
-

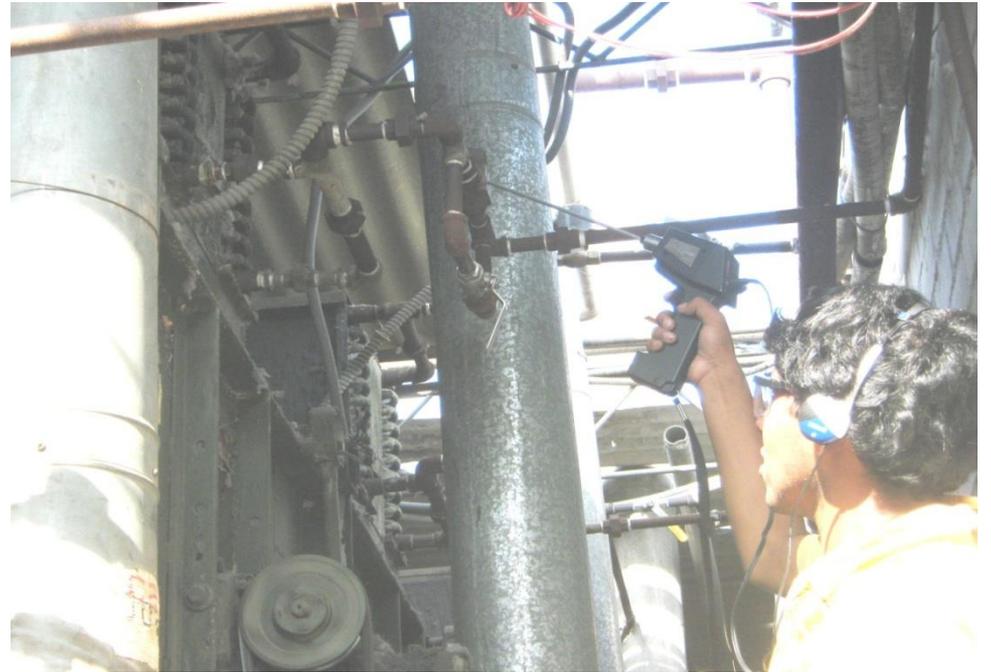
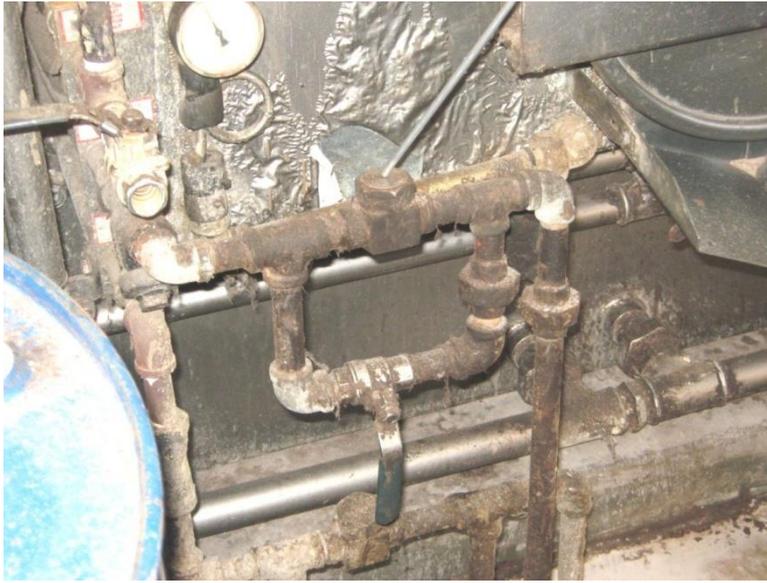
- Total de pérdidas en flujo de vapor: $7 \text{ kg/h} \times 13 \text{ trampas} = 91 \text{ Kg/h}$
-
- Se tienen las siguientes equivalencias :
- $1 \text{ BHP} = 33472 \text{ BTU/h} = 34,5 \text{ lb vapor/h} = 15,65 \text{ kg vapor/h}$
- Luego : $(33472 \text{ BTU/h}) / 15,65 \text{ kg vapor/h} \times 91 \text{ kg vapor/h} =$
-
- Pérdida de Calor en las 13 trampas : **194629,51 BTU /h**
-
- El ahorro que se tendrá por la implementación de nuevos paquetes de purga de condensado en los procesos de transferencia de calor será :
-
- Considerando a los 364 horas de operación de la caldera un factor de servicio en la operación de trampas de 0,40 por ser una operación pulsante y no continua el de las trampas :
- $(194629,51 \text{ BTU/h}) \times (364 \text{ horas de operación de la caldera /mes}) \times 0,40$
- $= 28338056 \text{ BTU/mes}$
- $(28338056 \text{ BTU/mes}) / (947867 \text{ BTU/GJ}) = 29,90 \text{ GJ/mes}$
- Considerando una eficiencia de la caldera de 70 %; se tiene :
- $(29,90 \text{ GJ/mes}) / 0,70 = 42,71 \text{ GJ/mes}$

- **Ahorro en energía anual :**
- $(42,71 \text{ GJ/ mes}) \times (12 \text{ meses/año}) = \mathbf{512,52 \text{ GJ/ año}}$
-
- **Ahorro en costos de energía anual :**
- $(42,71 \text{ GJ/ mes}) \times (13,37 \text{ N. Soles/ GJ}) \times 12 \text{ meses/ año} = 6852,39 \text{ N. Soles/ año}$
- Con T.C. 2,81 N Soles/US\$, se tendrá un ahorro de **2438,57 US\$ /año**
-
- **Inversión :**
- Según presupuesto comercial.
- El precio por el suministro e instalación de trece (13) paquetes de purga es **5980,00 US\$** .- Ver : [Diapositiva 45](#)

Trampa Termodinámica



Esquema típico de Paquete de Purga.



6. Oportunidades de Sustitución de Combustible

La sustitución de combustible se realiza con dos propósitos, disminuir costos y reducir emisiones.- Las políticas energéticas en los países gravan más tributariamente (ISC, etc) a los combustibles más contaminantes a fin de desincentivar su consumo y favorecer la sustitución.

Dado que el Poder Calorífico varía de un combustible a otro, al sustituir un combustible el criterio para hacer el cambio debe ser el costo específico por unidad calórica. (N. Soles/ kJ)

En nuestro país las sustituciones típicas en la industria son:

- a) Cambio de Diesel 2 a P.Residual N° 6 (Bunker)
- b) Cambio de P. Residual N° 6 (Bunker) a P. Residual 500 SSF
- c) Cambio de Diesel 2 o de P. Residual N° 6 o de P.Residual 500 SSF a Gas Natural (en Región Lima; Región Ucayali; Región Ica)

- **Caso:**
- Consumo con actual combustible : “A” galones/mes
- Poder Calorífico actual combustible : “x” BTU/ galón
- Precio del actual combustible : “p” N. Soles/ galón

- Consumo con nuevo combustible : “B” galones/mes
- Poder Calorífico nuevo combustible : “y” BTU/ galón
- Precio del nuevo combustible : “q” N. Soles/ galón

- Ahorros:
- $((\text{“y”}/\text{“q”}) - (\text{“x”}/\text{“p”})) \text{ N. Soles / BTU}$

7. Otras acciones de Eficiencia con la Energía Térmica en Planta

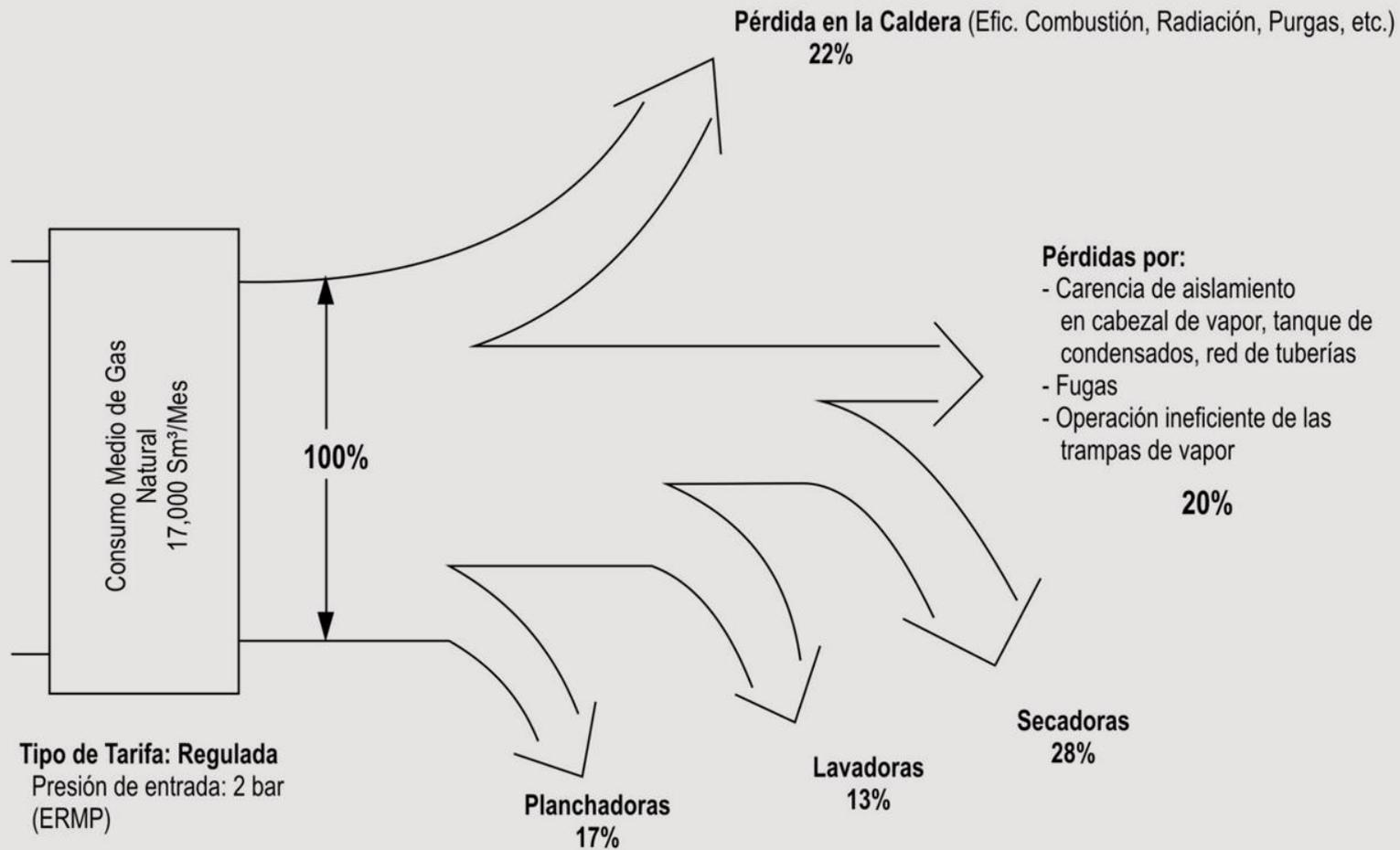
- Maximizar el retorno de condensado a las calderas
- Controlar los depósitos al interior (hollín) en los tubos de las calderas. Optimizar el tratamiento de agua.
- Instalar purgas automáticas en las calderas y/o recuperadores de calor
- Utilizar el revaporizado y/o flujos con calor desechado.
- Eliminación de tramos de tuberías no utilizadas.
- Programa de mantención preventiva de quemadores, calderas, motores y equipos en general
- Recuperar calor para precalentar materiales.
- Cortar alimentación a equipos detenidos
- Definir estándar de consumos de energía por secciones y controlarlos.
- Aprovechar el calor flash
- Automatizar en lo posible la operación del quemador
- Implementar sistemas de cogeneración

8. Parámetros a Medir en Calderas, Hornos, Secadores, Intercambiadores de Calor

Las mediciones tiene el objetivo de determinar las actuales demandas y consumos de energía, calcular las eficiencias e identificar oportunidades de mejoras en la eficiencia energética.

En base a las mediciones se puede elaborar un **Diagrama de Sankey**, que permite tener una visión completa de cómo se distribuye el consumo de energía en la Planta.- Conociendo los consumos de energía por cada área de la Planta se pueden determinar los **consumos específicos de energía**, indicador de eficiencia energética

A continuación se presentan gráficos con las mediciones que se realizan en los más importantes equipos de consumo de energía térmica.- Si bien están indicados un buen número de parámetros a medir por equipo, dependiendo del alcance de las mediciones se pueden medir menor número d parámetros que los indicados.



7.1. MEDICIONES TERMICAS

7.1.1. CALDERA

CONDENSADO:

- FLUJO
- PRESION
- TEMP.
- T.S.D.

AGUA DE REPOSICION:

- FLUJO
- PRESION
- TEMP.
- T.S.D.
- POTENCIA BOMBA KW
- % APERTURA VALVULA

AIRE:

- VELOCIDAD
- SECCION x
- PRESION ENT.
- PRESION SAL.
- TEMP. ENT.
- TEMP. SAL. PREC.
- T.B.S.
- T.B.H.
- % APERTURA DAMPER
- POTENCIA MOTOR VENT. KW

CALDERA

COMBUSTIBLE:

- FLUJO
- TEMP.
- (5) • % HUMEDAD

RADIACION:

- T_{FR}
- T_{POS}
- T_{PP}
- T_{PI}
- T_{BOV}

VAPOR:

- PRESION DE TRABAJO
- TEMP.
- FLUJO

GASES DE COMBUSTION:

- FLUJO
- TEMP.
- % CO₂
- % O₂
- % EFIC. COMP.
- % PERD. COMB.
- % EXCESO AIRE
- INDICE BACHARACH
- P.P.M. CO
- % APERTURA DAMPER EN CHIMENEA

(4) PURGAS:

- (2) • FLUJO
- T.S.D.

- (1) COMBUSTIBLES GASEOSOS. OTROS TIPOS DE COMBUSTIBLES SI NO SE EVIDENCIARA EXCESO DE AIRE.
 (2) SI NO SE HACE MEDICION: CONSIDERAR FLUJO PURGAS APROX. 5-6% DE LA GENERACION DE VAPOR.
 (3) SI NO SE HACE MEDICION: FLUJO DE AGUA DE ALIMENTACION ≈ FLUJO VAPOR + FLUJO PURGAS.
 (4) CON ENTALPIA DE LIQUIDO SATURADO A LA PRESION DE TRABAJO.
 (5) CUANDO EL COMBUSTIBLE SEA BAGAZO DE CAÑA, MADERA O CARBON.

OBSERVACIONES:

1. COMENTARIOS AL TRATAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACION Y AL PURGADO DE LA CALDERA.
2. NUMERO DE PARALIZACIONES NO PROGRAMADAS AL AÑO Y DURACION DE LA PARALIZACION.
3. EXISTENCIA DE EQUIPOS RECUPERADORES DE CALOR RESIDUAL: PRECALENTADORES DE AIRE DE COMBUSTION, ECONOMIZADORES.
4. ESTADO DE (LOS) QUEMADOR (ES)
5. ESTADO DE LAS INSTALACIONES: FUGAS DE VAPOR, AISLAMIENTO DE TUBERIAS DE VAPOR Y CONDENSADO, AISLAMIENTO DE TANQUES
6. OPERATIVIDAD Y ESTADO DE LAS TRAMPAS DE VAPOR.
7. RETORNO DE CONDENSADO.
8. PRECALENTAMIENTO DEL AGUA DE ALIMENTACION.
9. GRADO DE AUTOMATIZACION DE LA CALDERA.

7.1.3. SECADORES

AIRE DE ENTRADA:

- VELOCIDAD
- SECCION x
- PRESION INT
- T.B.S.
- T.B.H.
- POTENCIA MOTOR VENTILADOR KW

RADIACION:

- TFR
- TPos
- TPD
- TPI
- TBoV

SECADOR

SALIDA DE PRODUCTO:

- (2) • FLUJO B[T/H]
- TEMP.
- (1) • % HUMEDAD

MERMAS:

- (2) • FLUJO (A-B)[T/H]
- TEMP.
- (1) • % HUMEDAD

AIRE DE SALIDA:

- T.B.S.
- T.B.H.

INGRESO DE PRODUCTO:

- (2) • FLUJO A[T/H]
- TEMP.
- (1) • % HUMEDAD

- (3) • TIRO M.M.C.A.
- (4) • PRODUCTO PROCESADO

- (1) ANALISIS DE LABORATORIO, ALTERNATIVA INSTRUMENTO PORTATIL BASADO EN SENSOR INFRARROJO.
 (2) EXPRESADO EN TON/HORA U OTRA UNIDAD DE FLUJO DE MASA. MERMA= INGRESO-SALIDA.
 (3) MEDICION DE PRESION EN LOS SECADORES ABIERTOS EN EL INTERIOR, CERCA A LAS PUERTAS DE CARGA/DESCARGA DEL PRODUCTO. EN HORNO ABIERTOS APROX. 1.5 MMCA.
 (4) DETERMINAR EL CALOR SENSIBLE (CALOR ESPECIFICO) DEL PRODUCTO.

OBSERVACIONES:

1. ESTADO DE CONSERVACION DEL SECADOR: AISLAMIENTOS.
2. PERDIDAS EVIDENCIADAS: INFILTRACIONES DE AIRE FRIO, RADIACION, ETC.
3. TIPO DE CONTROL (MANUAL, SEMIAUTOMATICO, AUTOMATICO)
4. TIPO DE SECADOR Y CAPACIDAD NOMINAL (CONTINUO, BATCH, TON/H)
5. BALANCE DE ENERGIA EN EL PRECALENTADOR DE AIRE.
6. COMENTARIOS AL PRECALENTAMIENTO DEL AIRE DE SECADO:
FUENTES DE CALOR: COMBUSTION, ENERGIA SOLAR;
7. NUMERO DE PARALIZACIONES NO PROGRAMADAS Y DURACION DE CADA PARADA.

7.1.5. INTERCAMBIADOR DE CALOR

[GAS/GAS, GAS/LIQUIDO, LIQUIDO/LIQUIDO]

• TIPO DE INTERCAMBIADOR: CARGASA Y TUBOS , DE PLACAS , DE TUBOS ALETEADOS , OTROS: _____

TIPO DE FLUIDO

• FLUJO

• TEMP.

• PRESION

• T.S.D.

TIPO DE INTERCAMBIO

• FLUJO PARALELO

• CONTRAFLUJO

• TEMP.

• PRESION

TIPO DE FLUIDO

• FLUJO

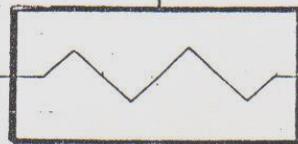
• TEMP.

• PRESION

• T.S.D.

• TEMP.

• PRESION



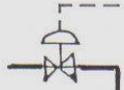
OBSERVACIONES:

AISLAMIENTOS, EXISTENCIA DE INCRUSTACIONES, ESTADO DE CONSERVACION, NUMERO DE PARADAS NO PROGRAMADAS AL AÑO Y PERIODOS DE PARALIZACIONES. SEGUN EL CASO CALCULAR EL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (U) Y EL DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (ΔT) MEDIO LOGARITMICO. ESPECIFICAR TIPO DE CONTROL (SI FUERA APLICABLE).

7.1.4. TURBINAS / TURBOGENERADORES

VAPOR:

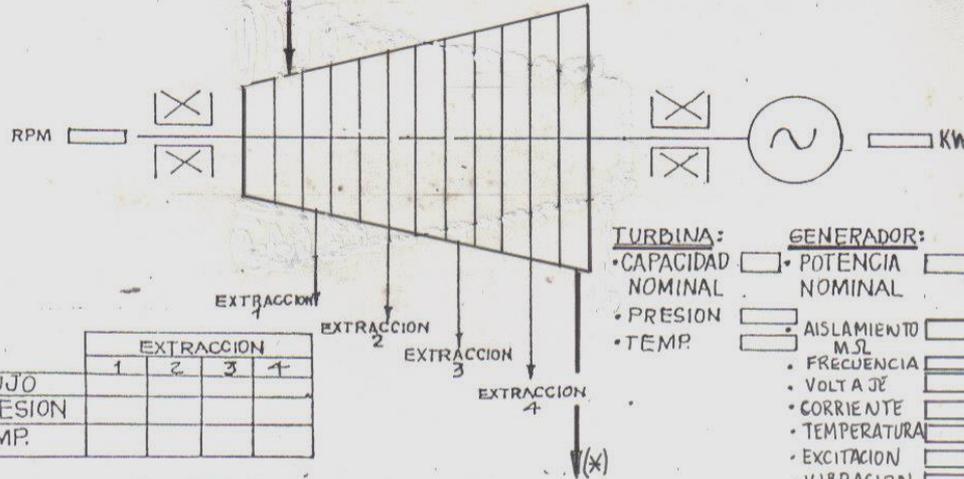
- FLUJO
- PRESION
- TEMP.



% APERTURA VALVULA

TIPO DE TURBINA:

- DE CONTRAPRESION
- ATMOSFERICA
- DE CONDENSACION
- CON EXTRACCIONES:
- N^o. DE EXTRACCIONES



	EXTRACCION			
	1	2	3	4
FLUJO				
PRESION				
TEMP.				

TURBINA:

- CAPACIDAD NOMINAL
- PRESION
- TEMP.

GENERADOR:

- POTENCIA NOMINAL
- AISLAMIENTO M.S.L.
- FRECUENCIA
- VOLTAJE
- CORRIENTE
- TEMPERATURA
- EXCITACION
- VIBRACION

(X) VACIO SI FUERA TURBINA DE CONDENSACION.

- TIPO DE CONTROL DE VELOCIDAD:
- RETORNO DEL CONDENSADO A LA CALDERA: SI NO

OBSERVACIONES: AISLAMIENTOS, TRAMPAS, ESTADO DE CONSERVACION, TIPO CHUMACERA.

NUMERO DE PARALIZACIONES NO PROGRAMADAS AL AÑO Y DURACION DE CADA PARADA
 CONTROLES EXISTENTES: FRECUENCIA, VOLTAJE, SOBREVELOCIDAD, VIBRACION, TEMPERATURA, PRESION.
 COMENTARIOS AL CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO EN EL CONDENSADOR (TORRE DE ENFRIAMIENTO, CONDENSADOR EVAPORATIVO, ELIMINACION DEL CALOR RESIDUAL, ETC)
 MANTENIMIENTO PROGRAMADO, CARGA TIPICA AL GENERADOR, HORAS ANUALES DE OPERACION.

1. PRESENTACIÓN

Luego de nuestra visita realizada a la planta de Lavandería SAGITA SAC, ubicada en el distrito de Callao, realizamos la evaluación de las trampas de vapor con nuestro equipo detector de fugas de vapor por ultrasonido Marca Spitz Modelo UP100.

Fuimos observar también algunos detalles de instalación del sistema de vapor los cuales mencionaremos en el siguiente informe.

2.OBJETIVOS

3.DESCRIPCION DEL EQUIPO DETECTOR DE FUGAS

El principio de funcionamiento del equipo consiste en detectar ruidos y vibraciones a una frecuencia superior a nuestro rango audible (aprox. 20000 Hz) los cuales son llamados ultrasonido, las vibraciones a esta frecuencia son causadas por la fricción mecánica del flujo de vapor, aire, etc. Los cuales por tener alta velocidad son absorbidos rápidamente por la tubería de transporte y por los internos de diámetros pequeños de las trampas de vapor y válvulas.

El detector por ultrasonido convierte la señal mecánica en señal eléctrica a la frecuencia ultrasónica alta (35 a 45 KHz.), para luego ser disminuida esta a un rango de 3 a 5 veces menor el cual se puede monitorear con 02 audífonos además se muestra en un indicador luminoso de intensidad.

La diferencia entre el vapor y condensado en cuanto a velocidad es considerable y esta razón es la que nos lleva a determinar el estado de las trampas, además hay que saber el principio y forma de trabajo de cada una para tener mediciones confiables,

4.RESULTADOS

Se encontraron:

- Se evaluaron 24 Trampas.
- Se encontraron 11 Trampas en buen estado.
- Se encontraron 13 Trampas con pérdida de vapor.



9. Sistemas de refrigeración y aire acondicionado: oportunidades de ahorro típicas y mejoras energéticas.

AHORROS DE ENERGIA EN SISTEMAS DE REFRIGERACION

1. Interrumpir la operación de los ventiladores del evaporador de una cámara de refrigeración cuando se abra la puerta de la cámara para minimizar las pérdidas de frío. La implementación de una cortina de aire en la puerta ayuda al mismo fin. Los dos criterios anteriores pueden ser puestos en marcha a través de un control automático.
2. Se logra minimizar los picos de demanda de energía eléctrica, al arrancar los compresores con la válvula de succión cerrada.
3. Se consume un 2.5% más de energía en el compresor por cada 1°C de incremento en la temperatura del condensador.
4. Mayor consumo de energía en el condensador se tiene, cuanto mayor sea la temperatura ambiente.
5. Para instalaciones nuevas emplear en lo posible condensadores evaporativos, dado que hay una transferencia de calor de refrigerante más directa, no necesitándose la instalación de torres de enfriamiento.

6. Evitar que se escarche el serpentín del evaporador, pues se incrementa la resistencia térmica, incrementándose con ello el trabajo del compresor para lograr el mismo efecto refrigerante. Cuando hay cargas de frío que súbitamente salen del sistema y el compresor no posee control de capacidad, hay exceso de producción de frío en el evaporador respecto a la demanda escarchándose el serpentín, para evitar ello se acostumbra instalarse un sistema de descarchado (Defrosting) consistente en resistencias eléctricas arrolladas al serpentín, que actúan periódicamente inhibiendo la condensación y congelación en el exterior del serpentín del vapor de agua del aire del ambiente refrigerado. Las resistencias pueden actuar comandadas por un temporizador para una operación periódica definida en función al sistema o a través de un termostato que sensa la disminución de temperatura ambiente.

7. En sistemas de refrigeración que operarán con altas presiones en el condensador, se logran ahorros en el consumo de energía eléctrica cuando se opera con un compresor de 2 etapas o con 2 compresores (alta y baja) con un enfriamiento intermedio con lo que al reducir el volumen específico del refrigerante se reduce igualmente la demanda específica de potencia para el mismo efecto refrigerante (Kw/m³).

8. Las caídas de presión en el evaporador provocan una no deseada vaporización anticipada del refrigerante en el evaporador disminuyendo su capacidad de refrigeración, ocasionando igualmente una demanda de mayor potencia en el compresor debido al incremento del volumen específico del refrigerante. Para minimizar este efecto la válvula de expansión o capilar se deben instalar lo más cercanos al evaporador.
9. Una apropiada selección de los tipos y espesores de los aislamientos térmicos en la cámara (piso, techo, paredes) minimizan las pérdidas de frío por conducción.

• **Ahorro de Energía en Fábricas de Hielo**

- El consumo específico de energía es el indicador de eficiencia energética y denota la energía consumida en la fabricación de una tonelada de hielo.- Tiene una connotación en los costos operativos de la empresa y además nos permite determinar cuan competitivos somos al comparar este valor con los estándares de consumo de la competencia.
- La energía necesaria para producir una tonelada de hielo en bloque no es una constante: varía según el tipo de maquinaria y el régimen de funcionamiento. Por consiguiente, el funcionamiento de una fábrica será más caro en las zonas tropicales que en los climas templados.
- Los modelos de mayor capacidad suelen operar con más eficiencia que los pequeños, y una fábrica de hielo utilizada plenamente será más eficiente que otra que funcione de manera intermitente o con una carga de refrigeración reducida.
- Hay otros factores que determinan también las necesidades de energía, como la elección del refrigerante y el tipo de sistema de refrigeración utilizado. En los climas en que el agua de relleno es excesivamente caliente, su enfriamiento previo en un refrigerador separado puede reducir las necesidades de energía.

•

Así pues, es difícil determinar con precisión las necesidades de energía de una fábrica de hielo, debido a que dependen no sólo del tipo de maquinaria, sino también de las condiciones ambientales y del régimen de funcionamiento. Habrá que proceder con cautela cuando se manejen cifras de consumo de energía proporcionadas por el fabricante sin una clara indicación de las condiciones de funcionamiento a las que se aplican.

- La fabricación de hielo es normalmente una industria de servicios, por lo que la continuidad del suministro es indispensable. Una adecuada capacidad de almacenamiento permitirá superar las averías breves, las paradas por mantenimiento y los cortes del suministro de energía, pero en las zonas en que tal suministro no sea seguro tal vez la fábrica deba tener su propio generador eléctrico.
- Motor de acoplamiento directo con un pequeño generador auxiliar. En estos casos se requiere de una atenta planificación, a fin de evitar la utilización poco económica de un generador grande para mantener un suministro muy inferior a su capacidad nominal.

- Se logran ahorros de energía en la operación de los compresores, evitando que hayan caídas de presión no deseadas en la acometida del gas refrigerante hacia el compresor; la válvula de expansión termostática debe estar lo más cerca a la succión del compresor para evitar caídas de presión que harían que el compresor tome el refrigerante con un volumen específico muy elevado.
- Evitar las altas temperaturas en el condensador, pues implica un mayor trabajo del compresor y un mayor consumo de energía.
- Evitar incrustaciones (slags) en las tuberías de agua que intercambian calor con el condensador para evitar altas temperaturas en el condensador.
- Aprovechar el agua caliente que sale luego del enfriamiento del condensador para utilizarse en otros procesos colocando una válvula de tres vías y un control automático.
- Si se debe operar con más de un compresor, implementar un sistema de control con un PLC para establecer la lógica de ingreso/salida de los compresores, según la demanda.- El parámetro a controlar es la temperatura de frío.

• Sistema de Multicompresores

- El Sistema de Multicompresores de alta eficiencia, es un sistema diseñado con resultados comprobados sobre ahorro en consumo de energía de aproximadamente un 40% respecto al sistema convencional de unidades independientes.
- Con el sistema RACK al fallar un compresor no habrá ningún inconveniente debido a que la instalación siempre va a tener compresor en stand by.
- El sistema de control y maniobra es mucho más confiable porque es fabricado bajo normas para instalación industrial más no para instalaciones comerciales como son las tradicionales. El control es a través de microprocesadores. Adicionalmente se usa tecnología de punta.
- El refrigerante a usar es R-22 y R-404A pudiera usarse R-134A, indistintamente haciendo los cambios técnicos necesarios. La mayoría de unidades condensadoras tradicionales funcionan con freón 12 y 502 dichos refrigerantes están siendo retirados del mercado a nivel internacional de acuerdo al Pacto de Montreal.

- **CONFIGURACION:**

- Cada RACK está montado en una estructura de perfiles de hierro, en donde se ubican los compresores para medio y baja temperatura, gabinete de controles eléctricos, controles refrigerantes, acumuladores de succión, sistema centralizado de separación y regulación de aceite y tanque acumulador de líquido.

- **VENTAJAS DEL SISTEMA DE MULTICOMPRESORES**

- El consumo de energía decrece en un 40% comparado con el sistema convencional.
- En el sistema de multicompresores al fallar un compresor no habrá ningún inconveniente debido a que la instalación siempre vá a tener compresor en stand by .
- Las labores de mantenimiento son mucho mas sencillas debido a que la construcción del rack está prevista para ello. La posibilidad del registro de operación de rack facilita mucho mas dichas labores.
- Con el sistema RACK las neveras van a tener mayor rendimiento debido a que el diferencial de temperatura entre el refrigerante y la temperatura interna de las neveras es mal alto que con las unidades condensadoras tradicionales, por la factibilidad de subenfriamiento de líquido..

10. Reducción de consumos y costos de energía por innovación tecnológica. Instrumentación y control automático :PLCs, SCADA, sistemas de control distribuido, otros.

El mantener los parámetros energéticos bajo monitoreo y control es fundamental para operar en los valores deseados (puntos de consigna o set points). Para este objetivo el contar con la instrumentación adecuada es fundamental.

Se tiene dos tipos de control:

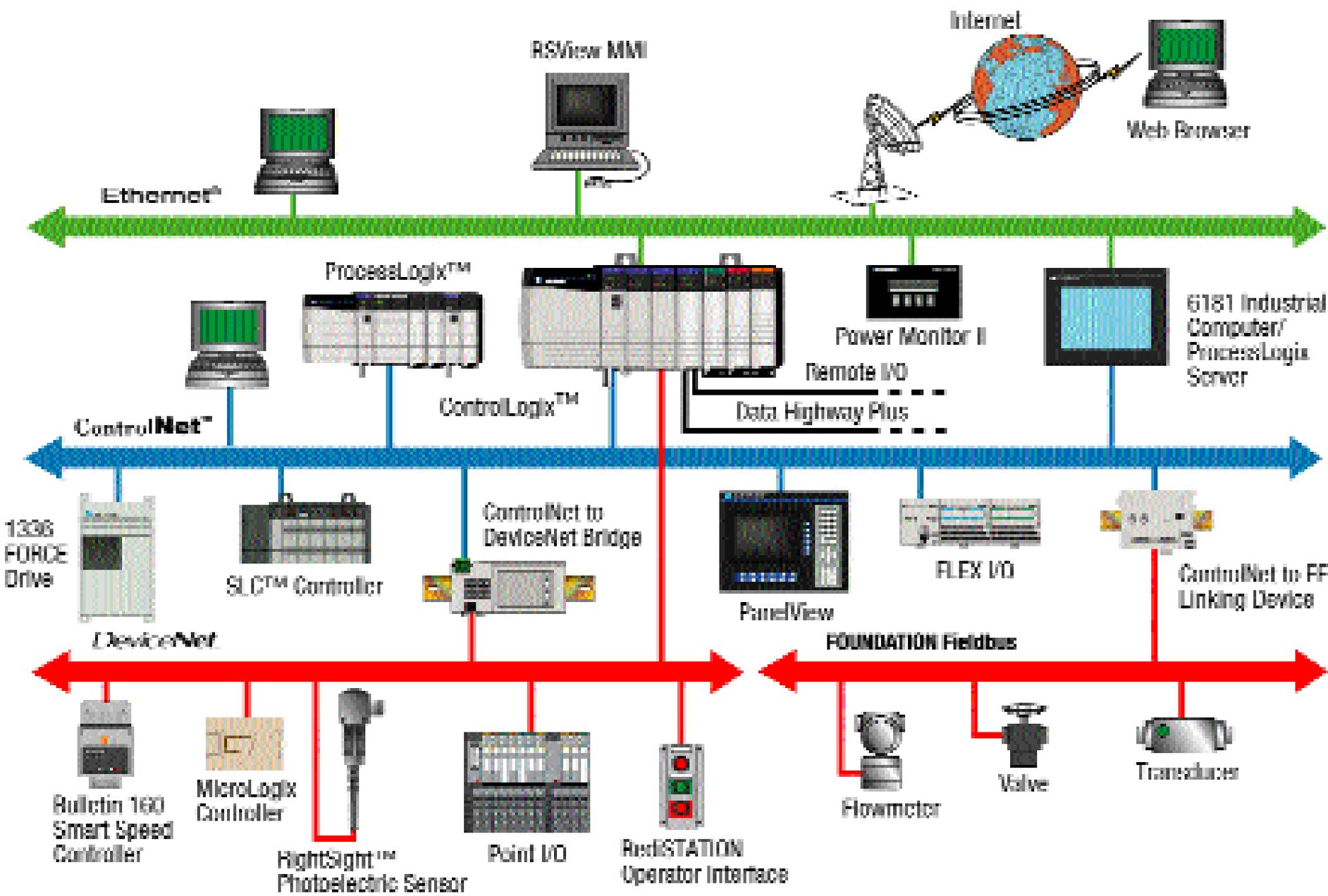
10.1. Control Discreto (On-Off), en el que los parámetros pueden asumir dos valores : operación normal/ alarma; en operación/ fuera de servicio; etc.- Es decir digitalmente 0/1.- El diseño de control se realiza con el Diagrama de Escalera (Ladder Diagram)

10.2. Control Análogo, en el que los parámetros pueden asumir valores continuos.- La unidad fundamental de control es el Lazo de Control

....(Control Loop), en el que el controlador implementado mantiene en el proceso el valor deseado o Set Point actuando a través de señales de control sobre válvulas de control o sobre actuadores.

Para este fin actualmente se utilizan dispositivos de control basados en microprocesador y con conectividad para el acceso de múltiples usuarios en la empresa.- Para ello se utilizan Sistemas de Control Distribuido (DCS) y sistemas SCADA.

Uno de los equipos modernos de mayor aplicación para el control de procesos es el Controlador Lógicos Programable (PLCs)



Internet

Ethernet®

RSView MMI

Web Browser

ProcessLogix™

ControlLogix™

Power Monitor II

6181 Industrial Computer/ ProcessLogix Server

ControlNet™

Data Highway Plus

1336 FORCE Drive

ControlNet to DeviceNet Bridge

PanelView

FLEX I/O

ControlNet to FF Linking Device

DeviceNet

SLC™ Controller

FOUNDATION Fieldbus

Bulletin 160 Smart Speed Controller

MicroLogix Controller

RightSight™ Photoelectric Sensor

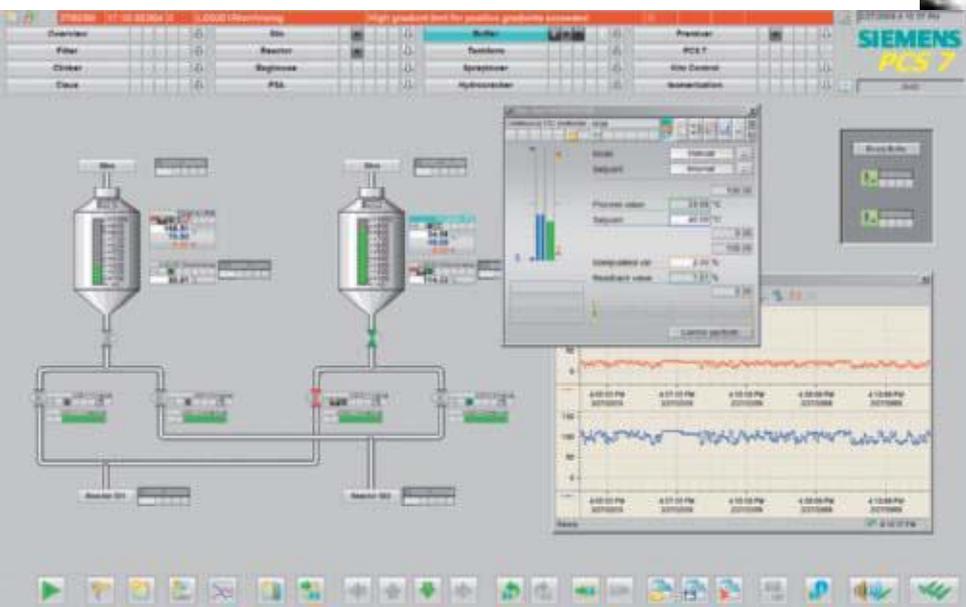
Point I/O

RediSTATION Operator Interface

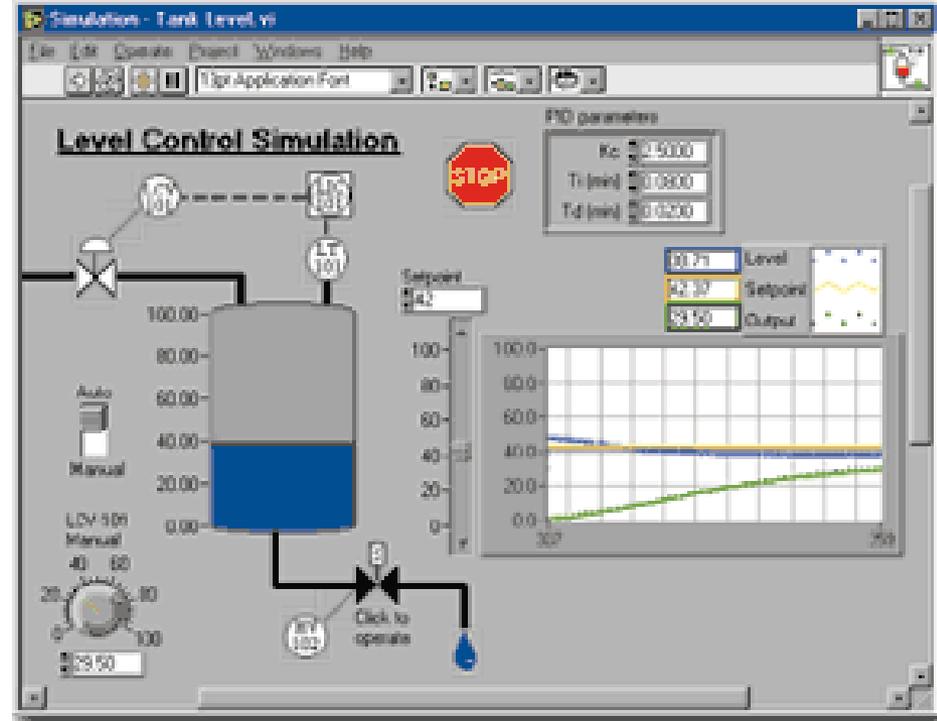
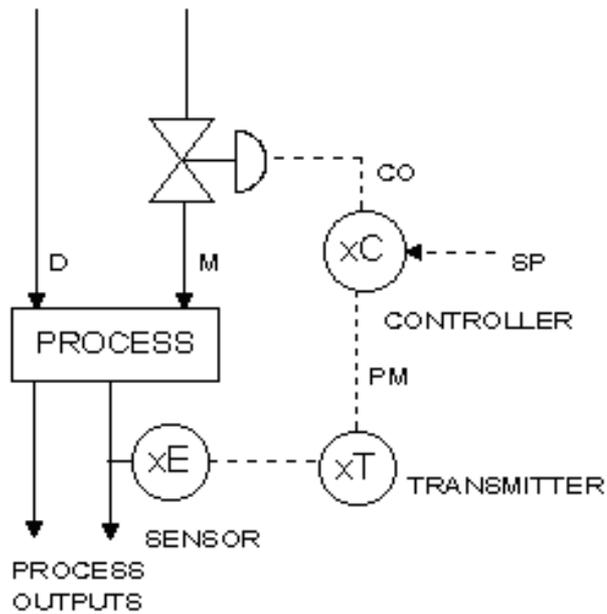
Flowmeter

Valve

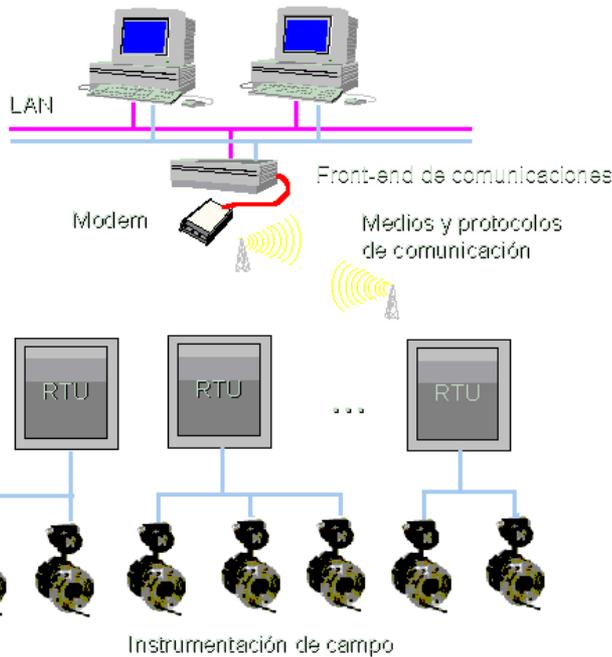
Transducers



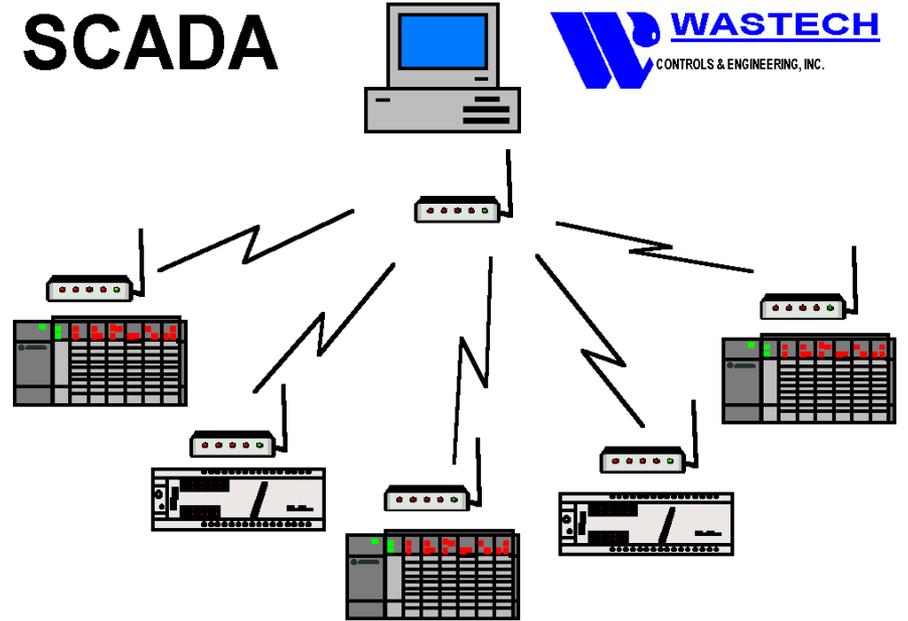
PROCESS INPUTS



Consolas de Operación



SCADA



11. Descripción de los aparatos de medida requeridos para evaluar los consumos y/o eficiencia de los equipos consumidores y de transporte de energía térmica

11.1. Analizador de gases de combustión [Diapositiva 62](#)

11.2. Opacímetro

11.3. Medidor de Temperatura no Contactante
(Infrarrojo)

11.4. Anemómetro

11.5. Higrómetro

11.6. Detector Ultrasónico de Fugas de Vapor

11.7. Termómetro digital con termocupla tipo “k”

11.8. Manómetro

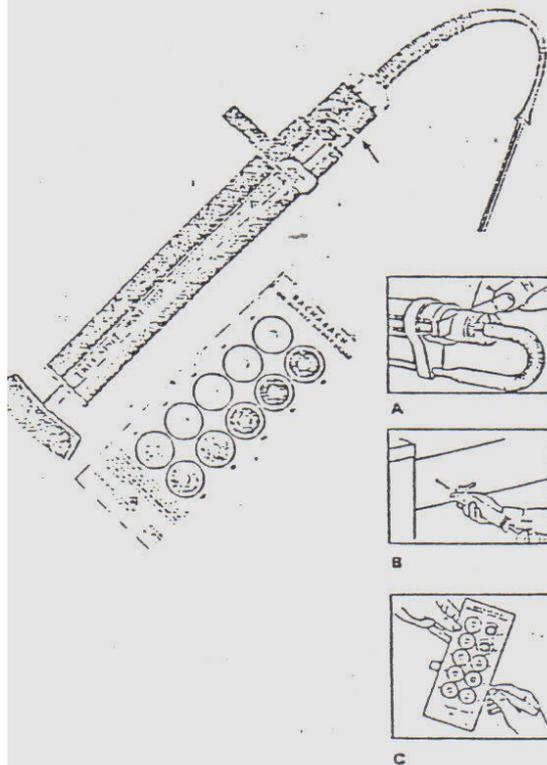
11.9. Tubo de Pitot inclinado

11.10. Analizador Orsat (como alternativa a analizador de gases)

NOTA: Para validación legal, instrumentos homologados y calibrados
(trazabilidad)

Indicador de opacidad de los humos. Escala Bacharach

La comparación y tabulación de los humos se hace por transparencia sirve simplemente para ver de una forma rápida el contenido de inquemados sólidos en los humos, dando una idea de la marcha de la combustión.



Facilita una rápida valoración del contenido de inquemados en los gases de combustión.

Un contenido bajo de inquemados, asegura el buen rendimiento de la instalación y un servicio mínimo de entretenimiento y limpieza.

Está constituido por una bomba aspiradora, papel especial filtro y escala de comprobación True-Spot.

- A) Muestra de colocación de una tira de papel de filtro.
- B) Forma de realizar una toma de gas.
- C) Determinación del número de Bacharach por comparación del color de la mancha.

ESCALA BACHARACH

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Óptimo		Bueno	Discreto	Humante			FUEL		
Óptimo		Bueno	Discreto	Humante			GAS-OIL		
Óptimo	Bueno	Discreto		Humante			GAS		

PERDIDAS DE CALOR POR INQUEMADOS SOLIDOS

01	TIPO DE COMBUSTIBLE	INDICE DE BACHARACH									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	RESIDUAL	OPTIMO			BUE NO	DIS CRE TO	HUMEANTE				
	GAS	OPTIMO	BUE NO	DISCRETO		HUMEANTE					
02	% DE PERDIDAS SOBRE EL COMBUSTIBLE	-	0.7	1.3	2.4	3.5	4.7	6.0	-	-	-
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		INDICE DE BACHARACH									

Fuente: IDAE, ESPAÑA.

12. Innovación tecnológica para el ahorro de energía térmica

12.1. Viscosímetro para controlar la viscosidad del petróleo residual como alternativa eficiente al sistema tradicional de control por temperatura del combustible que ingresa al quemador.

12.2. Condensadores Evaporativos, evitando el uso de torres de y condensadores de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

12.3. Sistemas de refrigeración por absorbción usando gas natural que evitan el uso de los sistemas que utilizan refrigerantes Clorofluorocarbonados (CFCs)

12.4. Sistemas híbridos de Energía (combustibles fósiles con energías renovables)

12.5. Implementación de sistemas de cogeneración

12.6. Empleo de variadores de velocidad en los motores eléctricos de.:

a) Ventiladores de aire primario de los quemadores

b) Bombas de agua a calderas.

Reemplazando a los damper de aire y a las válvulas de control de flujo respectivamente.

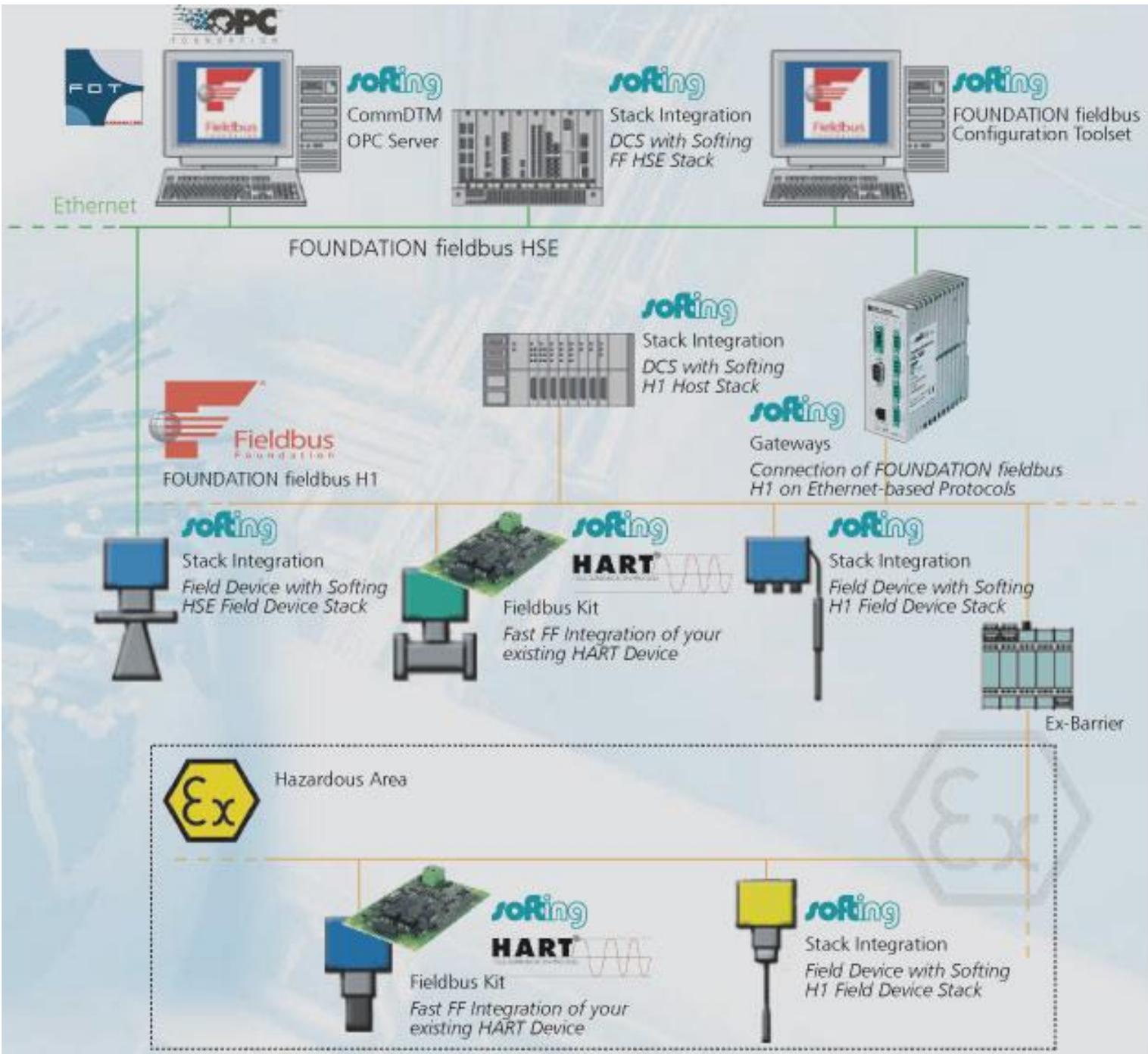
12.7. Implementación de instrumentación con señales de salida estándar para integrarse en un sistema de conectividad.- Estándares de comunicación industrial: Profibus; Modbus; Fieldbus; Hart; etc; con conectividad a Internet .

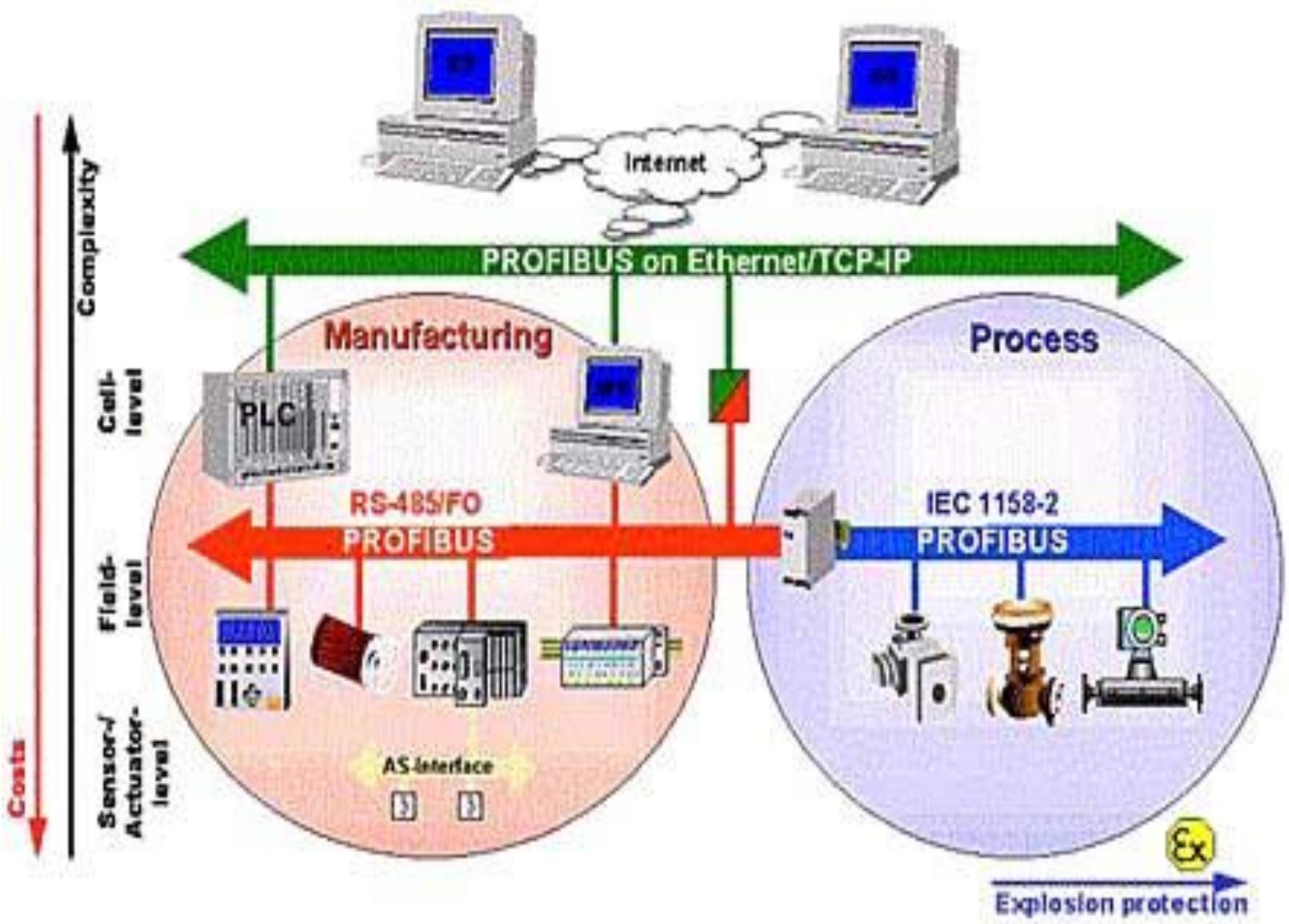
El usuario puede acceder a través de la Web para monitorear y/o controlar procesos en forma remota.

Uso de redes inalámbricas (WiFi; WiMax, Bluetooth) para el control de procesos.

Monitoreo, control y alarmas de proceso con notificación vía protocolo WAP (Wireless Application Protocol) a teléfonos celulares

12.8. Uso medidores de temperatura infrarrojos (IR) no contactantes) y de medidores ultrasónicos (US) para detectar fugas y pérdidas de calor





testo

testo 325 M/XL
Flue gas analyser

Instruction manual

en

3. Product description

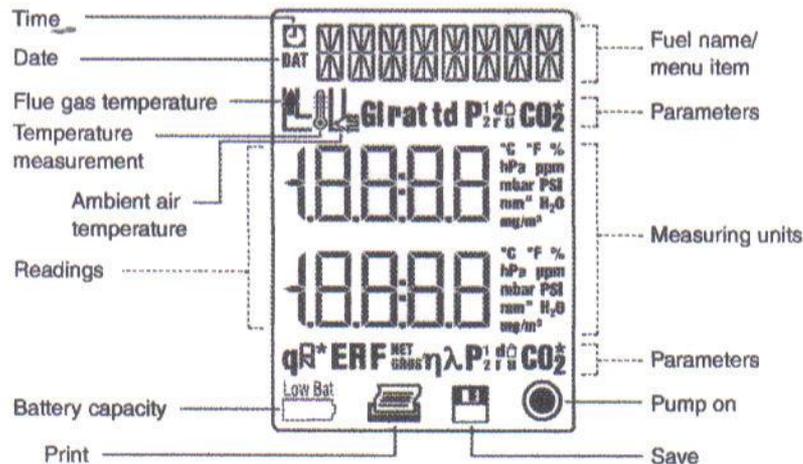
3.1 Power supply

testo 325 M/XL can be powered as follows:

- 4 batteries (1.5V round cell alkaline IEC LR6 Type AA)
- 4 rechargeable batteries (1.5V IEC KR 15/51 corresp. Type AA)
- Mains connection via mains unit (Part no. 0554 1084)
- Rechargeable battery pack (testo 325 XL only)

3.2 Display and control elements

Display



Battery capacity

A warning flashes in the display if the battery is running low during rechargeable battery/battery operation:

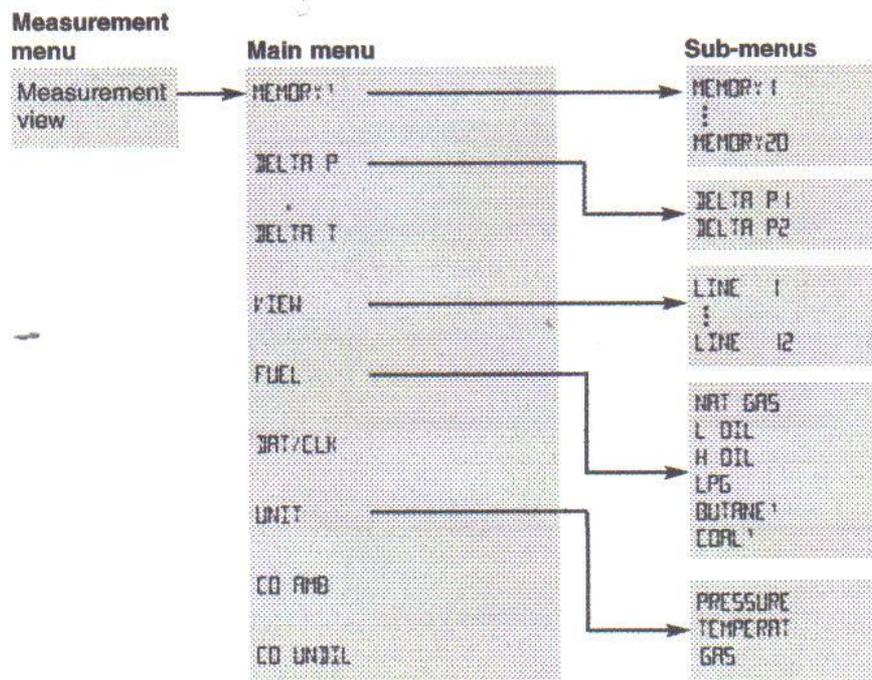


Remaining capacity is then approx. 1 hour for batteries, approx. 1 hour for rechargeable batteries

! The instrument switches itself off automatically when the rechargeable battery/battery capacity is too low, in order to protect from total discharge.

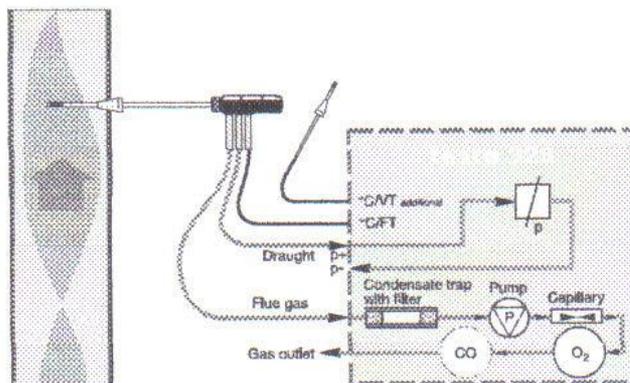


3.3 Menu overview



¹ (testo 325XL only)

3.4 Gas path



10.1 Measuring ranges and accuracies

testo 325 M

Measurement type	Meas. range	Accuracy	Resolution	Adapt. time 90%
Temperature ¹	-40 to +600°C	<100°C ±0.5°C >100°C ±0.5% of reading	0.1°C	Depending on probe used
Efficiency	0 to 120%	-	0.1%	-
Oxygen	0 to 21%	±0.2%	0.1%	Approx. 30s
Carbon dioxide	0 to CO _{2max}	-	0.1%	Approx. 40s
Carbon monoxide ²	0 to 4000ppm	<400ppm ±20ppm 400 to 1000ppm ±5% of reading >1000ppm ±10% of reading	1ppm	Typically 60s
Pressure (Delta P1) ³	0 to 40hPa	<3hPa ±0.03hPa >3hPa ±1.5% of reading	0.01hPa	-
Pressure (Delta P2) ³	0 to 200hPa	<50hPa ±0.5hPa >50hPa ±1.5% of reading	0.1hPa	-

testo 325 XL

Measurement type	Meas. range	Accuracy	Resolution	Adapt. time 90%
Temperature ¹	-40 to +1000°C	<100°C ±0.5°C >100°C ±0.5% of reading	0.1°C	Depending on probe used
Efficiency	0 to 120%	-	0.1%	-
Oxygen	0 to 21%	±0.2%	0.1%	Approx. 30s
Carbon dioxide	0 to CO _{2max}	-	0.1%	Approx. 40s
Carbon monoxide	0 to 4000ppm	<400ppm ±20ppm 400 to 2000ppm ±5% of read. >2000ppm ±10% of reading	1ppm	Typically 40s
Pressure (dP1) ³	0 to 40hPa	<3hPa ±0.03hPa >3hPa ±1.5% of reading	0.01hPa	-
Pressure (dP2) ³	0 to 200hPa	<50hPa ±0.5hPa >50hPa ±1.5% of reading	0.1hPa	-

¹ Sensor: Thermocouple Type K (NiCr-Ni) to DIN IEC 584 Part 2, Class 1

² Accuracy data apply to H₂ level < 10%

³ Max. overload: 1000hPa



Medición con Analizador de Gases en una Caldera

Impresión de parámetros de medición - Analizador de Gases con Impresora Testo



Impresión de parámetros de medición - Analizador de Gases con Impresora Testo

Quemador N° 1

- Temperatura de gases en la chimenea : 492°C (917°F).
- (antes del Tanque de Pre calentamiento)
- Exceso de O₂ : 10,6%
- CO : 5000 ppm.
- CO₂ : 5,8%
- Exceso de aire : 86,3%
- Temperatura ambiental : 24,4°C
- **Resultados computarizados del analizador de gases: [Diapositiva 21](#)**

Quemador N° 1

- De la aplicación de los valores de los parámetros de combustión al gráfico de la **Figura [Diapositiva 20](#)** se determina que la eficiencia de combustión actual es 59,5% y la nueva eficiencia de combustión, luego de la regulación planteada con el ajuste del damper de aire de combustión para reducir a 40% el exceso de aire, acorde con las recomendaciones de la empresa fabricante del quemador, se tiene una nueva eficiencia de combustión de 77.7%.
- Determinación del ahorro anual en consumo de combustible (gas natural) y en valores monetarios como consecuencia de la regulación planteada.
-

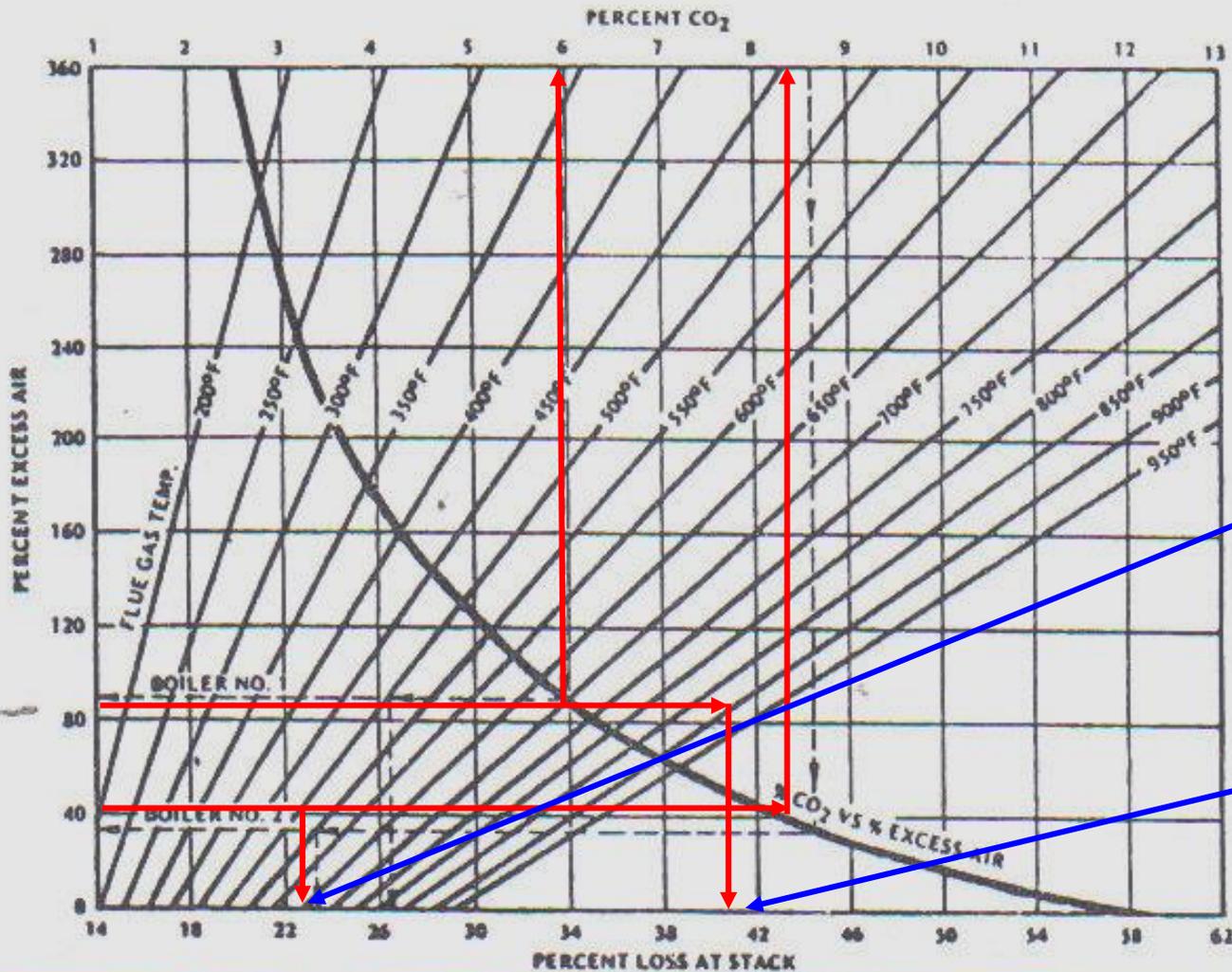


Fig.7-3. STACK GAS LOSS CURVES.

1. Pérdidas de energía luego de reducir el % de exceso de aire a 40 % en Chimenea, con 500 ° F de Temp. de Gases : 22,3 %

2. Nueva Eficiencia de

Combustión : 77,7 %

1. Pérdidas actuales de energía en Chimenea : 40,5 %

2. Eficiencia de Combustión Actual : 59,5 %

- a) **El ahorro anual en combustible** (gas natural) se calcula con la siguiente expresión:

- Consumo de combustible $\frac{\text{Sm}^3}{\text{año}}$ x $\left[1 - \frac{E_A}{E_F} \right]$

- Donde:

- E_A = Eficiencia de combustión actual = 0.595

- E_F = Eficiencia de combustión planteada = 0.777

- Luego:

- Ahorro anual en combustible (gas natural):

- $101,345 \frac{\text{Sm}^3}{\text{Año}}$ x $\left[1 - \frac{0,595}{0,777} \right] = 23738.5 \frac{\text{Sm}^3}{\text{año}}$

- Representando este valor un ahorro de 23.4% en consumo.

- **b) Ahorro anual en costos:**

- Esta parte proporcional del consumo de gas natural del año 2009 de 101,345 Sm³ representó un gasto de 63346.01 Nuevos Soles, por lo que proporcionalmente los ahorros calculados de 23738.5 Sm³ representan un ahorro anual a la empresa de 14838 Nuevos Soles.

- [Diapositiva 7](#)

1. Resultados de Mediciones con el Analizador de Gases

t325XL

01/26/2010 13:05:16

NAT GAS

FT	76.3	°C
O2	18.6	%
CO	5398	ppm
EFF	84.5	%
CO2	5.8	%
DRFT	-----	inH2O
EX/A	86.2	%
AT	24.4	°C
COaf	10881	ppm

SMK#:

Quemador # 1

t325XL

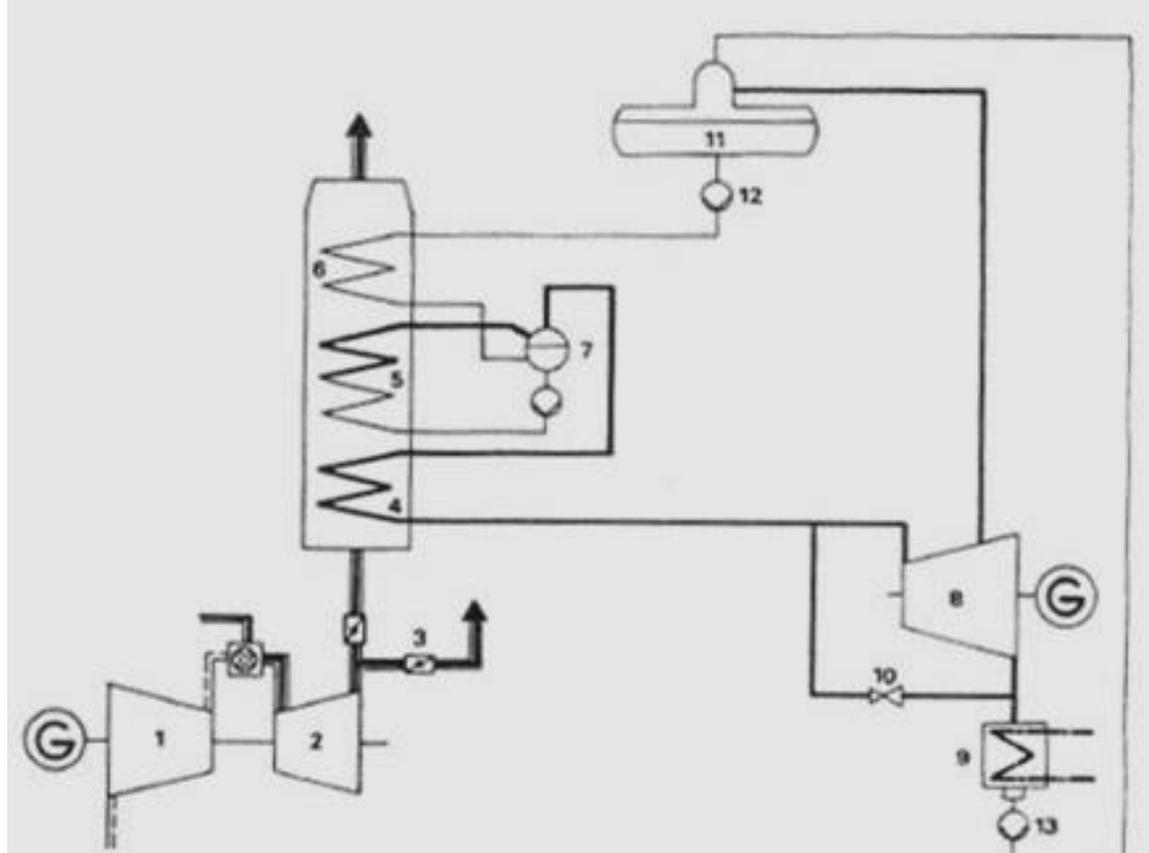
01/26/2010 12:54:18

#15
NAT GAS

FT	76.6	°C
O2	18.6	%
CO	4731	ppm
EFF	84.9	%
CO2	5.8	%
DRFT	-----	inH2O
EX/A	86.4	%
AT	24.4	°C
COaf	9529	ppm

SMK#:

Quemador # 1



- 1) Compresor.
- 2) Turbina de Gas.
- 3) By-pass
- 4) Sobrecalentador o recalentador.
- 5) Evaporador.
- 6) Economizador.
- 7) Calderín.
- 8) Turbina de gas
- 9) Condensador.
- 10) By-pass de vapor.
- 11) Depósito de agua de alimentación/ Desgasificador.
- 12) Bomba de alimentación.
- 13) Bomba de condensado.



TERMODINAMICA S.A.

Ingeniería - Proyectos - Servicios

P-TE-09/VP10-033-2

Lima 03 de Marzo del 2010

Señores

SAGITA S.A

Ing. Arturo Hubner Salas / Ing. Manuel Luque Casanave

Mantenimiento

Presente Por medio del presente, nos es grato hacer llegar nuestro presupuesto referente a:

“SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPONENTES DE VAPOR”

El mismo que detallamos a continuación:

1.0 ALCANCE DE LA PROPUESTA

1.1 SUMINISTRO E INSTALACION DE ECONOMIZADOR :

- Suministro de Economizador de gases, proceso para calentar 1000lts/hr de Agua, será por intercambio directo sin almacenamiento, en el cual será construido con tubería ASTM A192 , tendrá un manifold de ingreso y salida.
- Se auto soportará por encima de la chimenea, se incluye el corte, y acople a la misma.
- Tendrá un aislamiento Térmico de Lana mineral de 1-1/2" de espesor, será cubierto con plancha Lisa ASTM A-36 de 1/16" con una entrada.
- Tendrá un acabado con Pintura de Alta Temperatura.
- Tendrá 02 válvulas de corte, 01 Termómetro bimetálico inoxidable.

Tanque de Almacenamiento:

- Suministro e instalación de Tanque de Almacenamiento de Agua de 3000 Litros, el cual será de 1.3m de diámetro x 2.2 m de largo en ASTM A36 de ¼" de espesor, la cual será rolada y de tapas bombeadas.
- Tendrá los accesorios: 01 control de Nivel tipo electrodo, visor de nivel con válvulas de nivel, 01 Termómetro de 4" de dial , 01 Sensor PT100 con termopozo inoxidable, 01 Válvula de purga de 1" , rebose de Agua, venteo.
- Será cubierto con Pintura de alta temperatura y Aislado Térmicamente con Lana mineral de 1-1/2" de espesor, con acabado final en Aluminio de 0.8 mm de espesor.

Líneas de Distribución de Agua Caliente:

- Suministro e instalación de Líneas de Agua de 1-1/2" de diámetro en Tubería ASTM A53 sch40 desde la salida del Ablandador hasta el economizador, desde el economizador hasta el tanque de Almacenamiento y desde el Tanque de

Almacenamiento hasta las 08 Lavadoras, las acometidas de agua será de 1" de diámetro.

- Serán soportadas en soportes existentes o anclados a la pared.
- Será cubierto con Pintura de alta temperatura y Aislado Térmicamente con Lana mineral de 1" de espesor, con acabado final en Aluminio de 0.5mm de espesor.
- Tendrá los accesorios: 08 Válvulas esféricas de corte inox de 1", 02 válvulas esféricas de 1-1/2" , 01 manómetro de 4" de dial caja e internos inox, 01 Filtro Y de 1-1/2".
- Suministro e instalación de 01 Bomba Centrífuga de 1.9 HP, trifásica, 01 Válvula solenoide de 1-1/2", 01 Línea de recirculación de Agua Caliente de 1-1/2".

Enlace de Control:

La válvula solenoide permitirá el paso del agua, siempre que no sea impedida con el control de nivel y el control de temperatura.

La bomba será accionada manualmente con botoneras.

1.2 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE PURGA DE FONDO:

- Suministro e Instalación de Controlador BC1000, marca Sarco.
- Suministro e Instalación de válvula de control de purga M20S2 de 2", Sarco.
- Suministro e instalación de ACTUADOR NEUMÁTICO DOBLE EFECTO BVA 320D, SARCO.
- Instalación de manguera neumática para conexión al actuador, electroválvulas marca micro.
- Es necesario contar con un punto de aire comprimido en la sala de calderas y un punto de corriente, este no deberá estar a una distancia no mayor a 03 metros del caldero.

1.3 SUMINISTRO E INSTALACION DE 13 PAQUETE DE PURGA:

Suministro de Paquetes de purga de Condensado (Incluye conexiones de Fe/Ne para ensamble de componentes), que se detecto con pase o perdida de vapor en la Inspección de Trampas, cada paquete está compuestos por :

- 03 Válvulas de esfera modelo M10V2 de $\varnothing 1/2"$ Spirax Sarco (Anterior, posterior y bypass)
- 01 Filtro de vapor tipo "Y" modelo IT de $\varnothing 1/2"$ Spirax Sarco
- 01 Trampa Termodinámica TD52 de $\varnothing 1/2"$ Spirax Sarco

1.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE AISLAMIENTO TERMICO PARA LINEAS Y EQUIPOS:

Suministro e instalación de Aislamiento Térmico para las líneas, en Cañuelas aislantes para temperatura media de lana mineral, fabricadas según norma ASTM C-547, tipo I , factor de conductividad térmica 0.043 W/mt °K a 100°C

Sujeción aislante : Amarres de alambre acero inoxidable N° 20

Acabado : Chaquetas de aluminio liso, calibre 0.5 mm , bocelado y tralapado

Sujeción acabado : Tornillos de acero inoxidable, autoroscantes No. 8 x 1/2"

Aislamiento Térmico de Manifold:

Aislamiento Térmico de Manifold de Vapor, el cual será en lana mineral de 2" de espesor, con acabado en chaqueta de aluminio liso de 0.6 mm de espesor.

Aislamiento Térmico de Tanque de Condensado:

Aislamiento Térmico de Manifold de Vapor, el cual será en lana mineral de 1-1/2" de espesor, con acabado en chaqueta de aluminio liso de 0.6 mm de espesor.

1.5 SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE ENJUAGUE:

El cual constara de:

Tanque de enjuague:

- Suministro e instalación de Tanque de enjuague de Agua de 3000 Litros, el cual será de 1.3m de diámetro x 2.2 m de largo en Plancha AISI 316 ¼" de espesor, la cual será rolada y de tapas bombeadas.
- Tendrá los accesorios: 01 visor de nivel con válvulas de nivel, 01 Termómetro de 4" de dial , 01 Válvula de purga de 1" Inox , rebose de Agua en tub de 1" inox, venteo.

Líneas de Drenaje y Distribución de Agua de Enjuague:

- Suministro e instalación de Líneas de Agua de 1-1/2" de diámetro en Tubería AISI sch40 de Troncal , las acometidas seran de 1", desde la salida de 03 Nuevas Lavadoras hasta el tanque de enjuague.
- Serán soportadas en soportes existentes o anclados a la pared.
- Tendrá los accesorios: 06 Válvulas esféricas de corte inox de 1", 02 válvulas esféricas de 1-1/2" Inox , 03 Filtro Y tipo IT de 1" Spirax Sarco.
- Suministro e instalación de 01 Bomba Centrífuga de 1.9 HP, trifásica, 01 Línea de recirculación de Agua de enjuague de 1-1/2" con Válvula de 1-1/2"

Enlace de Control:

La bomba será accionada manualmente con botoneras cuando se quiera realizar el ingreso del enjuague.

La línea de enjuague hacia el tanque de enjuague será por gravedad.

2.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

- ❖ ASME B.31.8 Sistemas de tuberías para Transporte Distribución de Gas
- ❖ API – 1104 Normas de soldadura.
- ❖ API - RP 1110 Normas sobre pruebas de presión hidrostáticas.
- ❖ NFPA 59/10 Normas de seguridad.
- ❖ API - 5 L Especificación para tubería.

3.0 CONDICIONES GENERALES:

El economizador será montado encima de la salida de la chimenea del caldero.

El número de Paquetes de Purga deberá ser definido por el cliente.

La presión de agua bombeada será alrededor de 30 psi.

El presente presupuesto incluye:

- ✓ Consumibles.
- ✓ Traslado de equipos del Taller de empresa a planta y viceversa.
- ✓ Mano de Obra.

El presente presupuesto excluye:

- ✓ Obras civiles.

Personal Técnico:

- ✓ Los trabajos se realizarán bajo supervisión de un Ingeniero Mecánico especializado de nuestra división de Proyectos e instalaciones de redes de Vapor y Fluidos Térmicos, instalaciones Industriales y procesos afines.

Recomendaciones Técnicas:

- ✓ Los trabajos serán realizados teniendo en cuenta las normas de seguridad industrial y de salubridad de su empresa y del personal a laborar en dicho trabajo.
- ✓ Los Soldadores serán 6-G, utilizando procesos de soldadura SMAW .

4.0 PROPUESTA ECONOMICA

1.0 Suministro e instalación de Economizador: **US\$. 4950.00**
 Tanque de Almacenamiento: **US\$. 3950.00**
 Líneas de Distribución de Agua Caliente: **US\$. 3860.00**

1.2 Suministro e instalación de un sistema Automático **US\$. 2830.00**
 de Purga de Fondo:

1.3 Suministro e instalación de 13 Paquete de Purga: **US\$. 5980.00**

1.4 Suministro e instalación de Aislamiento Térmico para Líneas.

Item	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO Unit US\$	TOTAL US\$
	Suministro de materiales e instalación de aislamiento térmico en tuberías de vapor y condensado				
	Tubería diámetro 3/4 pulg por 1 pulg de espesor				
	Tubería recta		43.6	11	596
	Accesorios		111	6	909
	Tubería diámetro 1/2 pulg por 1 1/2 pulg de espesor				
	Tubería recta		37.6	12	596
	Accesorios		61	7	579
	Tubería diámetro 2 1/2 pulg por 1 pulg de espesor				
	Tubería recta		46.0	13	777
	Accesorios		18	9	213

Tubería diámetro 2 1/2 pulg por 1 1/2 pulg de espesor				
Tubería recta	51.1	18	1163	
Accesorios	26	12	416	
Tubería diámetro 4 pulg por 2 pulg de espesor				
Tubería recta	3.4	27	117	
Accesorios	2	21	55	
Precio de aislamiento térmico en tuberías			US\$	5420.00

- Aislamiento Térmico de Manifold : US\$. 420.00

- Aislamiento Térmico de Tanque de Condensado: US\$. 780.00

Total Aislamiento Térmico : **US\$. 6620.00**

1.5 Suministro e instalación de Sistema de enjuague

Tanque de enjuague: US\$. 6210.00

Líneas de Drenaje y Distribución de Agua de Enjuague: US\$. 5950.00

Total del Servicio (US\$) 40350.00 + IGV

FORMA DE PAGO : 50% adelanto (con orden)
20% Avance al 50%.
30% Conformidad de trabajos.

VALIDEZ DE LA OFERTA : 30 días

Sin otro particular y en espera de sus gratas órdenes, quedamos de ustedes.

Atentamente,

TERMODINÁMICA S.A.

Ing. Alexander Pérez Barrionuevo

División de Vapor, Fluidos y Procesos Térmicos

aperez@termodinamica.com.pe













